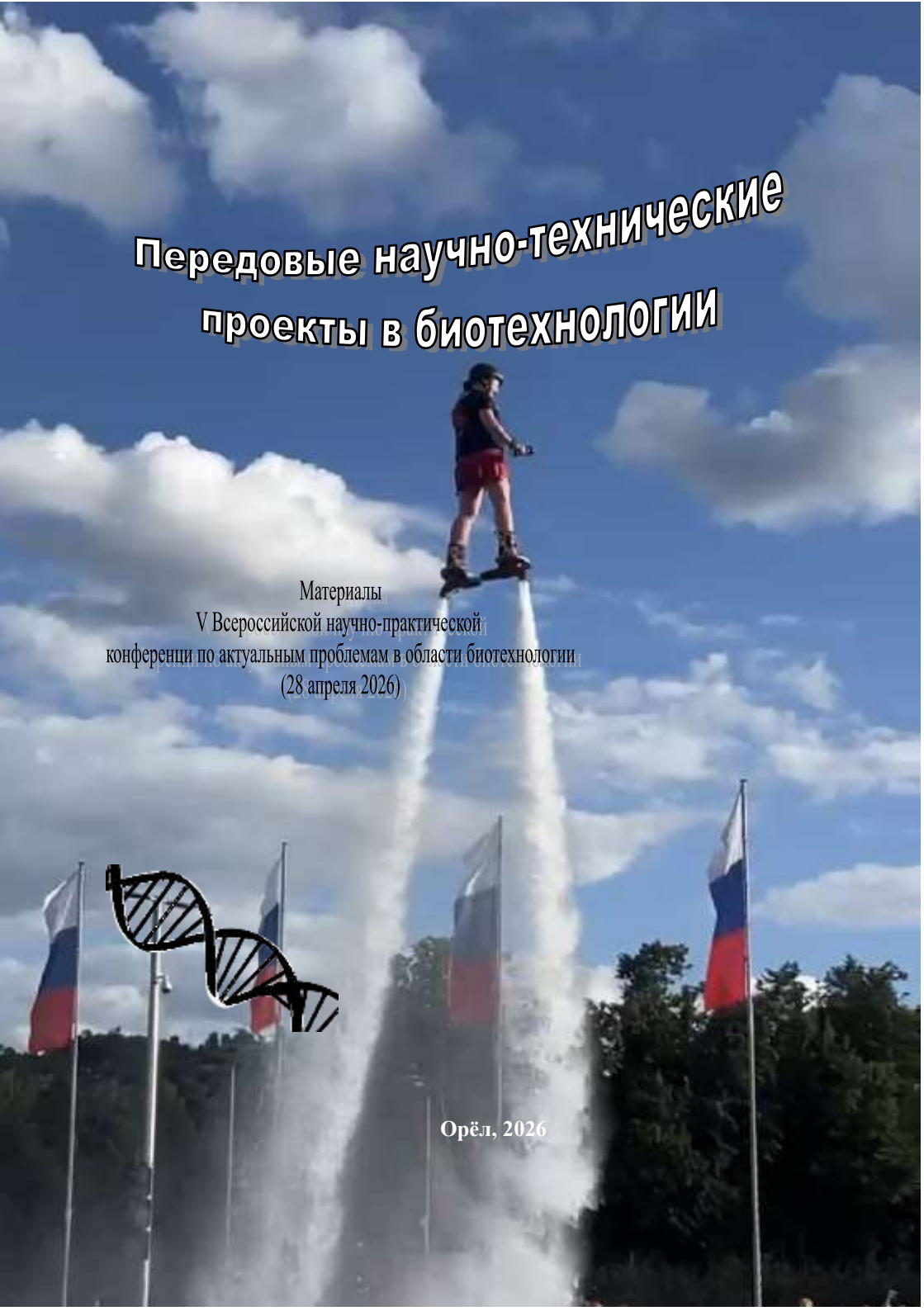
Передовые научно-технические проекты в биотехнологии



Материалы
V Всероссийской научно-практической
конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии
(28 апреля 2026)

Орёл, 2026

Министерство науки и образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Передовые научно-технические проекты в биотехнологии

Материалы

V Всероссийской научно-практической конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии
28 апреля 2026 года

Орёл, 2026

УДК: 60

Передовые научно-технические проекты в биотехнологии: материалы V Всероссийской научно-практической конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. – Орел: Орловский ГАУ, 2026. – 454 с.

Ответственные за выпуск: Горькова И.В., Гагарина И.Н., Костромичева Е.В., Гнеушева И.А., Солохина И.В.

Сборник подготовлен по результатам работы V Всероссийской научно-практической конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии «Передовые научно-технические проекты в биотехнологии» (ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 28 апреля 2026 года).

В настоящем издании представлены научные статьи, посвященные фундаментальным и прикладным исследованиям в области биотехнологии и сельского хозяйства.

Материалы сборника публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание и достоверность данных несут авторы статей.

© Авторы статей, 2026

Оглавление

РАЗДЕЛ 1. ПИЩЕВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ 12

Савенкова Н.А., Солохина И.Ю. 12
ПОЛУЧЕНИЕ НАПИТКА С ДОБАВЛЕНИЕМ СВЕЖЕВЫЖАТОГО СОКА ИЗ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ 12
Жарина О.М. Солохина И.Ю. 17
ЭКСТРАКЦИЯ АРОМАТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАСТВОРИМОГО ЧАЯ.....17
Блохин С.В., Гнеушева И.А. 22
ПРИМЕНЕНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ.....22
Велкова Н.И. 26
ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ ГОРЧИЦЫ И МЕДА 26
Велкова Н.И. 32
ЦВЕТОЧНАЯ ПЫЛЬЦА С ГОРЧИЦЫ - ЦЕННЫЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКТ 32
Воронкова М.В., Ермакова Н.В., Коношина С.Н. 36
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ 36
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ.....36
Коношина С.Н., Воронкова М.В., Ермакова Н.В. 39
ТАНИНЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ 39
Кирдеева П. С., Яковлева И. В., Ярославкина Н.Ю. 44
ЦУКАТЫ С АНТИОКСИДАНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ: БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА.....44
Лазарева Т.Н., Мурленков Н.В., Киреева О.С. 47
ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ОБОГАЩЕННЫХ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ВАФЕЛЬНЫХ ХЛЕБЦЕВ 47
Потапова Е.С., Федюшина В.В. Гагарина И. Н., Костромичева Е.В. 52
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ЙОГУРТА НАТУРАЛЬНЫМ ПЕКТИНСОДЕРЖАЩИМ КОМПЛЕКСОМ «ПЕКТОЛАЙТ» 52
Костромичева Е.В., Ярославкина Н.Ю. 55
БИОТЕХНОЛОГИЯ ДИКИХ И КУЛЬТУРНЫХ ДРОЖЖЕЙ 55
Зомитева Г.М., Мамаев А.В., Родина Н.Д., Сергеева Е.Ю. 61
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА В ТЕХНОЛОГИИ МОЛОЧНОГО ПУДИНГА 61
Сергеева Е.Ю., Зомитева Г.М., Мамаев А.В., Родина Н.Д. 70
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА НАТУРАЛЬНОГО ЙОГУРТА С СОЛОДОМ 70
Свирина Е.И., Недоруб Е.Ю. 74

СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА ПЕНООБРАЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ 74
Гагарина И.Н., Епихина С.С., Попова А.Ю. 77
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ БИОФЛАВОНОИДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ 77
Федюшина В.В., Потапова Е.С., Костромичева Е.В. Гагарина И.Н. 82
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НАТУРАЛЬНОЙ ПАСТИЛЫ БЕЗ САХАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ 82
Илюшин И.В., Горькова И. В., Горьков А.А., Ярославкина Н.Ю. 85
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА СОИ ДЛЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ 85
Булгаков Н.В., Горькова И. В., Горьков А.А., Гагарина И.Н. 89
БИОТЕХНОЛОГИЯ БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО ПИЩЕВОГО ИНГРЕДИЕНТА 89
РАЗДЕЛ 2. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ 93
Мирошникова Н.Е., Солохина И.Ю. 93
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЯХ 93
Донская М.В. 98
ОСОБЕННОСТИ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСАЦИИ НУТА (*CICER ARIETINUM* L.) В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ 98
Горькова И.В., Костромичева Е.В. 104
ВЛИЯНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ДИНАМИКУ РОСТА БАКТЕРИЙ AZOTOBACTER В ПРОЦЕССЕ ГЛУБИННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ 104
Коношин Д.И., Лобков В.Т. 109
ОБРАБОТКА ПОЧВЫ КАК ФАКТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ 109
Коношина С.Н., Ермакова Н.В., Воронкова М.В. 115
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПРИРОДНОГО И СИНТЕТИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОНТОГЕНЕЗ РАСТЕНИЙ 115
Черников П.А., Заплаткин А.Н. 119
ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЯРОВОГО РАПСА (БИСОЛБИ (Т), П И ЭКСТРАСОЛ, Ж) 119
Гагарина И.Н., Попова А.Ю., Ереп А.Д., Кириленко К.Д. 127
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БИОФЛАВОНОИДОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА РОСТОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОРОХА 127
Шевелев П.И., Горькова И.В. 134

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРИ ГЛУБИННОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ AZOTOBACTER VINELANDII НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАКТЕРИЙ 134
Аршинов Н.И. 138
Абакумов С.Н., Лобков В.Т., Бобкова Ю.А. 140
БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ И ПИТАНИЯ ОЗИМОГО РАПСА: СОВРЕМЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ 140
Сущина И.С., Недоруб Е.Ю. 144
БИОУДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ 144
Потапова Е.С., Костромичева Е.В. 147
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ И БИОПРЕПАРАТОВ В ОТНОШЕНИИ ФУЗАРИЕВЫХ ГРИБОВ 147
Ярославкина Н.Ю., Солохина И.Ю., Лушников А.В., Горькова И.В. 150
РОЛЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ 150
Джеду Э.В., Горькова И.В., Костромичёва Е.В., Гагарина И.Н., Лушников А.В., Горьков А.А. 155
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ 155
Горьков А.А., Сидоренко В.С. 159
ЗИМОСТОЙКОСТЬ ПШЕНИЦЫ И СПОСОБЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ 159
Горьков А.А., Яковлева И.В., Горькова И.В., Лушников А.В. 162
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ НА КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ ПШЕНИЦЫ 162
Прудникова Е.Г., Коношина С.Н. 167
ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЛЕКТИНОВ НА МОРФОГЕНЕЗ И РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ 167
РАЗДЕЛ 3. ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВЫХ ДОБАВОК 172
Гнеушева И.А., Солохина И.Ю., Горькова И.В., Лаптина Ю.А. 172
АМИНОКИСЛОТЫ – ОПТИМАЛЬНАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ВЫГОДНАЯ РЕЦЕПТУРА КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА 172
Гнеушева И.А., Солохина И.Ю., Лушников А.В., Лаптина Ю.А. 175
ОБОСНОВАНИЕ БАЛАНСИРОВАНИЯ КОРМОВЫХ РАЦИОНОВ КРС ПО АМИНОКИСЛОТАМ 175
Ивушкина Н.В., Трудко А.В. 180
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭТАП ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВЫХ ДОБАВОК 180
Комоликова И.В., Комоликов А.С. 183

БИОТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ....183
Мирошниченко И.В., Сопина Д.Д., Железцова К.О., Абрамович Е.И. 188
ДРЕВЕСНЫЕ ОТХОДЫ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК 188
Дедкова А.И., Сергеева Н.Н. 194
ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ПРИОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОРОСЯТ 194
Ярославкина Н.Ю., Яковлева И.В., Гнеушева И.А., Горькова И.В. 200
ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ (ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЛАЖНОСТИ, РН) НА СКОРОСТЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА 200
Гнеушева И.А., Солохина И.Ю., Лушников А.В. 206
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА 206
Аршинов Н.И., Яковлева И.В. 209
БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫЕ ДОБАВКИ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ 209
РАЗДЕЛ 4. ВЕТЕРИНАРНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ....213
Клейменова Н.В., Сазонова В.В., Прусакова В.А. 213
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОТИВОРВОТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОБАК 213
Клейменова Н.В., Сазонова В.В., Клейменов И.С. 225
НЕСТЕРОИДНЫЕ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В ПРАКТИКЕ ВЕТЕРИНАРНОГО ВРАЧА 225
Клейменова Н.В., Сазонова В.В., Клейменов И.С. 231
ФОСФАТБИНДЕРЫ – ПРЕПАРАТЫ НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПОЧЕК 231
Лищук А.П., Малахова Н.А., Пискунова О.Г. 236
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ВИТАМИНОВ 236
Лищук А.П., Малахова Н.А., Пискунова О.Г. 239
ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ВИТАМИНОВ 239
Лищук А.П., Малахова Н.А., Пискунова О.Г. 241
ПОНЯТИЕ О ВИТАМИННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КОРМОВ И КЛАССИФИКАЦИЯ ВИТАМИНОВ 241
Малахова Н.А., Масалов В.Н., Пискунова О.Г., Лищук А.П. 245
ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВАЗОДИЛАТАТОРНОГО ШОКА У ЖИВОТНЫХ 245
Петюнова А.М., Малахова Н.А., Пискунова О.Г., Лищук А.П. 250

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ОСЕМЕНЕНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВЕТЕРИНАРИИ 250
Малахова Н.А., Масалов В.Н., Пискунова О.Г., Лищук А.П. 254
ЭНДОМЕТРИТ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА 254
Пискунова О.Г., Масалов В.Н., Малахова Н.А., Лищук А.П. 259
ВЛИЯНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАЦИОНОВ КОРМЛЕНИЯ МОЛОДНЯКА ВИТАМИНОМ D НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА 259
Пискунова О.Г., Малахова Н.А., Лищук А.П. 263
ПОИСК АКТУАЛЬНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ МАСТИТА У КОРОВ 263
Пискунова О.Г., Малахова Н.А., Лищук А.П. 268
ПРОБЛЕМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЛЕЧЕНИЕ ГЕПАТОЗОВ У СОБАК 268
Сергеева Н.Н., Дедкова А.И., Химичева С.Н. 273
ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ И ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ МАСТИТАХ КОРОВ 273
[1]Яровaн Н.И., [2]Комиссарова Н.А. 283
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНТИОКСИДАНТНОГО ДЕЙСТВИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ И ЛИПОСОМАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ 283
Яровaн Н.И., Агеева А.В. 288
РАСТИТЕЛЬНАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ АДАПТАЦИИ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ К ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ 288
[1]Яровaн Н.И., [2]Ишханова А.А. 294
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНАЯ ДОБАВКА ИЗ БОЯРЫШНИКА В КОРМЛЕНИИ СТРЕСС-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ 294
ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ 294
Леонтьева А. Ю., Сергеева Н. Н. 299
ТЕХНОЛОГИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ КРОЛИКОВ 299
Морозова Е. А., Клеймёнова Н.В. 307
БИОСЕНСОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЖИВОТНЫХ 307
Петюнова А. М., Сергеева Н. Н. 311
ПАТОЛОГИИ ЛЕГКИХ У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ 311
Клейменова Н.В., Петюнова А.М. 318
МИРТАЦЕН — ПРЕПАРАТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ 318
АППЕТИТА У ЖИВОТНЫХ-КОМПАНЬОНОВ 318
Сергеева Н.Н., Дедкова А.И. 323

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ ТЕЛЯТ ПРИ ГАСТРОЭНТЕРИТЕ 323
РАЗДЕЛ 5. ЭКОБИОТЕХНОЛОГИЯ 332
Гуркин П.С., Костромичева Е.В., Яковлева И.В. 332
ИССЛЕДОВАНИЕ КУЛЬТУРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ 332
Яковлева И. В., Зудина А.Р. 336
РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКО-СКРАБОВ НА ОСНОВЕ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНОГО ШРОТА 336
Кузина О.А., Недоруб Е.Ю. 339
БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРЫ: ИСТОЧНИКИ СЫРЬЯ, МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СКОРОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ В ПРИРОДЕ 339
Ермакова Н.В., Коношина С.Н., Воронкова М.В. 342
БИОСЕНСОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ 342
Маркина В.М., Грязнов М. А., Евсюкова Е. А. 346
ИЗУЧЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ РЕКИ ОКА В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД 346
Коношина С.Н., Прудникова Е.Г 352
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ФИТОЦЕНОЗА ДЕНДРОПАРКА ОРЛОВСКОГО ГАУ 352
РАЗДЕЛ 6. МЕДИЦИНСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ 356
Ибрагим Х.Н., Яковлева И.В., Нерушева Т.В. 356
НАНОЧАСТИЦЫ В СИСТЕМАХ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ 356
Зудина А.Р., Яковлева И. В. 360
ПОТЕНЦИАЛ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАПСА И ПОДСОЛНЕЧНИКА ДЛЯ ПИЩЕВОЙ И КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 360
Цыганов В.С., Горькова И.В. 363
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ КАРТОФЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГЕНТАМИЦИНА 363
Ермакова Н.В., Воронкова М.В., Коношина С.Н. 370
БАКТЕРИАЛЬНЫЕ БИОСЕНСОРЫ В МЕДИЦИНЕ 370
Юшкова Е.И., Полехина Н.Н. 376
АНАЛИЗ СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ TÍLIA CORDÁTA 376
Самойлова Е. А. 380

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ КРОВИ У СТУДЕНТОВ 1 КУРСА В АДАПТАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ 380
РАЗДЕЛ 7. БИОТЕХНОЛОГИЯ КАК ФАКТОР ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА 383
Ермаков Н.В., Ермакова Н.В., Воронкова М.В. 383
БИОГАЗОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ 383
Солохина И.Ю., Гнеушева И.А. 387
АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ И АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИФЕНОЛОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ОВСЯНОЙ ШЕЛУХИ 387
Маркина В. М., Ишханова А. А. 392
ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH И ИОННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ФОРМ В МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЕ «ПСЫЖ» ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ АНАЛИЗА 392
РАЗДЕЛ 8. ОРГАНИЗАЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА 396
Гагарина И.Н., Кочубеева С.В., Попова А.Ю. 396
ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ОТХОДОВ СПИРТОВОГО, ПИВОВАРЕННОГО И ДРОЖЖЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА 396
Ереп А.Д., Кириленко К.И., Гагарина И.Н., Новикова И.С., Молчанова А.Р. 402
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ BACILLUS SUBTILIS 402
РАЗДЕЛ 9. СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 406
Солохина И.Ю., Гнеушева И.А. 406
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БИОИНФОРМАТИКИ ПРИ 406
ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ 406
Воронкова М.В., Ермакова Н.В., Коношина С.Н. 411
ИГРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ 411
В АГРАРНОМ ВУЗЕ 411
Ивушкина Н.В., Трудко А.В. 414
СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ 414
Панютина А.А., Панютина А.А., Горбатенко А.И. 417
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ 417
Хаецкий И.А., Горбатенко А.И. 421
ВИРТУАЛЬНАЯ СТРОЙПЛОЩАДКА: КАК VR И AR МЕНЯЮТ ПОДГОТОВКУ ПРОРАБОВ И АРХИТЕКТОРОВ 421

Недоруб Е.Ю. 425
БИОТЕХНОЛОГИЯ КАК ОДНО ИЗ КЛЮЧЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ОБУЧЕНИЯ В АГРОКЛАССАХ 425
Барабанов А.И., Грязнов М.А., Ярован Н.И. 428
ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РН И ИОННЫХ ФОРМ НЕОРГАНИЧЕСКИЙ ВЕЩЕСТВ 428
Самойлова Е. А. 434
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ГРУПП РИСКА ОБУЧАЮЩИХСЯ С НИЗКИМ УРОВНЕМ АДАПТИВНОСТИ 434
Раздел 10. КОРПОРАТИВНЫЕ ИННОВАЦИИ 437
Полозов А.Ю., Горбатенко А.И. 437
ОБУЧЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПЕРСОНАЛА ДЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: КОРПОРАТИВНЫЕ ПРОГРАММЫ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ 437
Тимощанка О.А., Прилепский А.С., Горбатенко А.И. 443
ВНЕДРЕНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ ИННОВАЦИЙ В РОССИЙСКОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ COGNITIVE AGRO PILOT.....443
Ермаков Н.В., Ермакова Н.В., Воронкова М.В. 448
ИНТЕГРАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС.....448

УДК 633.479

Савенкова Н.А., Солохина И.Ю.

ПОЛУЧЕНИЕ НАПИТКА С ДОБАВЛЕНИЕМ СВЕЖЕВЫЖАТОГО СОКА ИЗ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», г. Орёл

Аннотация. В статье рассматривается технология приготовления напитка на основе яблочного сока с добавлением свежевыжатого сока из проростков пшеницы. Проведено исследование по содержанию фракций хлорофилла, аскорбиновой кислоты, полифенолов и антиоксидантной активности в полученном напитке

Ключевые слова: сок, пшеница, хлорофилл, полифенолы, аскорбиновая кислота, антиоксидантная активность.

Напиток на основе сока из ростков пшеницы, известный как витграсс, привлекает внимание сторонников здорового образа жизни благодаря богатому составу биологически активных веществ [2]. Он содержит витамины (в т.ч. С, B_2, B_9, К), минералы (кальций, железо, магний, калий), хлорофилл, ферменты и аминокислоты. Употребление витграсса может способствовать укреплению иммунитета, улучшению обмена веществ, детоксикации организма и повышению уровня энергии [1,6].

Одной из важных категорий продуктов в сегменте функционального питания являются безалкогольные напитки, обогащенные витаминами А, С и Е или другими функциональными ингредиентами.

Ростки пшеницы представляют собой ценный источник витаминов, антиоксидантов, минералов и аминокислот [4]. В их состав входят микроэлементы, такие как кальций, йод, селен и цинк. Эти компоненты способствуют укреплению иммунной системы и улучшению процессов кроветворения благодаря способности хлорофилла ингибировать метаболическую активацию канцерогенов [3,7].

Благодаря высокому содержанию биологически активных веществ, ростки пшеницы обладают выраженными питательными свойствами. Они могут оказывать положительное воздействие на здоровье и использоваться в комплексной терапии различных заболеваний, включая онкологические патологии, сахарный диабет, язвенную болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, ревматоидный артрит, гиперлипидемию, талассемию, анемии различного генеза, мочекаменную болезнь,

нарушения пищеварительной функции, кожные заболевания и бронхиальную астму [3].

Таким образом, целью данного исследования являлась разработка и изучение характеристик нового функционального напитка на основе сока яблок с добавлением экстракта ростков пшеницы.

На первом этапе получали ростки пшеницы длиной 10 см. Для этого зёрна пшеницы помещали в чашу, заливали водой, накрывали марлей и оставляли на 12 часов, сливали жидкость и оставляли без воды еще на 12 часов. В лоток насыпали тонкий слой, разравнивали. Сверху равномерно распределяли зёрна. Закрывали лоток несколькими слоями марли и оставляли на 2-3 суток. В течение этого времени каждые 24 часа опрыскивали зёрна водой.

Существует два основных способа получения сока из ростков пшеницы: с помощью соковыжималки и с использованием блендера.

Для получения сока из ростков рекомендуется использовать шнековую соковыжималку, как ручную, так и механическую модель. Шнековые устройства считаются предпочтительными, поскольку они работают на низких скоростях и обеспечивают технологию «холодного отжима», при которой сок не подвергается нагреванию и сохраняет свою свежесть. В результате обработки получается концентрированный продукт с выраженным травяным вкусом [5,8].

В чашу блендера помещали проростки и влейте немного воды (примерно 50-100 мл на каждые 100 г проростков). Измельчали содержимое до образования однородной массы. Затем перекладывали полученную смесь в марлю, сложенную в несколько слоёв, и аккуратно отжимали сок. Свежевыжатый сок из ростков пшеницы имеет специфический травяной вкус, который может показаться слишком ярким. Чтобы сделать напиток более приятным, его можно разбавить другими свежевыжатыми соками.

В рамках исследования были изучены три типа соковых продуктов: монокомпонентный сок, полученный из ростков пшеницы, яблочный сок, а также два образца смешанных соков. Первый смешанный образец состоял из 30% сока из ростков пшеницы и 70% яблочного сока, подвергнутых пастеризации при температуре 80°C на протяжении 20 секунд. Второй смешанный образец включал те же компоненты в аналогичных пропорциях, но пастеризация осуществлялась при температуре 70°C в течение аналогичного временного интервала.

Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) измеряли методом титрования, в частности, окислительно-восстановительным титрованием с применением раствора йода. Для оценки антиоксидантной активности ростков пшеницы и фруктовых соков использовали метод DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил), который анализирует свободные радикалы.

Концентрацию хлорофилла определяли фотометрическим методом, а общее количество фенолов — спектрофотометрическим. Содержание фракций хлорофилла в яблочном соке и соке, полученном из проростков пшеницы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание хлорофилла в соке из проростков пшеницы и яблочном соке

Вариант исследования	Содержание хлорофилла А,%	Содержание хлорофилла В,%	Содержание общего хлорофилла, мг/100 мл
Сок из проростков пшеницы	4,85	2,44	72,36
Яблочный сок	4,21	2,37	70,32
Яблочный сок+сок из проростков пшеницы (пастеризация 80 °С, 20 с)	3,45	0,71	36,74
Яблочный сок+сок из проростков пшеницы (пастеризация 70°С, 20 с)	1,58	0,84	15,48

Анализируя полученные результаты, установлено, что сок из проростков пшеницы отличается более высоким содержанием фракций хлорофилла. Вариант исследования в комбинации яблочного сока 70% с добавлением сока из проростков пшеницы 30% (пастеризация 80°С, 20 с) отмечено наибольшее содержание общего хлорофилла – 36,74 мг/100 мл.

Результаты исследования образцов яблочного сока с добавлением сока из проростков пшеницы представлены в таблице 2.

Таблица 2. Содержание аскорбиновой кислоты, полифенольных соединений и показатели активности антиоксидантов

Вариант исследования	Содержание аскорбиновой кислоты, г/л	Сумма полифенольных соединений, мг/л	Показатели антиоксидантной активности, мг/100 мл
Сок из проростков пшеницы	256,25	57,14	130,36
Яблочный сок	24,71	219,27	34,32
Яблочный	52,78	3,58	56,12

сок+сок из проростков пшеницы (пастеризация 80 °С, 20 с)			
Яблочный сок+сок из проростков пшеницы (пастеризация 70°С, 20 с)	42,47	3,69	52,10

По результатам исследования на содержание аскорбиновой кислоты, общей суммы полифенолов и антиоксидантной активности наибольшими результатами отличается образец яблочного сока с соком из проростков пшеницы, подвергнутый пастеризации при 80 °С, 20 с.

Ростки пшеницы демонстрируют значительный потенциал в качестве сырья, позволяющего создавать продукты, обогащенные биологически активными веществами. Они представляют собой богатый источник фитонутриентов, таких как хлорофилл, витамин С, полифенолы и минералы, что обуславливает их высокую питательную ценность. Исследования подтверждают, что свежие ростки пшеницы обладают высокой пищевой ценностью.

Экспериментальные данные показали, что смесь, состоящая из 70% яблочного сока и 30% ростков пшеницы, характеризуется высоким содержанием аскорбиновой кислоты, полифенолов, хлорофилла и антиоксидантной активностью.

Список литературы

1. Горькова И. В., Шатохин К. А. Изучение белкового комплекса семян Lupinus Angustifolius в процессе прорастания // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева: Сборник статей. В 3-х томах, Тюмень, 20–22 ноября 2025 года. Том 2. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2025. – С. 273-276. – EDN LCXUUH.

2. Горькова И. В., Крестова А. А. Витамины группы р в биотехнологии функционального напитка адаптогенного действия // Передовые научно-технические проекты в биотехнологии: Материалы I Национальной научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 19 мая 2022 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 259-262. – EDN WJZQQA.

3. Казина В.В., Сафронова Т.Н., Ермош Л.Г. Разработка технологии получения сока из ростков пшеницы с определением режимов и сроков его хранения // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 2. С. 64-72.

4. Кузовлева Н. В. Целительные свойства пшеницы. Москва: ЛитРес, 2011. 130 с.

5. Отставнова М. С., Горькова И. В. БАВ проростков ячменя при культивировании Bacillus subtilis // Передовые научно-технические проекты в биотехнологии : Материалы I Национальной научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 19 мая 2022 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 201-205. – EDN BSNPEY.

6. Поляков А.В., Фролов Д.И. Функциональный напиток на основе яблочного сока и ростков пшеницы // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10 №1. С. 38-43.

7. Савенкова, Н.А., Солохина И.Ю. Исследование характеристик разных типов пшеничного зерна и оценка его потенциала для создания напитков // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 165-169.

8. Солодников С.Ю. [и др.]. Оценка биологических свойств сока из ростков пшеницы. Разработка технологии его получения // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 3. С. 62-68.

9. Lai C. N. Chlorophyll: The active factor in wheat sprout extract inhibiting the metabolic activation of carcinogens in vitro // Nutrition and Cancer. 1979. Vol.1, № 3. P. 19-21.

Savenkova N.A., Solokhina I.Y.

GETTING A DRINK WITH THE ADDITION OF FRESHLY SQUEEZED JUICE FROM WHEAT SPROUTS

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel

Annotation. The article discusses the technology of making a drink based on apple juice with the addition of freshly squeezed juice from wheat sprouts. A study was conducted on the content of fractions of chlorophyll, ascorbic acid, polyphenols and antioxidant activity in the resulting drink.

Keywords: juice, wheat, chlorophyll, polyphenols, ascorbic acid, antioxidant activity.

УДК 663.95

Жарина О.М. Солохина И.Ю.

ЭКСТРАКЦИЯ АРОМАТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАСТВОРИМОГО ЧАЯ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», г. Орёл

Аннотация: в рамках данного исследования был проведен анализ методики сохранения первичного аромата чайного сырья в рамках технологического процесса производства растворимых порошкообразных форм. Данный аспект является критически важным для обеспечения качества конечного продукта в чайной индустрии. Основное внимание сосредоточено на исследовании влияния температурных параметров и продолжительности экстракции на стабильность летучих ароматических компонентов эфирных масел чая.

Ключевые слова: быстрорастворимый чай, экстракция ароматов, летучие соединения, экстракция, лиофилизация.

Современные технологии промышленного производства чая, несмотря на их высокую эффективность и стандартизацию, не всегда способны обеспечить полную сохранность всего комплекса биологически активных соединений, содержащихся в исходном сырье [6,7]. В этом контексте особое внимание следует уделить ароматическим компонентам, представленным эфирными маслами, которые играют ключевую роль в формировании уникальных органолептических характеристик чая. Эти эфирные масла представляют собой сложные химические конгломераты, включающие в себя широкий спектр соединений, таких как альдегиды, кетоны, спирты, кислоты, углеводороды и фенолы, что в совокупности определяет вкусовые и ароматические свойства напитка [3].

Содержание эфирных масел в чайных листьях является крайне незначительным, составляя лишь сотые доли процента от общей массы сырья. В свежезаготовленных листьях концентрация эфирных масел может достигать 0,014%, тогда как в высушенном материале этот показатель снижается до 0,007%.

В составе эфирных масел, экстрагированных из зеленого чая, идентифицированы значительные количества гексанола, составляющего приблизительно 50% от общего объема, что придает напитку характерный травянистый аромат. Гераниол, составляющий около 14%, вносит розовые оттенки в ароматический профиль, а линалоол, концентрация которого достигает примерно 13%, придает чаю запах ландыша. Кроме того, в составе эфирных масел обнаружены производные вышеупомянутых

соединений, что дополнительно обогащает органолептические свойства зеленого чая [3,5,9].

Температуры кипения этих важных ароматических соединений колеблются от 156°C для гексенола до 230°C для гераниола. Для успешного извлечения этих веществ необходимо проводить экстракцию при температурах, превышающих их точку кипения, что предъявляет особые требования к используемому промышленному оборудованию. Летучие альдегиды, характеризующиеся низкими температурами кипения (менее 100°C), встречаются в чайном листе в минимальных количествах.

Процесс получения сухого экстракта черного (образец 1) и зеленого(образец 2) чая было предложено вести в периодическом режиме, включающем последовательно следующие стадии: экстракцию водорастворимых веществ зеленого и черного чая, отделение экстракта от осадка методами фильтрации и / или центрифугирования (сепарирования), концентрирование методом выпаривания на роторном испарителе ИР-1ЛТ и лиофильную сушку 113000 с вакуумным насосом RZ2/Termo[1].

В процессе производства чая необходимо оптимизировать два ключевых параметра: содержание сухих веществ и концентрацию готового раствора. На начальных этапах экстракции происходит извлечение легкодоступных и быстрорастворимых компонентов, находящихся на поверхности чайных листьев. Считается, что медленно-растворимые компоненты находятся внутри клеток и их выделение затруднено вследствие повреждения клеточных мембран. Это ограничивает скорость проникновения растворителя в клетки и последующий перенос извлеченных веществ. Компоненты, которые хуже всего поддаются экстракции, вероятно, обладают высокой молекулярной массой, что замедляет их диффузию через клеточные структуры, либо являются продуктами гидролиза, образующимися в процессе экстракции. Вне зависимости от применяемой технологии, основная цель экстракции чая заключается в воздействии растворителя на чайные листья для селективного извлечения необходимых компонентов [2].

Целью нашего исследования была оптимизация технологии сбора ароматических соединений при получении инстантного чая.

В качестве объектов исследования взяли листья зеленого и черного чая.

Процесс извлечения водорастворимых веществ из чая оптимизируется путем контроля следующих параметров: длительности и температуры экстракции, гидромодуля и числа последовательных экстракций. В рамках данного исследования гидромодуль суспензии был установлен на уровне 1:10, температура экстракции составила 90°C, а время проведения – 1 час. По истечении первого часа, после оседания чайной массы, первый экстракт был отделен путем сливания и

последующей последовательной фильтрации через вакуумный фильтр, фильтровальную бумагу, бязь и марлю. Оставшееся сырье подвергалось повторному нагреву до 90°С и настаиванию в течение 1 часа. При однократной экстракции выход сухих веществ достигал 37%.

Повторное экстрагирование продемонстрировало улучшенные результаты: наблюдался рост выхода водорастворимых компонентов, было сохранено значительное количество ароматических соединений (более 70% эфирных масел) и уменьшилось накопление балластных веществ. Второй экстракт был извлечён и подвергнут фильтрации аналогичным образом, как и первый. Первичный и вторичный экстракты были объединены для последующего выпаривания [4].

Концентрирование растворов проводили при температуре 80°С на роторном испарителе ИР-1ЛТ. Концентрат сушили с использованием лиофильной сушки 113000 с вакуумным насосом RZ2/Termo [1].

В ходе экспериментов по извлечению низкокипящих ароматических компонентов из чая (образец 2) на стадии экстракции посредством конденсации пара при температуре около 100°С были получены следующие результаты: при получении первичных фракций в процессе отгонки выявлен специфический нехарактерный для чая запах, что является следствием сырья ненадлежащего качества. Продукт, полученный методом лиофильной сушки, характеризовался наличием приятного аромата растений, обусловленного присутствием высококипящих эфирных масел в его составе.

Образец 2, представляющий собой сухой экстракт чая, выделялся своим насыщенным и типичным для чая смешанным ароматом.



Рисунок 1. Зависимость выхода сухих веществ от кратности экстракции

Экстракция ароматических соединений оказалась неэффективной из-за низкого содержания летучих компонентов. Более 70% эфирных масел зелёного чая остаются в конечном продукте, так как их температура кипения выше рабочих параметров процесса. По результатам исследования определяли содержание сухих веществ (%) термогравиметрическим методом, концентрацию танино-катехиновой смеси методом спектрофотометрии [8].

На представленной диаграмме отражена динамика экстракции сухих веществ из черного чая (образец 1) и зеленого чая (образец 2). Образец 1 демонстрирует возможность извлечения более 35% ценных термолабильных компонентов, включающих часть кофеина и летучие ароматические соединения. Образец 2 характеризуется выходом сухих веществ на уровне 28%, которые в основном представлены высокомолекулярными танинами и красящими пигментами.

Таким образом, проведена оптимизация стадии сушки в технологии получения порошкового экстракта зеленого и черного чая, которая включает следующие процессы: водную экстракцию растворимых компонентов чайного листа, отделение осадка от экстракта методами фильтрации, концентрирование экстракта и сушку. Показано, что выход по сухим веществам полупродукта на стадии экстракции составляет от 28 до 36 % в зависимости от сорта чая.

Список литературы

1. Иванова Е.С., Петрова Л.И. Разработка технологии получения порошкового экстракта из листьев зеленого чая // Молочная и мясная промышленность. 2016. № 3. С.45-48.

2. Лобанова Е.В., Романов А.В. Влияние условий экстракции на содержание катехинов в экстрактах зеленого чая // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (183). С.115-120.

3. Погорелый В.А., Шамсутдинов Н.З., Курченко В.С. Исследование процесса сушки растительных экстрактов методом распылительной сушки // Вестник Казанского технологического университета. 2018. № 4. С.98-103.

4. Сафронова Т.П., Золотарева А.А. Исследование процесса экстрагирования биологически активных веществ из зеленого чая // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015 № 2. С. 25-30.

5. Соловьева О.В., Лапина Н.В., Корниенко В.В. Технологические подходы к получению сухих экстрактов функционального назначения из растительного сырья // Вопросы питания. 2021. №5. С.78-84.

6. Горькова И. В., Маратова Г. М., Костромичева Е. В., Горьков А. А. Влияние режимов ферментации на антиоксидантную активность чайного

напитка из гречихи // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения : Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 391-395. – EDN ATMEXE.

7. Солохина, И. Ю. Перспективы использования полифенолов в качестве биологически активных соединений // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 375-379.

8. Солохина, И. Ю. Влияние переработки растительного сырья на выход соединений фенольной природы Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 27–28 февраля 2019 года / Ответственный редактор И.Я. Пигорев. Том 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2019. – С. 207-210.

9. Шинкаренко А.Л. Разработка технологии получения стандартизованного экстракта зеленого чая // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. 2018. № 9. С.14-18

Zharina O.M. Solokhina I.U.

EXTRACTION OF FLAVORS IN THE PRODUCTION OF INSTANT TEA

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel

Abstract: This paper presents a new approach to preserving the authentic flavor of tea raw materials in the production of instant powders, a task of great importance to industry. The study is aimed at studying the effect of temperature conditions and extraction duration on the preservation of volatile aromatic fractions of tea essential oils. An innovative method of two-stage aqueous extraction has been scientifically substantiated and experimentally tested. It has been established that the preliminary extraction of aromatic components at 80-85 ∘C provides selective extraction of up to 92% of volatile aromatic compounds, while simultaneously minimizing the extraction of polyphenols and tannins, which become more active at higher temperatures (95-100℃).

Key words: instant tea, flavor extraction, volatile compounds, two-stage extraction, vacuum concentration, lyophilization, organoleptic properties

УДК 415.034.12

Блохин С.В., Гнеушева И.А.

ПРИМЕНЕНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия

Аннотация. В статье показаны исследования по выделению из растительного сырья (моркови и красной смородины) смесевого красителя и применению в технологии получения функционального продукта – бальзама. Анализ цветности бальзама показал, что в процессе хранения напитка незначительно изменялись цветовые характеристики. Образцы функциональных напитков обладают антиоксидантной активностью, препятствующей разрушению белков, липидов, ДНК и других биологически активных соединений. Анализ полученных результатов показывает возможность применения смесевых каротиноидно-антоциановых красителей для получения функциональных напитков, что позволяет повысить пищевую ценность и биологическую активность вырабатываемых напитков, а также сохранить цвет в течение исследуемого срока хранения.

Ключевые слова: натуральные красители, антиоцианы, каратиноиды, функциональные напитки

Вину, настойкам, бальзамам, аперитивам с древности приписывали волшебные свойства и божественное происхождение. Физиологические и лечебные свойства напитков отмечал еще Гиппократ, советуя их применять при самых различных заболеваниях. Спирт возбуждает дыхательный центр, стимулирует кровообращение, расширяет сосуды головного мозга. Некоторые спиртовые экстракты помогают организму освобождаться от радио активного стронция и чужеродных соединений [2].

Важное значение для приготовления настоек, аперитивов и бальзамов имеют полуфабрикаты из растительного сырья. Функциональные напитки, как правило, приобретают окраску благодаря растительному сырью, но если цвет недостаточно интенсивен или имеет не тот оттенок, то изделие подкрашивается разрешенными красителями [2].

Натуральные красители обычно выделяют из природных источников методом экстракции в виде смеси соединений, различных по

своей химической природе, состав которой зависит от источника и технологии получения, в связи, с чем обеспечить его постоянство обычно бывает трудно.

Поэтому для приготовления напитков функционального назначения мы остановили свой выбор на получении натурального природного смесевого красителя. В качестве растительного сырья использовали морковь посевную как источник каротиноидного пигмента и выжимки ягод красной смородины как источник антоцианов [1].

Для получения желаемого цвета напитков готовили два образца смесевого красителя. Для приготовления первого образца красителя про водили гидрофилизацию пигментов моркови по разработанному режиму для каротиноидного сырья, а также термообрабатывали выжимки черной смородины до полного высыхания [4].

Для второго образца красителя сырье, состоящее из измельченной моркови и выжимок ягод красной смородины в соотношении 1:1, термообрабатывали до полного высыхания.

Выжимки сырья для первого образца красителя с соотношением морковь и красная смородина 1:3 и выжимки для второго образца красителя обрабатывали дважды этиловым спиртом при температуре 55…60 °С в течение 1,5 ч при гидромодуле 1:4 [3].

Далее полученные экстракты концентрировали под вакуумом до содержания сухих веществ не менее 60 %. Органолептические и физико-химические показатели полученных смесевых красителей приведены в табл. 1.

Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели полученных смесевых красителей

Показатель красителя	Образец 1	Образец 2
Внешний вид и цвет	Густая сиропообразная жидкость темно-коричневого цвета	Густая сиропообразная жидкость темно-бордового цвета
Запах	Слабый специфический	Без посторонних запахов
Содержание экстрактивных веществ, %	49	64
pH	3,6	2,8
Сохранность окраски экстракта при хранении в течении 15 суток в условиях комнатной температуры и естественного освещения, %	84	86

Для проверки стабильности цвета и окрашивающей способности каротиноидно-антоциановых красителей готовили бальзам.

Анализ цветности бальзама показал, что в процессе хранения напитка незначительно изменялись цветовые характеристики. Таким образом, в течение исследуемого периода окраска функционального продукта претерпела не значительные изменения, выраженные в небольшом потемнении напитка. В течение 15-дневного периода хранения окраска бальзама не изменилась.

Кроме того, образцы функциональных напитков обладают антиоксидантной активностью, препятствующей разрушению белков, липидов, ДНК и других биологически активных соединений [7].

Для определения антиоксидантной активности (АОА) бальзама использовали прибор «ЦветЯуза 01-АА», который позволяет проводить прямые количественные измерения АОА исследуемых проб. При этом, варьируя полярность и величины приложенных потенциалов, можно определять не только суммарную антиоксидантную активность, но и активность отдельных классов биологических соединений [8, 9].

Результаты исследования приведены в табл. 2.

Таблица 2. Определение антиоксидантной активности (АОА) бальзама

Продукт	Значение АОА, мг/дм3
Бальзам без красителя	67,01
Бальзам с красителем (образец 1)	69,25
Бальзам с красителем (образец 52)	74,2

Таким образом, анализ полученных результатов показывает возможность применения смесевых каротиноидно-антоциановых красителей для получения функциональных напитков, что позволяет повысить пищевую ценность и биологическую активность вырабатываемых напитков, а также сохранить цвет в течение исследуемого срока хранения.

Список литературы

1. Болотов, В. М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова. — СПб.: ГИОРД, 2008. — 240 с.

2. Костромичева, Е. В. Получение натуральных пищевых красителей на основе продуктов переработки томатного сырья / Е. В. Костромичева // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: Материалы V международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области

биотехнологии, Орел, 08 декабря 2022 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 149-153. – EDN JBDORU.

3. Костромичева, Е. В. Исследование влияния методов предобработки ягодного сырья на выход и качество пищевых красителей / Е. В. Костромичева, Я. М. Усова // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения : Материалы V международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 08 декабря 2022 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 153-156. – EDN NLMBXC.

4. Биотехнология биологически активных соединений - природных антиоксидантов / Е. В. Костромичева, К. И. Кирриленко, А. Д. Ереп, А. Ю. Попова // Передовые научно-технические проекты в биотехнологии : Материалы III Всероссийской научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 23 апреля 2024 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, 2024. – С. 39-43. – EDN DDPCQT.

5. Пат. 2221829. Российская Федерация. Способ получения спиртоводорастворимого каротиноидного красителя из растительного сырья / Л. И. Перикова, В. М. Болотов, О. Б. Рудаков; заявитель и патентообладатель Воро неж. гос. технол. акад. — № 2002119910 / 13; заявл. 22.07.2002; опубл. 20.01.2004. Бюл. № 2.

6. Пищевые ароматизаторы и красители. Некоторые вопросы законодательства // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2002. — № 1. — С. 10–13.

7. Действие регуляторов роста и Биостимулятора на антиоксидантный статус Triticum vulgare L. И Hordeum vulgare L / Н. Е. Павловская, И. Н. Гагарина, А. Ю. Попова [и др.] // Вестник ИрГСХА. – 2023. – № 118. – С. 32-46. – DOI 10.51215/1999-3765-2023-118-26-35. – EDN UOECWZ.

8. Выделение и исследование фракций конглютинов люпина / Е. В. Костромичева, П. С. Гуркин, А. П. Никонов, К. А. Шатохин // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 365-369. – EDN NRKEDD.

9. Прида, А. И. Природные антиоксиданты полифенольной природы (антирадикаль ные свойства и перспективы использова ния) / А. И. Прида,

Р. И. Иванова // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. — 2004. — № 2. — С. 76–78.

Blokhin S.V., Gneusheva I.A.

USE OF NATURAL DYES IN FUNCTIONAL PRODUCT TECHNOLOGIES

N.V. Parakhin Oryol State Agrarian University, Oryol, Russia

Abstract. The article shows research on the extraction of a mixed dye from plant raw materials (carrots and red currants) and its application in the technology of producing a functional product, balsam. The analysis of the color of the balsam showed that the color characteristics changed slightly during the storage of the beverage. The samples of functional beverages have antioxidant activity that prevents the destruction of proteins, lipids, DNA, and other biologically active compounds. The analysis of the obtained results shows the possibility of using mixed carotenoid-anthocyanin dyes to produce functional beverages, which allows to increase the nutritional value and biological activity of the produced beverages, as well as to preserve the color during the studied shelf life.

Keywords: natural dyes, anthocyanins, carotenoids, functional beverages

УДК 638.12+633.853.483

Велкова Н.И.

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ ГОРЧИЦЫ И МЕДА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация: В статье приведены самые разнообразные кулинарные рецепты с горчицей и медом. Представлены рецепты как для повседневного приготовления, так и для праздничного стола. Они отличаются различными технологиями, часто не сложными, что делает их доступными даже для начинающих кулинаров.

Ключевые слова: горчица, растение, медонос, мед, кулинария, рецепт.

Горчица не только вкусна, она содержит множество полезных веществ. В столовой горчице, имеются следующие необходимые организму витамины (B1, B2, E). Кроме того, горчица содержит железо, калий, кальций, фосфор и многие другие элементы [3,5].

Высушенные семена горчицы не имеют запаха, но имеют жгучий вкус при разжевывании. Они отличаются слабым, сладковатым привкусом, имеют тонкий аромат и хорошие консервирующие свойства. Кроме того, молотые горчичные семена — хорошие эмульгаторы и загустители, что также используется в различных соусах.

Однако большее количество семян выращивают для получения горчичного масла, которое делают в основном из семян горчицы сарептской и черной. Оно придает блюдам особо рассыпчатую структуру и приятный желтый цвет. Кроме того, оно используется при приготовлении некоторых сортов рыбных консервов. Пищевое горчичное масло имеет пикантный привкус и запах и может служить отличной заправкой для салатов.

Порошок горчицы используется в качестве эмульгатора при приготовлении майонеза и салатных заправок. Кроме того, он входит в состав соусов-барбекю, используется для запекания мяса или птицы, образуя аппетитную красновато-коричневую защитную корочку на поверхности нежных продуктов — для этого порошок размешивают с водой до превращения в жидкое тесто, которым обмазывают продукт и запекают в духовке. Разумеется, для подобной обмазки подойдет и горчица готовая.

Промышленность разных стран выпускает множество разновидностей горчицы - от сладких и нежных до жгучих и острых. Они могут иметь однородную консистенцию или включать целые семена, при их приготовлении может использоваться огромное количество разнообразных добавок.

Русская горчица до сих пор производится у нас из размолотых в порошок жмыхов горчицы сарептской. Считается, что у нее самый жгучий вкус среди прочих видов. Обычно подается к жаркому, холодным мясным нарезкам, языку и другим мясным блюдам. Раньше русская горчица не содержала никаких других компонентов, кроме заваренного горячей водой горчичного порошка, соли, сахара и уксуса, оставаясь основой создания чистого жгучего вкуса, но современные производители используют различные добавки — от орехов до коптильной жидкости и хрена с кетчупом [1,6].

Широко используется в кулинарии и горчица листовая, а также молодые листья горчицы, которые сочетают в себе вкус горчицы, хрена и салата, что придает ей пикантный изысканный вкус. Листья дикой горчицы собирают до цветения, слегка бланшируют и используют как витаминную зелень в свежих салатах, которые получают свежий травянистый, жгучий вкус. Горчицу листовую также готовят в отварном или тушеном виде как гарнир к рыбным блюдам и блюдам из белого мяса. Варят и тушат ее очень недолго, закладывают перед выключением или

бланшируют. Побеги листовой горчицы можно добавлять к овощным маринадам, например, при мариновании стрелок чеснока или пикулей.

Горчичный порошок - самая удобная форма для хранения горчицы. Этот порошок нужно смешивать с холодной водой перед использованием. Когда добавляется вода, начинают выделяться масла из горчичных семян, которые придают горчице ее характерный вкус. Ее аромат со временем пропадает, поэтому лучше каждый раз готовить свежую горчицу. Горчичный порошок также используется в салатных заправках, сырных соусах, майонезе - у него довольно концентрированный вкус, поэтому добавлять нужно всего лишь по щепотке.

Одна из интересных разновидностей горчицы - зернистая. Она делается из практически целых горчичных зерен и белого вина, обладает довольно мягким вкусом и отлично подходит к мясу на гриле. Горчичные семечки для приготовления этого вида горчицы дробятся только частично, чтобы придать ей хруст. Такую горчицу рекомендуется добавлять в сливочные соусы к курице и свинине или намазывать тонким слоем на бутерброды с мясом. Также хорошо подходит для салатных заправок, а если под крышку баночки с горчицей положить ломтик лимона – тогда горчица не только не засохнет, но и приобретет приятный лимонный аромат.

Семена всех возделываемых видов горчицы используют целыми как пряность в пищевой промышленности: при консервировании овощей, грибов, рыбы, а также в приготовлении блюд из капусты, мясных супов, фаршей. Молотыми они употребляются в хлебопекарной, кондитерской, мыловаренной, текстильной и фармацевтической промышленности. Обладая антибактериальными свойствами, являются хорошим средством для сохранения скоропортящихся продуктов [6].

В молочной промышленности семена горчицы белой добавляли в творожную массу. Семена горчицы белой почти лишены аромата, а вкус резче и грубее, чем у горчицы сарептской. Из них делают горчицу столовую. Их употребляют для овощных, грибных и мясных маринадов, семенами приправляют салаты и сельдь.

Большое количество семян используется в пищевой промышленности для производства различных видов смесей и пряностей для консервирования овощей и грибов. Но самое большое количество их используется для производства горчицы. И хотя почти каждый производитель в зависимости от использованных пряностей получает иной вкус горчицы, известны два основных типа – французская и горчица с хреном. Горчица с хреном приготавливается из смеси семян белой и горчицы черной грубого помола или раздробленных. Семена горчицы черной придают ей специфический вкус.

Рецепты приготовления горчицы [2]

Горчица «Русская»

Горчичный порошок – 280 г, вода – 550 мл, сахар – 115 г, соль – 25 г, растительное масло – 85 г, уксус 80 % - 20 мл, перец горький, лавровый лист – по 0,5 г.

Горчица на яблочном пюре

3 ст. ложки горчичного порошка, 4 ст. ложки яблочного пюре, 2,5 ст. ложки сахарного песка, 1 ч. ложка соли и 2 ч. ложки 2-3%-ного уксуса, вскипячённого с гвоздикой, корицей, базиликом, бадьяном.

Пюре, приготовленное из антоновских яблок (без кожи и пленок), смешивают с порошком горчицы, сахаром, растирают, разводят уксусом и солят. Через три дня горчица готова к употреблению.

Горчица с хреном

0,5 чашки горчичного порошка, 0,5 чашки воды, 1 ч. ложка соли, 1 ч. ложка сахара, 0,5 ст. ложки белого винного уксуса, 1-2 ст. ложки натертого свежего хрена.

Соединить горчичный порошок и воду в миске. Соль, сахар и половину натертого хрена поместить в блендер и смешать. Затем добавить смесь в горчицу. Все вновь хорошо смешать, прогреть до загустения, охладить и добавить оставшийся хрен. Если горчица слишком густая, можно добавить воды или уксуса.

Медовая горчица

Порошок горчицы 100 г, вода 250 г, 9%-ный уксус 100 г, мед 50 г, масло растительное 15 г, соль 15 г, корица 0,1 г, гвоздика 1-2 шт.

Горчица, приготовленная на меду, отличается от обыкновенной исключительно приятными вкусовыми качествами и в течение месяца сохраняет свой цвет и консистенцию (не засыхает). Приготовляется она следующим образом: в горячую воду положить мед, соль, гвоздику, корицу, кипятить 5-7 минут, охладить, процедить, влить уксус, Горчичный порошок размять в тарелке и постепенно развести половиной отвара с уксусом. Разведенную горчицу оставить на сутки, размешивая 3-4 раза. После этого добавить оставшийся отвар, растительное масло, хорошо перемешать и выдержать 2-3 суток.

Горчица с медом

Взять обыкновенную столовую горчицу и добавить к ней мед по вкусу (желательно гречишный), немного подсолнечного масла, уксуса и молотого черного перца. Медовая горчица имеет очень приятный вкус, не засыхает и хорошо храниться.

Горчичный хлеб [7]

Горчичный хлеб славится своей пользой и вкусом. Это классический рецепт, про такой многие слышали и пробовали, на него даже ГОСТ есть. Изучаем, как его приготовить дома - без дрожжей, на закваске или квасной гуще.

Хлеб должен выходить не горький, а очень душистый и вкусный, со слегка желтоватым мякишем. Горчичный хлеб очень ароматный, слегка сладковатый. В зависимости от качества горчицы или масла (вместо горчицы иногда кладут горчичное масло) может ощущаться легкая горчинка в послевкусии. Тут нужно с количеством экспериментировать. Можно одновременно добавлять и горчичное масло (около 2 ложек), и семена горчицы - они тогда попадаются и "лопаются" на языке - пряные и приятно-острые. Семена горчицы можно (но не обязательно) на сухой сковороде поджарить - аромат будет сильнее.

Сильнее всего в горчичном хлебе "играет" масло - оно даёт аромат больше всего. Горчичное масло содержит легкоусвояемые жиры, очищает организм от шлаков и способствует правильному пищеварению.

Вообще, такие добавки (как мёд или сахар, растительное или сливочное масло, молоко или простокваша) тоже улучшают вкус хлеба. Пряности действуют ещё сильнее. Вариантов выпечки разных хлебов - великое множество!

Для цельной домашней муки и закваски количество может варьироваться. Вместо сахара можно добавить мёд.

Хлеб горчичный с овсяными хлопьями

Ингредиенты для «Хлеб горчичный с овсяными хлопьями»:

• Вода — 250 мл, горчица (столовая, не порошок) — 3 ст. л., масло растительное — 1 ст. л., мука пшеничная / Мука (здесь и далее 1 стак. = 235 мл) — 2 стакана, мука ржаная — 1 стакан, хлопья овсяные — 3 ст. л., сахар —2 ст. л., соль — 1 ч. л., дрожжи (сухие) — 2 ч. л.

Тартинки с ветчиной, сыром и горчицей

200 г пшеничного хлеба, 100 г ветчины, 50 г сыра, горчица или томат-пюре по вкусу. Хлеб нарезать ломтиками, сбрызнуть водой, слегка смазать горчицей или томатом, сверху положить ломтики ветчины, на нее ломтики сыра. Запекать, пока сыр не расплавится.

Завитушки из пармезана и горчицы

На 8 штук: 100 г тертого сыра пармезан, 2 ч. ложки дижонской горчицы.

Нагреть духовку до 190 °С. Проложить противень пергаментом. Вилкой смешать горчицу с тертым сыром. Для каждой завитушки выкладывать по 2 ст. ложки смеси на противень на большом расстоянии друг от друга (помещается 4-5 шт.). Затем разровнять массу в ровные круги диаметром 8 см. Запекать до золотистого цвета в течение 6-7 минут.

Оставить на 30 секунд, а затем пока они еще теплые, переложить на скалку и дать остыть. Когда лепешечки остынут, они останутся закругленными. Когда противень остынет, повторить все с оставшейся смесью.

Завитушки останутся хрустящими в течение дня, если хранить их в плотно закрывающемся контейнере. Очень хороши эти маленькие закуски с бокалом шампанского.

Печенье "Горчичное"

Ингредиенты для «Печенье "Горчичное"»:

Пармезан (чеддер) — 60 г, масло сливочное — 40 г, яйцо куриное — 1 шт, горчица (Баварская ТМ ХААС) — 2 ч. л., порошок горчичный — 0.5 ч. л., соль — 1 щепотка, семена горчицы — 3 ст. л., мука пшеничная , мука — 100 г, молоко — 1 ст. л.

Сыр натереть на терке. В оригинальном немецком рецепте был зрелый Чеддер. Мешать до кремовой массы со сливочным маслом комнатной температуры. Добавить яйцо, "Баварскую" горчицу ТМ Хаас, горчичный порошок, соль, 1ст. л. семян горчицы. Всыпать муку, перемешать. Замесить гладкое тесто. Завернуть в пищевую пленку и убрать в холодильник на 15 минут. Разделить тесто на 2 части, скатать из них 2 колбаски, диаметром 3-3,5 см. Оставшиеся семена горчицы рассыпать на столе, каждую колбаску смазать молоком и "прокатить" по семенам. Снова завернуть в пищевую пленку и убрать в холодильник на 40-45 минут. Нарезать ломтиками толщиной 0.5 см. Выложить на пергамент или тефлоновый лист. Выпекать в предварительно разогретой до 180 градусов духовке до золотистого цвета. Минут 10-15. Не передерживайте. Семена горчицы в этом печенье приятно удивили

В статье приведены самые разнообразные кулинарные рецепты с горчицей и медом. Представлены рецепты как для повседневного приготовления, так и для праздничного стола. Они отличаются различными технологиями, часто не сложными, что делает их доступными даже для начинающих кулинаров.

Список литературы

1. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица — дар людям и пчелам//Пчеловодство, №1, 2014.- С. 22-24.

2. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая – медоносная культура/ Монография, Орел, изд-во «Картуш», 2015.- 184 с.

3. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Возделывание горчицы белой (Sinapis alba L.) в условиях ЦЧР: Монография- Орел, ООО ПФ «Картуш» вып.2, 2018.- 384 с.

4. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Возделывание горчицы белой (Sinapis alba L) для укрепления кормовой базы пчеловодства в Орловской области. /Рекомендации/. - Орел 2007.- 44 с.

5. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Возделывание горчицы белой (Sinapis alba L.) в условиях ЦЧР: монография. - Орел: изд-во Орел ГАУ, 2009.- 308 с.

6. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Горчица - источник здоровья, высоких урожаев и медосборов/ Сборник научных трудов по пчеловодству. - Орел, 2012. Вып. 20. - С. 168-190.
7. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Комплексное использование горчицы белой в народном хозяйстве. Монография. - Орел: Картуш, 2021.- 312 с.

Velkova N.I.

PRODUCTION OF FOOD PRODUCTS WITH MUSTARD AND HONEY

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract: The article provides a wide variety of culinary recipes with mustard and honey. It includes both everyday and festive recipes. These recipes are characterized by various technologies, often simple, making them accessible to novice cooks.

Keywords: mustard, plant, honey plant, honey, cooking, recipe

УДК 633.853.483

Велкова Н.И.

ЦВЕТОЧНАЯ ПЫЛЬЦА С ГОРЧИЦЫ - ЦЕННЫЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКТ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация: В статье приводятся данные по пыльцевой продуктивности горчицы белой. Устновлено, что в условиях Орловской области пыльцевая продуктивность гектара посева горчицы белой значительно изменяется по годам – от 102,6 кг/га до 532,6 кг/га, и составляет в среднем 260,8 …396 кг/га. Результаты исследований показали, что горчица белая является ценной для возделывания в условиях Орловской области пыльценосной культурой позволяющей значительно улучшить кормовую базу пчеловодства и получить ценный пищевой продукт.

Ключевые слова: горчица белая; пыльца; продукт; цветок; сорта; растения.

Цветочная пыльца представляет собой тончайший порошок, окрашенный в разные цвета в зависимости от вида растений. Химический состав пыльцы чрезвычайно разнообразен: в ней содержатся ферменты, альбумины, глобулины, мукопротеины, аминокислоты, жиры и липоиды,

органические кислоты, стерины, каратиноиды, флавоноиды, 28 углеводов, витамины, зольные элементы и др. [1,2,3]

Присутствие в пыльце аминокислот (гистидина, метионина, лизина, лейцина, треонина, и т.д.) придает ей совершенно уникальные свойства. По количеству незаменимых аминокислот пыльца в 5-6 раз превосходит говядину. Липиды пыльцы представлены фосфолипидами, фитостеринами и прочими жирами и жироподобными веществами, углеводы – в основном глюкозой и фруктозой, но встречаются также мальтоза, сахароза, целлюлоза, крахмал и пектиновые вещества.

Пыльца – богатейший источник витаминов и прежде всего витамина Е, содержит большое количество витамина С, а также витаминов группы В, фолиевой кислоты, витамина B_1, пантотеновой кислоты, витамина B_2 и B_6.

Горчица белая относится к группе нектаропыльценосов. С нее собирается много первоклассной пыльцы, необходимой для роста и развития пчелиной семьи.

Пчелы активно посещают цветки горчицы из-за наличия большого количества пыльцы, несмотря на отсутствие нектара, обеспечивая опыление растений. [4,5,6].

С горчицы белой, по данным Jablonski, Skowranek (1985), можно получить от 40 до 150 кг пыльцы.

В химический состав пыльцы горчицы входят (%): белок - 21,7; жир - 8,6; углеводы - 25,8; вода - 13,2; зола - 2,5.

Пыльцевая продуктивность у неё зависит от наличия образуемой пыльцы в цветке и количества цветков на растении.

На пыльцевую продуктивность влияет возраст и условия произрастания растений. Максимум пыльцы образуется в период массового цветения и значительно меньше в начале и в конце данного периода. Эти данные были подтверждены рядом авторов, в том числе и на капустных культурах. [7,8,9].

При изучении нами пыльцевой продуктивности 42 сортов горчицы белой, выявлена изменчивость этого признака в зависимости от сорта, периода цветения и года изучения. Пыльцевая продуктивность одного цветка горчицы белой составила в среднем 0,300 мг/цв с колебаниями по сортам от 0,142 до 0,360 мг/цв.[10].

Нами установлено, что максимальное количество пыльцы в цветках образуется в период массового цветения и в среднем по годам составило 0,318 мг/цветок с колебанием от 0,275 мг до 0,380 мг/цветок.

Пыльцевая продуктивность цветка значительно изменяется по сортам и зависит от его сортовых особенностей, так с высокой пыльцевой продуктивностью выделились сорта горчицы белой (к-4198) Швеция, (к-

4131) Удмуртия, (к-4210) ГДР, (к-4190) Чехословакия, значение признака у них составило 0,301 -0,330 мг/цветок.

Нами также была рассчитана пыльцевая продуктивность одного гектара посева на примере трех сортов горчицы белой, которые являются типичными представителями разных эколого-географических групп: сорт (к-4164) Швеция, относится к северной группе, сорт (к-2372) Украина – южной группе, сорт (к-4186) Португалия – средиземноморской группе.

Установлено, что в условиях Орловской области пыльцевая продуктивность гектара посева горчицы белой значительно изменяется по годам – от 102,6 кг/га до 532,6 кг/га, и составляет в среднем 260,8 ….396 кг/га.

Пчелы интенсивно посещают цветущую горчицу белую преимущественно утром с 7 до 11 часов. По мнению Т.А. Алиева (1968) пчелы работают рано утром на её цветках для сбора пыльцы, а затем до 12-14 часов собирают нектар. Именно этот период является оптимальным для опыления и оплодотворения цветков.

Благодаря посещению большого количества цветков разных растений и попаданию пыльцы на волосяной покров тела, пчелы обеспечивают доставку на рыльца пестиков цветков горчицы белой разнокачественной пыльцы, способствуя этим избирательному оплодотворению.

Семенные посевы горчицы белой в Орловской области составляют более 3 тысяч га, в стране в разные годы до 200 тысяч га. К сожалению, заготовкой такого ценного продукта, как цветочная пыльца (обножка), на горчице белой не занимаются. Для отбора цветочной пыльцы существуют различные виды навесных пыльцеуловителей, позволяющих собрать до 12 % приносимой пчелами с растений пыльцы, что абсолютно безвредно для пчелиной семьи.

Навесной пыльцеуловитель навешивают в период медосбора с культуры на переднюю стенку улья перед летком, прикладывая его плотно к улью. В рабочее положение его можно включать сразу, же, без предварительного приучения к нему пчел. Пчелы легко привыкают к поставленным у летков пыльцеуловителям.

С помощью пыльцеуловителя у пчел отбирается до 10-12% обножек. Отбор пыльцы стимулирует пчел на более активный ее сбор с растений, что быстрее обеспечивает потребность семьи в белковом корме. Пчелиная семья собирает обножку за летний период в количестве 35-50 кг и более. В день от пчелиной семьи можно отобрать 150-200 граммов обножки с посевов горчицы белой. За период ее цветения одна пчелиная семья может дать человеку 2-3 кг ценнейшего белкового продукта.

Результаты наших исследований показывают, что горчица белая является ценной для возделывания в условиях Орловской области пыльценосной культурой позволяющей значительно улучшить кормовую базу пчеловодства и получить ценный пищевой продукт. Для повышения рентабельности пасек помимо традиционных пчеловодных продуктов меда, воска и прополиса с помощью пчел можно собрать с горчицы белой дополнительно в Орловской области 6-9 тонн цветочной пыльцы (обножки).

Список литературы

1.Якушева Е.И. Горчица //Пчеловодство. -№10, 1983.-С.17.

2.Велкова Н.И., Наумкин В.П. Возделывание горчицы белой (Sinapis alba l.) в условиях ЦЧР. Монография. Орёл, 2018. 384 с

3.Велкова Н.И., Наумкин В.П. Тяжелые металлы в системе почва-растение-мед//Пчеловодство. 2017. № 9. С. 6-9.

4.Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Кончаров П.Л. Кормовые растения России/ Москва. -1999.-370 с.

5.Наумкин В.П., Велкова Н.И. Химическое загрязнение тяжелыми металлами почвы, растений и семян горчицы белой//Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 1 (25). С. 106-111

6.Пономарева Е.Г. Кормовая база пчеловодства и опыление сельскохозяйственных растений /3-е изд, -М.-Колос. -1980.-С.16-38

7.Наумкин В.П., Донской М.М., Донская М.В. Исходный материал для селекции чины посевной (Lathyrus sativus l.) в условиях Орловской области//Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 3 (7). С. 46-50.

8.Донской М.М., Наумкин В.П., Донская М.В., Мазалов В. И. Практическое руководство по возделыванию чины посевной. Орел, 2015.

9.Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая - медоносная культура. Монография. Орловский государственный аграрный университет. Орел, 2015.184 с.

10.Минкевич И.А., Борковский В.Е. Масличные культуры – Сельхозгиз. -1995. -248 с.

Velkova N.I.

MUSTARD FLOWER POLLEN IS A VALUABLE FOOD PRODUCT

Federal State Budget Educational Institution of Higher Educatio "Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin "

Abstract: It has been established that in the conditions of the Oryol region, the pollen productivity of a hectare of white mustard crops varies significantly from year to year, ranging from 102.6 kg/ha to 532.6 kg/ha, with an average of 260.8…396 kg/ha. The research results have shown that white mustard is a valuable pollen-producing crop for cultivation in the Oryol region,

which can significantly improve the forage base of beekeeping and produce a valuable food product.

Keywords: white mustard; pollen; product; flower; varieties; plants.

УДК 664

Воронкова М.В., Ермакова Н.В., Коношина С.Н.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассматриваются современные инновационные технологии, применяемые в создании функциональных продуктов питания: микро- и нано-инкапсуляция, ферментация, 3D-печать продуктов питания, использование альтернативных источников белка и новые методы экстракции биоактивных соединений.

Ключевые слова: функциональные продукты питания, микро- и нано-инкапсуляция, ферментация, 3D-печать, альтернативные белки, биодоступность, экстракция.

Современная пищевая промышленность сталкивается с вызовами, связанными с ростом хронических заболеваний, дефицитом микронутриентов и необходимостью обеспечения населения безопасными и полезными продуктами питания. Функциональные продукты, обогащенные биологически активными веществами, представляют собой эффективное решение этих проблем.

Разработка таких продуктов требует применения инновационных технологий, позволяющих сохранять и усиливать полезные свойства ингредиентов, улучшать их усвояемость и обеспечивать стабильность в процессе хранения.

Одним из ключевых аспектов создания функциональных продуктов является обеспечение высокой биодоступности содержащихся в них нутриентов. Простое добавление полезных веществ в продукт не всегда гарантирует их эффективное усвоение организмом. Для решения этой проблемы применяются технологии, описанные ниже.

Микро- и нано-инкапсуляция: Эта технология подразумевает заключение целевых соединений (витаминов, минералов, полифенолов, пробиотиков и т.д.) в микро- или нано-капсулы, изготовленные из различных материалов (полисахаридов, белков, липидов). Инкапсуляция защищает нутриенты от деградации под воздействием факторов окружающей среды (свет, кислород, температура, pH), улучшает их

растворимость, маскирует неприятный вкус и запах, а также обеспечивает контролируемое высвобождение в желудочно-кишечном тракте, повышая биодоступность.

Инкапсулировать как водорастворимые, так и жирорастворимые соединения могут липосомы- это сферические везикулы, состоящие из липидного бислоя.

Они обладают высокой биосовместимостью и способностью проникать через клеточные мембраны, что обеспечивает эффективную доставку нутриентов в клетки.

Наноэмульсии – это термодинамически нестабильные дисперсии двух несмешивающихся жидкостей (например, масла и воды), в которых размер капель одной жидкости составляет от 1 до 100 нм. Они обладают высокой прозрачностью, стабильностью и улучшенной биодоступностью липофильных соединений.

Для создания продуктов с заданными функциональными свойствами применяются технологии, направленные на модификацию пищевых матриц.

Процесс, в котором микроорганизмы (бактерии, дрожжи, плесневые грибы) используются для преобразования пищевых ингредиентов-ферментация. Ферментация не только улучшает органолептические свойства продуктов, но и повышает их пищевую ценность, увеличивает содержание витаминов, аминокислот и других полезных веществ. Примерами являются йогурт, кефир, квашеная капуста, кимчи и другие ферментированные продукты.

Экструзия – это процесс, в котором пищевая масса под давлением продавливается через фильеру, что приводит к изменению ее структуры и свойств. Экструзия позволяет создавать продукты с различной текстурой, формой и плотностью, а также улучшать усвояемость питательных веществ.

3D-печать – аддитивная технология, которая позволяет создавать продукты питания сложной формы и структуры путем послойного нанесения пищевых материалов. Эта технология оказывает новые возможности для персонализации питания, создания продуктов с заданным содержанием нутриентов и текстурой, а также для разработки новых пищевых продуктов.

В связи с растущим спросом на белок и экологическими проблемами, связанными с традиционным животноводством, все больше внимания уделяется использованию альтернативных источников белка.

Растительные белки, полученные из бобовых, зерновых, орехов и семян, являются устойчивой и экологически чистой альтернативой животным белкам. Однако растительные белки часто имеют неполный аминокислотный состав и низкую усвояемость. Для улучшения их

качества применяются технологии текстурирования, ферментации и комбинирования различных растительных источников белка.

Богатым источником белка, жиров, витаминов и минералов являются насекомые. Производство белка насекомых требует значительно меньше ресурсов, чем производство животного белка. Однако для широкого внедрения белка насекомых в пищевую промышленность необходимо преодолеть психологические барьеры и разработать эффективные технологии переработки и производства продуктов на основе белка насекомых.

Культивированное мясо - мясо, полученное путем культивирования клеток животных в биореакторах. Эта технология позволяет производить мясо без необходимости забоя животных и снижает негативное воздействие на окружающую среду.

Для получения ценных биоактивных соединений из растительного сырья применяют новые методы экстракции.

Сверхкритическая флюидная экстракция, где в качестве растворителя для извлечения целевых соединений используется углекислый газ. Данная экстракция является экологически чистым и эффективным методом, позволяющим получать высококачественные экстракты.

Для разрушения клеточных стенок и повышения эффективности экстракции используется ультразвуковой метод, являющийся простым, экономичным и быстрым.

Таким образом, инновационные технологии играют ключевую роль в создании функциональных продуктов питания с улучшенными свойствами и положительным влиянием на здоровье человека. Дальнейшее развитие этих технологий требует междисциплинарного подхода и тесного взаимодействия науки и производства. Исследования в этой области должны быть направлены на оптимизацию существующих методов и разработку новых решений.

Список литературы

1. Воронкова М.В., Ермакова Н.В., Коношина С.Н. Контаминация пищевых продуктов химическими агентами. В сборнике: Рациональное использование сырья и продуктов биотехнологического назначения. Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2025. С. 293-295.

2. Ковалева О.А., Воронкова М.В., Ермакова Н.В. Микрокапсулирование биологически активных компонентов для повышения эффективности их применения в агробиологии. Биология в сельском хозяйстве. 2025. № 1 (46). С. 37-48.

3. Коношина С.Н. Окислительные процессы в пищевых продуктах В сборнике: Научные исследования - сельскохозяйственному производству. Материалы II Международной научно-практической Интернет-конференции. Орел, 2023. С. 201-205.

Voronkova M.V., Ermakova N.V., Konoshina S.N.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR CREATING FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University N.V. Parakhin»

Abstract. The article discusses modern innovative technologies used in the creation of functional food products: micro- and nano-encapsulation, fermentation, 3D printing of food products, the use of alternative sources of protein, and new methods for extracting bioactive compounds.

Key words: functional foods, micro- and nano-encapsulation, fermentation, 3D printing, alternative proteins, bioavailability, and extraction.

УДК 547.98

Коношина С.Н., Воронкова М.В., Ермакова Н.В.

ТАНИНЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассматриваются танины — группа фенольных соединений растительного происхождения. Представлены данные о содержании танинов в различных пищевых продуктах, их химическом составе и свойствах. Описаны современные методы идентификации и количественного определения танинов. Проанализировано влияние танинов на организм человека и их технологическое применение в пищевой промышленности.

Ключевые слова: танины, полифенолы, пищевые продукты, антиоксиданты, дубильные вещества, методы анализа.

Танины (таннины) — водорастворимые полифенольные соединения с молекулярной массой 500–3000 Да, обладающие характерным вяжущим вкусом и дубильными свойствами. Они широко распространены в растительном мире и играют важную роль в защите растений от патогенов и травоядных животных.

Актуальность исследования танинов обусловлена их значимостью для пищевой промышленности, медицины и нутрициологии.

Цель работы — систематизировать современные данные о танинах в пищевых продуктах.

Содержание танинов в пищевых продуктах танинов варьируется в зависимости от вида продукта, условий выращивания и степени зрелости.

Среди напитков лидирует чай. В нем содержится 4–20%: танинов, причем зелёный чай содержит больше танинов (катехинов), чем чёрный. В кофе (0,5–1%) танины содержатся преимущественно в мякоти и оболочке зёрен. В какао и шоколаде (2–6%) содержание зависит от степени обработки.

Среди фруктов и ягод лидером по содержанию танинов является хурма. Содержание танинов зависит от сорта и степени зрелости. В незрелых плодах танинов больше, чем в спелых. В спелой хурме их количество снижается, а в некоторых сортах (например, «королёк», «шоколадный королёк», «ромашка», «пирамида») танинов изначально меньше. В недозрелой хурме танины могут достигать уровня около 1–5% от сухого веса. Наличие танинов отмечено в плодах граната, тёмного винограда, клюквы, черники, айвы и кизила.

В популярных у населения грецких орехах содержание танинов 2–4%. Наличие танинов отмечено в миндале, фундуке, пекане и даже желудях (до 5,2% в сыром виде).

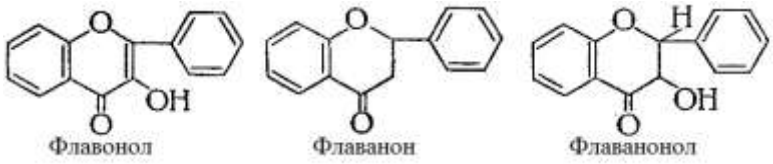
Среди бобовых лидером является красная фасоль (до 1,2%). Отмечено наличие танинов в ревене, корице, гвоздике, эстрагоне.

Танины делятся на два основных класса

1. Гидролизуемые танины. Они образованы многоатомным спиртом (чаще глюкозой), этерифицированы галловой или эллаговой кислотой. В качестве примера таких танинов можно привести танин из граната.



2. Конденсированные танины (проантоцианидины). Это производные флавоноидов. Образованы конденсацией катехинов или лейкоантоцианидинов. Например, танины из винограда, чая, яблок.



3. Смешанные танины— комбинации структур обоих типов.

Танины хорошо растворимы в воде и полярных растворителях, способны образовывать коллоидные растворы и комплексные соединения с белками и металлами.

Проявляют химическую активность в реакциях с солями железа, осаждают белки (дубящее действие), обладают антиоксидантной активностью.

Проявляют разные биологические свойства. Проявляют антиоксидантные и антибактериальные свойства, противовоспалительный эффект, кардиопротекторное действие, некоторые исследователи отмечают противораковую активность.

К отрицательным относят снижение усвояемости минералов (железа, цинка), возможное провоцирование головных болей, вяжущий вкус при высокой концентрации.

В пищевой промышленности танины применяют как краситель (добавка Е181).

В технологических процессах приготовления пищевых продуктов танины проявляют разную активность.

Гидролизуемые танины менее устойчивы к нагреванию и окислению, легче разрушаются при кулинарной обработке, чувствительны к pH среды.

Конденсированные танины более устойчивы к термическому воздействию, медленнее окисляются, сохраняют структуру при умеренной обработке.

Нагревание (особенно длительное) снижает содержание танинов. Например, в бобовых и некоторых фруктах термическая обработка уменьшает их концентрацию.

Охлаждение может вызвать помутнение напитков (например, чая) из-за снижения растворимости танинов в холодной воде.

Уровень pH оказывает влияние на устойчивость танинов. В кислой среде танины более стабильны. Это объясняет их сохранность в винах, яблочных и виноградных соках. В щелочной среде танины быстрее разрушаются и окисляются.

Окисление может быть вызвано и контактом с кислородом, что может изменить цвет и вкус продукта (например, потемнение яблок после разрезания).

Танины образуют комплексы с ионами металлов (железо, медь, цинк), что может снижать их биодоступность и влиять на стабильность. Эти комплексы иногда вызывают потемнение или изменение вкуса.

Танины связываются с белками, образуя нерастворимые соединения. Это используется в пивоварении для стабилизации напитков (удаления белков, вызывающих помутнение). В чае связывание с белками молока снижает вяжущий вкус.

Длительное воздействие света ускоряет разложение танинов, особенно в прозрачных упаковках.

Высокая влажность может стимулировать ферментативные процессы, разрушающие танины. Длительное хранение (особенно при неправильных условиях) приводит к постепенному снижению содержания танинов.

Устойчивость танинов зависит от их типа и условий обработки и хранения. В промышленности и кулинарии используют различные методы для контроля содержания танинов — от термической обработки до специальных добавок.

Чтобы сохранить или уменьшить содержание танинов в продуктах, применяют следующие методы:

- Термическая обработка (варка, пастеризация) — снижает концентрацию, особенно гидролизуемых танинов.
- Замачивание (для бобовых, орехов) вымывает часть танинов.
- Контроль pH — кислая среда стабилизирует танины, щелочная — разрушает.
- Антиоксиданты (витамин C) замедляют окисление.
- Упаковка (тёмные бутылки, вакуум) защищает от света и кислорода.
- Ферментация может как разрушать, так и трансформировать танины (например, в чае и вине).

Танины — важные биологически активные соединения, широко распространённые в пищевых продуктах растительного происхождения. Их содержание варьируется в широких пределах и зависит от множества факторов. Современные методы анализа позволяют точно идентифицировать и количественно определять танины в различных матрицах.

Умеренное потребление продуктов, богатых танинами, может оказывать положительное влияние на здоровье благодаря их антиоксидантным и антимикробным свойствам. Дальнейшие исследования в этой области помогут оптимизировать рацион и разработать новые функциональные продукты питания.

Список литературы

1. Воронкова М.В. Биологическая химия. Учебное пособие для организации контактной и самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 Зоотехния / Орёл, 2020.
2. Воронкова М.В. Роль витаминов в здоровом питании. В сборнике: Пищевая индустрия в современных условиях: тренды и инновации. сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Орел, 2023. С. 242-244.
3. Ермакова Н.В. Химические контаминанты сельскохозяйственной продукции и здоровье человека. В сборнике: Пищевая индустрия в современных условиях: тренды и инновации. сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Орел, 2023. С. 245-249.
4. Ермакова Н.В. Химия в сельском хозяйстве. В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. Материалы XV Всероссийского (с международным участием) научно-практического семинара. Орёл, 2021. С. 179-182.
5. Лапин А. А. и др. Антиоксидантные свойства продуктов растительного происхождения // Химия растительного сырья. — 2007. — № 2. — С. 79–83.
6. Меладзе М. Влияние внешних факторов на химический состав селекционных сортов чая // Аграрная наука. — 2004. — № 10. — С. 19–20.
7. Петров А. А., Бальян Х. В., Трощенко А. Т. Органическая химия: учебник для вузов / под ред. А. А. Петрова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1981.
8. Полянский К. К., Рудакова Л. В. Актуальная проблема — антиоксидантная активность пищевых продуктов // Молочная промышленность. — 2004. — № 11.
9. Прудникова Е.Г., Коношина С.Н. Применение биологически активных веществ в сельском хозяйстве. В сборнике: Передовые научно-технические проекты в биотехнологии. Материалы III Всероссийской научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2024. С. 132-135.
10. Рябинина Е. И. и др. Исследование процесса экстракции таннидов из Melissa officinalis L. // Прикладные информационные аспекты медицины. — 2009. — Т. 12, № 1. — С. 78–85.
11. Хантургаев А. Г., Хамагаева И. С., Котова Т. И. Влияние танина на формирование качества ферментированного сывороточного напитка // Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления. — 2019.

Konoshina S.N., Voronkova M.V., Ermakova N.V.

TANINS IN FOOD PRODUCTS

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The article discusses tannins, a group of phenolic compounds of plant origin. It presents data on the content of tannins in various food products, their chemical composition, and properties. Modern methods for identifying and quantifying tannins are described. The influence of tannins on the human body and their technological application in the food industry is analyzed.

Key words: tannins, polyphenols, food products, antioxidants, tannins, analysis methods.

УДК: 664.8

Кирдеева П. С., Яковлева И. В., Ярославкина Н.Ю.

ЦУКАТЫ С АНТИОКСИДАНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ: БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация: В статье рассмотрены биотехнологические аспекты создания функциональных пищевых продуктов на основе цукатов с антиоксидантными свойствами. Окислительный стресс, обусловленный образованием свободных радикалов, является ключевым патогенетическим звеном сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний. Перспективным направлением служит обогащение рациона природными антиоксидантами — полифенолами, каротиноидами, антоцианами и аскорбиновой кислотой. Однако прямое включение этих лабильных соединений в пищевые продукты ограничено их низкой термо- и фотостабильностью.

Ключевые слова: природные антиоксидантны, функциональные продукты, цукаты, плодово-ягодные соки.

Окислительный стресс в современной биомедицине рассматривается как механизм запуска хронических заболеваний. Большинство природных антиоксидантов отличаются низкой биодоступностью и нестабильностью при переработке. Достижения в области пищевой биотехнологии позволяют по-новому взглянуть на традиционные методы переработки растительного сырья. В связи с этим

актуальной задачей пищевой биотехнологии становится поиск технологий, при которых полезные соединения не разрушаются в процессе изготовления. Цукаты, традиционно рассматриваемые как способ консервации плодов, представляют собой перспективный продукт. Целью данной работы является теоретическое обоснование биотехнологических параметров получения цукатов с сохранённым антиоксидантным потенциалом.

В последние годы в Российской Федерации наблюдается устойчивый рост уровня жизни населения, что сопровождается эволюцией потребительских предпочтений в сторону продуктов питания, оказывающих положительное влияние на здоровье. Одним из перспективных направлений становится создание функциональных продуктов с антиоксидантными свойствами, способных снижать окислительный стресс — ключевой фактор развития сердечно-сосудистых заболеваний, онкологии и преждевременного старения.

В качестве объекта для разработки таких продуктов рассматриваются цукаты — продукты, получаемый путем многократной термообработки фруктов, овощей или их отходов в сахарном сиропе с последующей сушкой. В прошлом они использовались как способ хранения урожая, однако современные биотехнологические подходы позволяют использовать их в качестве биологически активных соединений. Ключевая задача при этом — максимальное сохранение собственных антиоксидантов, к которым относятся фенольные соединения, витамин С, каротиноиды, антоцианы. С биотехнологической точки зрения, выбор сырья определяется не только исходным антиоксидантным потенциалом, но и способностью этих соединений сохранять активность в ходе технологических этапов. Наиболее подходящими видами сырья признаны тыква (источник β-каротина, витаминов С и Е, пектинов), морковь (каротиноиды, защищающие клеточные мембраны), имбирь (противовоспалительные и антиоксидантные гингеролы), яблоки, а также вторичные продукты переработки — апельсиновые корки, в которых концентрация флавоноидов и ликопина может в несколько раз превышать таковую в мякоти. Использование комбинированного гетерогенного сырья позволяет не только повысить суммарный антиоксидантный потенциал конечного продукта, но и достичь взаимодействия между различными классами биологически активных веществ.

В ходе технологического процесса использовали метод многоступенчатой пропитки растительного сырья концентрированными плодово-ягодные соками с высоким содержанием сухих веществ без применения сахарного сиропа. Основной принцип заключался в том, что при правильном подборе режимов обработки полезные вещества,

содержащиеся в овощах и фруктах, не разрушаются, а переходят в готовый продукт и сохраняют свою активность. Для этого важно контролировать температуру, время выдержки и состав, добавляя натуральные компоненты, которые защищают антиоксиданты от окисления.

В результате были получены цукаты, в которых полезные свойства сохранились на высоком уровне. Они способны нейтрализовать свободные радикалы почти так же эффективно, как свежие овощи и фрукты. Продукт хорошо хранится, не портится и не теряет цвет в течение длительного времени. На основе экспериментальных данных и теоретических принципов была сформирована и подана заявка на студенческий стартап, при поддержке Фонда содействия инновациям, которая предполагает дальнейшую отработку технологии в лабораторных условиях и внедрение конечного продукта.

Список литературы

1. Кирдеева, П. С. Разработка технологии приготовления цукатов с антиоксидантными свойствами: заявка № СтС-621388 / П. С. Кирдеева; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина», 2026. – 7 с.
2. Донченко, Л. В. Безопасность пищевой продукции: учебник для вузов / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 452 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16705-4.
3. Беляева, Л. И. Инновационные подходы к переработке тыквы и топинамбура / Л. И. Беляева, А. В. Михайлов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. – №. – С. 22–26.
4. Тутельян, В. А. Биологически активные вещества растительного происхождения: фенольные кислоты и флавоноиды / В. А. Тутельян, Л. В. Кравченко, Н. В. Лашнева. – Москва: Наука, 2017. – 320 с.

Kirdeyeva P. S., Yakovleva I. V., Yaroslavkina N. Yu.

SUGAR WITH ANTIOXIDANT PROPERTIES: BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO CREATING A FUNCTIONAL PRODUCT

Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin

Annotation: The article discusses the biotechnological aspects of creating functional food products based on candied fruits with antioxidant properties. Oxidative stress caused by the formation of free radicals is a key pathogenic factor in cardiovascular and oncological diseases. Enriching the diet with natural antioxidants, such as polyphenols, carotenoids, anthocyanins, and

ascorbic acid, is a promising approach. However, the direct incorporation of these labile compounds into food products is limited due to their low thermal and photostability.

Keywords: natural antioxidants, functional foods, candied fruits, and fruit and berry juices.

УДК 664.66:664.64.022.39

Лазарева Т.Н., Мурленков Н.В., Киреева О.С.

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ОБОГАЩЕННЫХ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ВАФЕЛЬНЫХ ХЛЕБЦЕВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы разработки обогащенных хлебобулочных изделий. Исследована пищевая ценность и физико-химические показатели безглютеновых вафельных хлебцев, обогащенных растительной биологически активной добавкой (БАД). Обосновано увеличение массовой доли клетчатки с 0,43% до 1,51% в опытном образце в сравнении с контрольным. Повышение зольности с 0,78% (в контроле) до 1,53% (в опытном образце) свидетельствует об увеличении количества минеральных веществ при внесении в рецептуру хлебцев биологически активной добавки. Полученные результаты объясняются особенности химического состава компонентов БАД, включающей выжимки красной смородины, боярышника, соевую окару и тыквенный порошок.

Ключевые слова: безглютеновые вафельные хлебцы, обогащенные хлебобулочные изделия, пищевые волокна, здоровое питание, биологически активная добавка.

В последние годы вопросы разработки и производства продуктов здорового питания становятся все более актуальными в связи с активной государственной политикой в области здоровьесбережения населения страны. Сохранение здоровья и профилактика алиментарно зависимых заболеваний невозможны без правильного сбалансированного питания [1]. Обеспечение сбалансированности рационов с учетом физиологических потребностей различных групп населения возможно путем включения в ежедневное меню обогащенных продуктов питания с повышенной пищевой ценностью.

В последнее время весьма перспективна разработка рецептур обогащенных хлебобулочных изделий, т.к. хлеб и хлебобулочные изделия являются продуктами повседневного спроса и ежедневно присутствуют в

рационе питания подавляющего большинства потребителей. Зачастую для повышения пищевой ценности в качестве функционального ингредиента при разработке обогащенных хлебобулочных изделий применяют традиционное и нетрадиционное растительное сырье и продукты его переработки (фруктовые и овощные порошки, яблочные выжимки, овсяные отруби, порошок молотых листьев стевии, семена льна, водоросли и др.), а также используют частичную или полную замену в рецептуре пшеничной муки на муку рисовую, гречневую, овсяную и т.д. [2-5]. Одним из продуктов для здорового питания, который может быть использован в качестве полезного перекуса, являются хлебцы, в связи с чем, обогащение данной категории продуктов питания является весьма перспективным направлением.

Целью работы являлось исследование пищевой ценности безглютеновых вафельных хлебцев, обогащенных растительной биологически активной добавкой (БАД).

Для оценки химического состава безглютеновых вафельных хлебцев проводили определение показателей пищевой ценности и основных физико-химических показателей в соответствии с действующими стандартами и утвержденными лабораторными методиками.

Введение растительной биологически активной добавки (БАД), включающей выжимки красной смородины, боярышника, соевую окару и тыквенный порошок, оказало комплексное влияние на физико-химический состав безглютеновых вафельных хлебцев (таблица 1). По сравнению с контрольным образцом, изготовленным без добавки, в опытном варианте отмечается небольшое повышение массовой доли влаги (на 1,9%), что отражает возросшую водоудерживающую способность теста. Данный эффект обусловлен концентрацией пищевых волокон в составе БАД (около 20% в пересчете на сухое вещество): они связывают часть свободной влаги и препятствуют ее потере при выпечке, тем самым стабилизируя хрупкую вафельную структуру и сохраняя ее эластичность.

Таблица 1 – Основные физико-химического показатели хлебцев контрольного и опытного образцов

Показатель	**Контроль**	**Опыт**
Массовая доля влаги, %	5,2	5,3
Массовая доля белка, %	10,21	7,78
Массовая доля жира, %	1,95	1,33
Массовая доля клетчатки, %	0,43	1,51
Зольность, %	0,78	1,53
Кислотность, град.	3,56	3,95

Содержание белка в опытных хлебцах снизилось с 10,21% до 7,78%, а жира – с 1,95% до 1,33%, что соответствует уменьшению на 23,8% и 31,8% соответственно. Такое изменение связано с разбавляющим эффектом добавки: белковая и жировая фракции муки частично замещены компонентами растительного происхождения, содержащими преимущественно углеводы и минеральные вещества. Белок, присутствующий в соевой окаре, характеризуется иным аминокислотным профилем и не полностью компенсирует снижение злакового, а липидная часть БАД состоит преимущественно из остаточных фосфолипидов, не оказывающих заметного влияния на общее содержание жира.

Наиболее выраженные изменения зафиксированы по содержанию клетчатки и зольности (рисунок 1, 2).

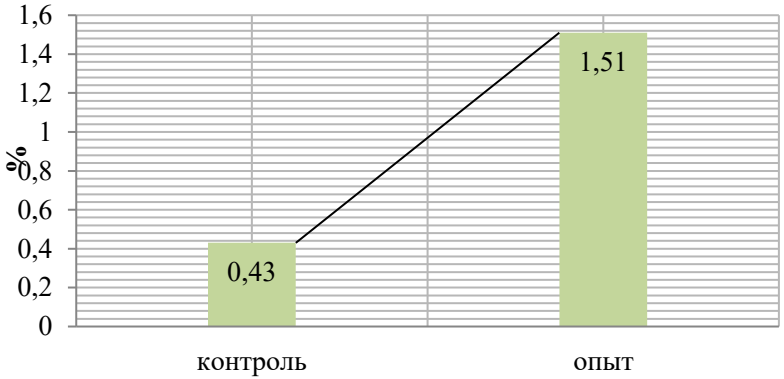


Рисунок 1 – Массовая доля клетчатки в образцах хлебцев

Массовая доля клетчатки увеличилась более чем в три раза – с 0,43% до 1,51%, что напрямую отражает поступление волокон из растительных выжимок. При дозировке БАД около 3–4% такое значение является теоретически обоснованным: при содержании волокон в добавке около 21% прирост клетчатки в готовом продукте должен составлять около 0,8–1,0%, что полностью совпадает с экспериментальными данными. Одновременно зольность возросла почти вдвое (с 0,78% до 1,53%), что свидетельствует об увеличении количества минеральных веществ – прежде всего калия, кальция, магния и фосфора, входящих в состав растительных компонентов.

Небольшое повышение кислотности (на 10,9%) связано с присутствием в БАД комплекса органических кислот – яблочной, лимонной, винной, молочной и других, что придает продукту легкий фруктово-кислый оттенок и повышает его микробиологическую стабильность.

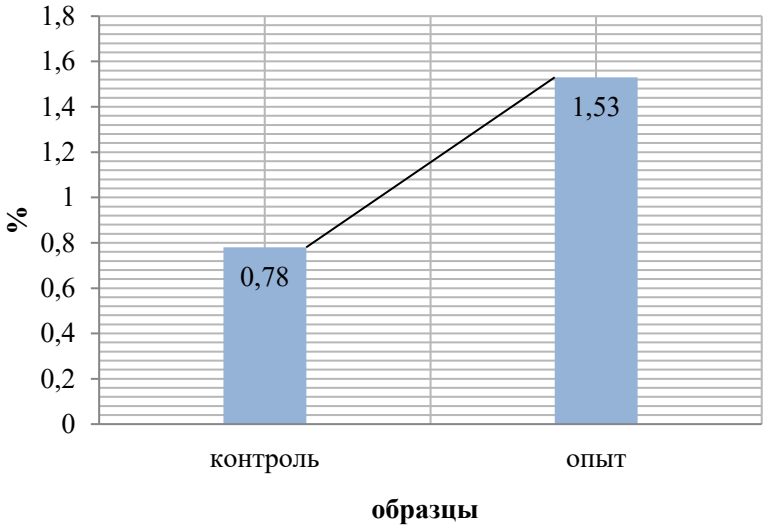


Рисунок 2 – Зольность в образцах хлебцев

Совокупность полученных данных показывает, что введение растительной биологически активной добавки в рецептуру безглютеновых вафельных хлебцев при незначительном снижении белково-жировой фракции позволяет обогатить конечный продукт пищевыми волокнами и минеральными веществами, сохраняя при этом технологическую устойчивость и хрустящую текстуру.

Таким образом, биологически активная добавка проявила ожидаемое повышение пищевой ценности по содержанию физиологически значимых компонентов пищи (пищевых волокон) и обеспечение функциональной направленности обогащенных вафельных хлебцев при сохранении их органолептических характеристик.

Список литературы

1. Стародубова А.В. Можно ли считать здоровое питание инструментом здоровьесбережения? / А.В. Стародубова //Вестник российской академии наук. – 2022. – Т. 92. – № 2. –С. 162–170.

2. Заикина М.А. Сравнительный анализ влияния пищевых добавок на технологию производства и качественные показатели хлеба пшеничного / М.А. Заикина, А.Е. Ковалева, Э.А. Пьяникова, А.С. Рязанцева // Вестник ВГУИТ. – 2021. – Т. 83. – № 2. – С. 79–86.

3. Киреева О.С. Влияние вида функционального ингредиента на качество хлебобулочных изделий пониженной влажности / О. С. Киреева, М. В. Яркина // Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. – 2023. – № 1. – С. 128-133.

4. Ковалева А.Е. Влияние яблочного порошка на потребительские свойства хлебцев хрустящих / А.Е. Ковалева, Э.А. Пьяникова, Е.И. Быковская, Е.В. Овчинникова // Вестник ВГУИТ. – 2019. – Т. 81. – № 4. – С. 122–130.

5. Чайковская Д.К. Исследование качества хлебцев хрустящих с применением нетрадиционного сырья / Д.К. Чайковская // Наука без границ. – 2019. – № 12(40). – С. 71-76.

Lazareva T.N., Murlenkov N.V., Kireeva O.S.

NUTRITIONAL VALUE OF ENRICHED GLUTEN-FREE WAFFLE BREADS

Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education "Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin"

Abstract. The article discusses the prospects for developing enriched bakery products. The nutritional value and physical and chemical characteristics of gluten-free waffle bread enriched with a plant-based dietary supplement (BAS) have been studied. The increase in the mass fraction of fiber from 0.43% to 1.51% in the experimental sample compared to the control sample has been substantiated. An increase in ash content from 0.78% (in the control) to 1.53% (in the experimental sample) indicates an increase in the amount of minerals when a dietary supplement is added to the bread recipe. The results are explained by the chemical composition of the dietary supplement, which includes red currant, hawthorn, soybean flour, and pumpkin powder.

Keywords: gluten-free waffle bread, enriched bakery products, dietary fiber, healthy nutrition, dietary supplement.

УДК 663.14:637.146.3

Потапова Е.С., Федюшина В.В. Гагарина И. Н., Костромичева Е.В.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ЙОГУРТА НАТУРАЛЬНЫМ ПЕКТИНСОДЕРЖАЩИМ КОМПЛЕКСОМ «ПЕКТОЛАЙТ»

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментального получения йогурта, обогащённого растительным пектиново-пребиотическим комплексом «ПектоЛайт» (топинамбур, яблоки, черноплодная рябина). Эксперимент проводился на кафедре биотехнологии и химии Орловского ГАУ в лабораторной йогуртнице с контролем температуры. Показано влияние качества стартовых заквасок и условий хранения на ферментацию. Выявлено, что закваска «Лактоферм Эко» из маркетплейса оказалась нежизнеспособна из-за нарушения холодовой цепи, а «Самоквашино» из специализированного магазина дала стабильный результат. Предложены технологические параметры процесса.

Ключевые слова: биотехнология, йогурт, пектин, инулин, «ПектоЛайт», закваска, температурный режим, жизнеспособность бактерий.

Введение. В 1995 г. Гленн Гибсон и Марсель Роберфройд предложили термин «пре-биотик» для характеристики «непереваривaемого пищевого ингредиента, благотворно влияющего на организм хозяина за счет избирательной стимуляции роста и/или активности одной группы или ограниченного числа видов бактерий в толстой кишке и, таким образом, улучшающего здоровье хозяина» [3]. Поскольку данное определение стали широко использовать по отношению к различным пищевым олиго- и полисахаридам, потребовалось уточнение - ингредиент должен: 1) быть устойчивым к кислотности среды в желудке, гидролизу ферментами млекопитающих и всасыванию в желудочно-кишечном тракте; 2) сбраживаться кишечной микрофлорой и 3) избирательно стимулировать рост и/или активность кишечных бактерий, связанных со здоровьем и благополучием [1,4].

Одним из классов растительных полисахаридов являются пектиновые вещества (пектины), содержащиеся во всех высших цветковых растениях [1]. Пектины используются в пищевой промышленности (в качестве гелеобразователей, загустителей), а также в медицинской и фармацевтической промышленности (в качестве веществ с чрезвычайно широким спектром физиологической активности). Высокое содержание пектинов в ягодах, фруктах, овощах, корнеплодах ставит вопрос о

возможном их применении в качестве пребиотических соединений. Однако до недавнего времени эти исследования были сравнительно малочисленны. Результаты одного из первых сравнительных исследований бифидогенных свойств пектинов и олигогалактуронанов *in vitro* опубликованы в 2002 г. [2]

В работе решалась задача отработки технологии получения йогурта с добавлением комплекса «ПектоЛайт». Комплекс получают из топинамбура, яблок и черноплодной рябины, он содержит пектин и инулин. Для экстракции биологически активных веществ из растительного сырья использовали методические подходы, описанные в работе Павловской Н.Е. и соавт. [2]. Главное в технологии — правильно подобрать режим сквашивания и убедиться, что закваска работает. Эксперимент проводили на кафедре биотехнологии и химии Орловского ГАУ.

Материалы и методы. Опыты делали в лабораторной йогуртнице со встроенным градусником. Использовали: молоко, пастеризованное 2,5%; комплекс «ПектоЛайт» (получен в лаборатории); две закваски — «Лактоферм Эко» и «Самоквашино».

По инструкции производителя нужно сквашивать при 40–42 °С в течение 8 часов. Эксперимент провели два раза в одинаковых условиях. В первом опыте закваску «Лактоферм Эко» купили на маркетплейсе. Во втором — «Самоквашино» купили в специализированном магазине. Требования к органолептическим и физико-химическим показателям готового продукта сверяли с ГОСТ 31981-2013 [1].

Результаты. Первый опыт. Установили температуру 40–42 °С, как написано в инструкции. Через 8 часов йогурт не сгусток не образовался, pH не изменился. Причина: при транспортировке и хранении у поставщика нарушили холодовую цепь. Бактерии, которые должны работать при 40–42 °С, погибли ещё до того, как попали в молоко. При температуре выше 30 °С в неправильных условиях они не выживают.

Второй опыт. Закваску «Самоквашино» купили в специализированном магазине, где точно соблюдают условия хранения. Сначала сделали как по инструкции — поставили 40–42 °С. Но при этой температуре бактерии снова погибали — процесс не шёл. Подобрали режим ниже 40 °С. При этой температуре закваска заработала: через 7 часов образовался плотный сгусток, йогурт получился нормальной консистенции, кисломолочного вкуса, без посторонних привкусов. Комплекс «ПектоЛайт» бактериям не мешал. Полученный пектиновый комплекс обладает комплексообразующими свойствами, что согласуется с данными исследований Пискуревой В.А. и соавт. [3].

Выводы. Температура 40–42 °С, которая указана в инструкции, в реальных условиях оказалась нерабочей — бактерии при ней погибали.

Рабочий режим пришлось подбирать экспериментально: он оказался ниже 40 °С. Закваска с маркетплейса не сработала из-за нарушений при хранении у поставщика. Закваска из специализированного магазина дала стабильный результат при скорректированном температурном режиме. Технология с комплексом «ПектоЛайт» и подобранным режимом сквашивания может использоваться для производства обогащённого йогурта.

Список литературы

1. ГОСТ 31712-2012. Пастила фруктовая. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.

2. Павловская Н.Е., Гагарина И.Н., Горькова И.В., и др. Создание оптимальных условий для экстрагирования биофлавоноидов из соломы гречихи / Инновационные, фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству. Материалы III Международной Интернет-конференции. – Орёл: Издательство ОрелГАУ, 2010. – С. 20-23.

3. Пискурева В.А., Горькова И.В., Павловская Н.Е., Житникова В.С. Бактерицидные и комплексообразующие свойства пектинов плодоовощного концентрата // Пищевая промышленность. – 2009. – № 6. – С. 48-49.

4. Солохина, И. Ю. Исследование антиоксидантных свойств молочнокислых бактерий и возможности их использования в технологии йогурта / И. Ю. Солохина, И. А. Гнеушева // Биология в сельском хозяйстве. – 2021. – № 3(32). – С. 24-31. – EDN CJUHHR.

Potapova E.S., Fedyushina V.V. Gagarina I.N., Kostromicheva E.V.
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR ENRICHING YOGURT WITH NATURAL PECTIN-CONTAINING COMPLEX "PEKTOLAIT"

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The article presents experimental results of obtaining yogurt enriched with vegetable pectin-preobiotic complex "Pektolait". The experiment was carried out at the Department of Biotechnology of Orel State Agrarian University. The temperature of 40–42 °C recommended by the manufacturer led to the death of bacteria. The working temperature regime was selected experimentally. The influence of starter quality and storage conditions is shown.

Key words: biotechnology, yogurt, pectin, inulin, Pektolait, starter culture, temperature regime.

УДК. 663.125

Костромичева Е.В., Ярославкина Н.Ю.

БИОТЕХНОЛОГИЯ ДИКИХ И КУЛЬТУРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. Современная биотехнология сталкивается с задачей повышения эффективности микробиологических процессов и устойчивости микроорганизмов к стрессовым условиям. В этом контексте особенно важно изучение устойчивости диких и культурных дрожжевых штаммов к различным физико-химическим факторам. Сравнительный анализ позволяет выявить потенциально более устойчивые или продуктивные штаммы для использования в промышленности, а также определить условия, при которых их активность может быть максимально эффективной. В статье показаны результаты исследования влияние состава питательных сред на динамику роста и развития диких и культурных дрожжей, а также способность сбраживать субстрат.

Ключевые слова: культурные дрожжи, дикие дрожжи, среда Сабуро, среда Чапека, редуцирующие вещества.

Особый интерес в последние годы представляет исследование влияния различных физико-химических факторов на рост, морфологию и метаболическую активность дрожжевых клеток. Такие исследования позволяют не только оптимизировать условия культивирования, но и выявить потенциально полезные свойства диких штаммов, ранее не использовавшихся в промышленности [6,9].

Морфологическая пластичность дрожжей, включая переход от овальных к удлинённым формам, формирование псевдомицелия или истинного мицелия, часто обусловлена стрессовыми условиями и может быть маркером адаптационных процессов в клетке [2,3,6]. Наряду с этим, активность ферментов, скорость размножения и способность к брожению также варьируют в зависимости от условий окружающей среды, что особенно важно для процессов спиртового и молочнокислого брожения [1,5,8].

Кроме того, сравнение диких и культурных штаммов позволяет выявить различия в чувствительности к стрессам и в метаболических путях. Например, дикие штаммы часто обладают большей устойчивостью к экстремальным условиям, но могут иметь более низкую продуктивность [4,7,10]. В свою очередь, культурные штаммы подвергались длительной селекции с целью усиления целевых признаков, однако это иногда сопровождается снижением общей жизнестойкости.

Таким образом, исследование влияния физико-химических факторов на дрожжи является актуальной задачей как для фундаментальной науки, так и для прикладной биотехнологии. Понимание механизмов адаптации дрожжей и оптимизации условий их роста может способствовать созданию новых биотехнологических процессов и повышению эффективности существующих производств.

Цель работы – провести исследование влияния факторов среды на активность и морфологию диких и культурных штаммов дрожжей.

Было получена чистая культура дрожжей винограда сортов Анюта и Башкирский, произрастающих в Орловской области. Чистую культуру диких дрожжей получали методом пересева на твердой питательной среде Сабуро. Проводили поверхностное культивирование полученных образцов на трех питательных средах: Чапека, Сабуро, Ридера. Вариант 1 пекарские дрожжи Saccharomyces cerevisiae, вариант 2 - дикие штаммы дрожжей, полученные с поверхности ягод винограда сорта Анюта, вариант 3 - культура дрожжей, полученная с винограда сорта Башкирский. В ходе проведения эксперимента проводили расчёт численности дрожжей в единице массы. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Численности дрожжей в единице массы в зависимости от состава питательной среды

Варианты сред									
	Чапека			Сабуро			Ридера		
сутки	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Вариант 1	190	213	365	376	475	574	68	105	145
Вариант 2	71	92	122	193	142	251	30	38	60
Вариант 3	318	374	586	567	597	814	95	175	184

Максимальная численность дрожжей в единице массы отмечено на среде Сабуро во всех вариантах опыта, минимальная на среде Ридера. Культура дрожжей, полученная с винограда сорта Башкирский показала наибольшие показатели роста на всех питательных средах в 1,2 – 1, 7 раза выше контрольных. Динамика роста дрожжей с поверхности винограда сорта Анюта не превышали скорость роста контрольных образцов.

Проводили культивирование исследуемых образцов на жидких питательных средах Чапека, Сабуро в течение трех часов. Скорость роста определяли денситометрическим методом. Результаты представлены на рисунках 1-3.

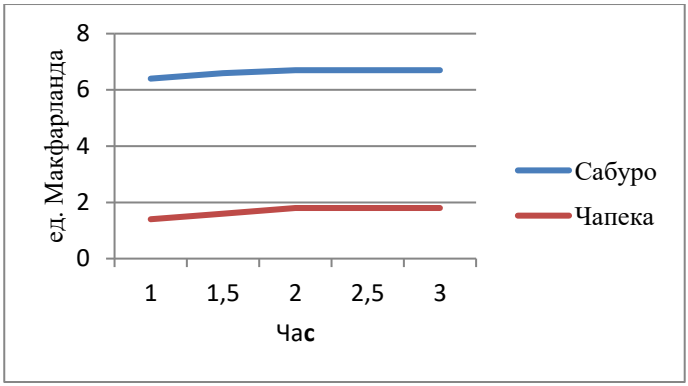


Рисунок 1 – Динамика роста дрожжей, полученных при брожении винограда сорта Башкирский в зависимости от питательной среды.

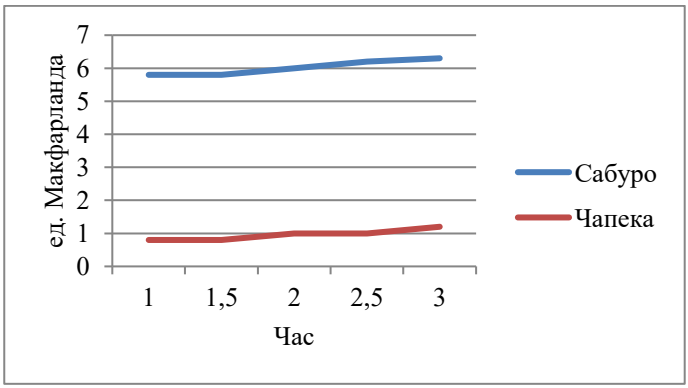


Рисунок 2 – Динамика роста дрожжей, полученных при брожении винограда сорта Анюта в зависимости от питательной среды.

Динамика роста всех исследуемых дрожжей увеличена на среде Сабуро, по сравнению с средой Чапека в среднем в 2,4 раза. Максимальный прирост отмечен у дрожжей, полученных при брожении винограда сорта Башкирский (6,8 McF). Фаза стационарного роста во всех образцах наступает после 2 часов культивирования.

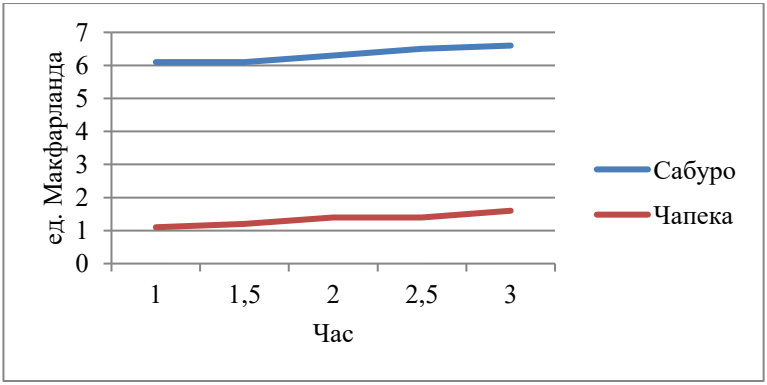


Рисунок 3 – Динамика роста дрожжей, полученных при брожении дрожжей хлебопекарных Saccharomyces cerevisiae в зависимости от питательной среды.

Для определения интенсивности потребления сахаров проводили рефрактометрический анализ при культивировании в 5% растворе сахарозы в присутствие дрожжей в течении 3,5 часов при комнатной температуре. Результаты представлены на рисунках 4-6

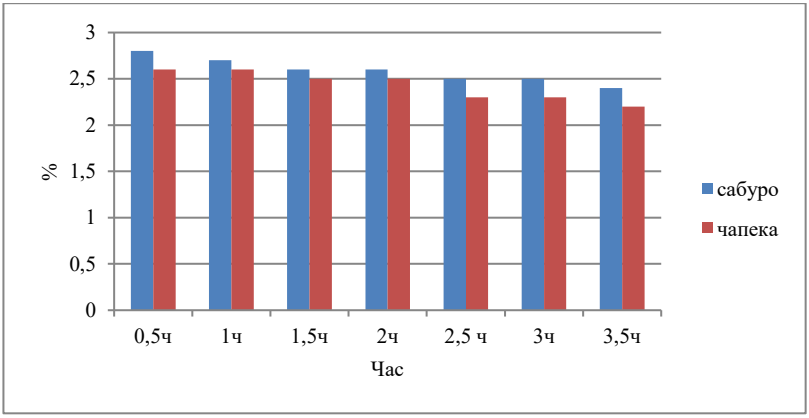


Рисунок 4 – Динамика количества редуцирующих сахаров при культивировании дрожжей полученные с винограда сорта Анюта.

Наиболее активное потребление редуцирующих сахаров наблюдается у диких штаммов особенно у дрожжей с винограда Анюта, что может указывать на высокую адаптивную активность в условиях ограниченных ресурсов.

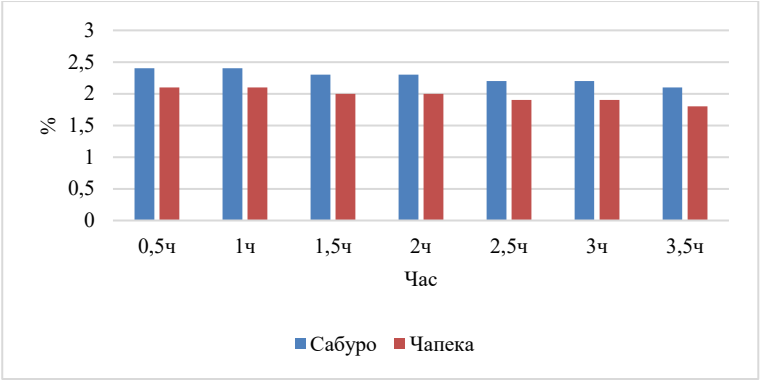


Рисунок 5 – Динамика количества редуцирующих сахаров при культивировании дрожжей полученные с винограда сорта Башкирский.

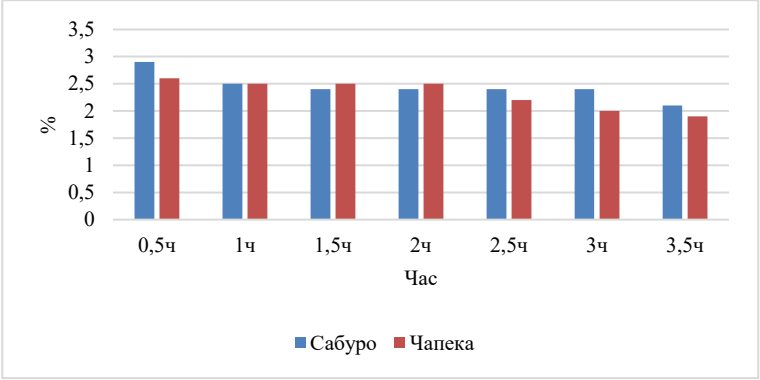


Рисунок 6 – Динамика количества редуцирующих сахаров при культивировании дрожжей хлебопекарных Saccharomyces cerevisiae.

В то же время культурный штамм S. cerevisiae демонстрирует более стабильную, но менее интенсивную утилизацию сахаров, особенно на минимальной среде Ридера. Питательная среда оказывает существенное влияние на метаболизм дрожжей: Сабуро чаще стимулирует более активное потребление углеводов, тогда как Чапека позволяет выявить различия в ферментативной активности между штаммами.

Таким образом, в ходе проведения эксперимента установлено, что максимальная численность дрожжей в единице массы отмечено на среде Сабуро, минимальная на Ридера. Культура дрожжей, полученная с винограда сорта Башкирский показала наибольшие показатели роста на всех питательных средах в 1,2 – 1, 7 раза выше контрольных. Дрожжи с

поверхности винограда сорта Анюта не превышали скорость роста контрольных образцов. динамика роста всех исследуемых дрожжей увеличена на среде Сабуро, по сравнению с средой Чапека в среднем в 2,4 раза. Максимальный прирост отмечен у дрожжей, полученных при брожении винограда сорта Башкирский (6,8 McF). Фаза стационарного роста во всех образцах наступает после 2 часов культивирования.

Список литературы

1. Беляева И. А. Аэробные дрожжи в биотехнологии: свойства и области применения / И. А. Беляева // Биотехнология. – 2020. – № 6. – С. 32–38.
2. Беляева И. А. Генетические ресурсы дрожжей и перспективы их использования / И. А. Беляева // Биотехнология. – 2020. – № 5. – С. 44–50.
3. Васильева Л. М. Влияние штамма дрожжей на физиологическую активность дрожжей / Л. М. Васильева // Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО. – 2022. – № 45. – С. 238–243.
4. Чижикова Н. А., Егоров И. Н. Влияние компонентов среды на рост дрожжей // Прикладная биохимия и микробиология. – 2022. – № 1. – С. 47–54.
5. Чижикова Н. А., Козлов И. И. Дикие дрожжи как биотехнологический ресурс: экология, свойства, перспективы использования // Биотехнология. – 2021. – № 4. – С. 45–52.
6. Barnett J. A., Payne R. W., Yarrow D. Yeasts: Characteristics and Identification. – Cambridge: Cambridge University Press, 2000. – 1132 p.
7. Fleet G. H. Yeasts in foods and beverages: impact on product quality and safety // Current Opinion in Biotechnology. – 2007. – Vol. 18, № 2. – P. 170–175.
8. Jolly N. P., Varela C., Pretorius I. S. Not your ordinary yeast: non-Saccharomyces yeasts in wine production uncovered // FEMS Yeast Research. – 2014. – Vol. 14, № 2. – P. 215–237.
9. Pretorius I. S. Tailoring wine yeast for the new millennium: novel approaches to the ancient art of winemaking // Yeast. – 2000. – Vol. 16, № 8. – P. 675–729.
10. Querol A., Fleet G. H. Yeasts in Food and Beverages. – Heidelberg: Springer, 2006. – 453 p.

Kostromicheva E. V., Yaroslavkina N.Yu.

BIOTECHNOLOGY OF WILD AND CULTIVATED YEAST

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

Annotation. Modern biotechnology faces the challenge of improving the efficiency of microbiological processes and the resistance of microorganisms to stress conditions. In this context, it is particularly important to study the resistance of wild and cultivated yeast strains to various physical and chemical factors. Comparative analysis allows us to identify potentially more resistant or productive strains for use in industry, as well as to determine the conditions under which their activity can be maximized. This article presents the results of a study on the effect of nutrient medium composition on the growth and development dynamics of wild and cultivated yeast, as well as their ability to ferment substrates.

Keywords: cultured yeast, wild yeast, Saburo medium, Chapek medium, and reducing substances.

УДК 637.138

Зомитева Г.М., Мамаев А.В., Родина Н.Д., Сергеева Е.Ю.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА В ТЕХНОЛОГИИ МОЛОЧНОГО ПУДИНГА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрено использование биологически-активных компонентов продукции пчеловодства в технологии молочного пудинга. Перга пчелиная является витаминным комплексом, созданным самой природой, поэтому все её витамины усваиваются организмом человека на 100%, в отличие от своих синтезированных аналогов. Особенностью разработанных пудингов является добавление перги.

Ключевые слова: технология производства, молочный пудинг, перга, биологически-активные компоненты.

Перспективным направлением в производстве молочных десертов является использование растительного сырья как источника углеводов, минеральных веществ, витаминов и других биологически активных соединений.

На сегодняшний день состав молочных десертов (кроме йогурта) определяет не ГОСТ, а ТУ. С одной стороны, благодаря этому возможно максимальное разнообразие десертной продукции, с другой – остаются открытыми вопросы о заменителях [1].

С развитием рынка потребителями молочных десертов стали практически все слои населения, всех возрастов и различных уровней дохода.

Рынок молочных десертов аналитиками оценивается, как динамично растущий, с изменяющейся культурой потребления. Специалисты отрасли прогнозируют, что в ближайшее время потребители будут отдавать предпочтение натуральным десертным продуктам высокого качества без красителей и консервантов, несмотря на их высокую стоимость. Заметна тенденция к увеличению доли обогащённой продукции, маложирных десертов. Это связано с повышением благосостояния горожан, их информированностью и культурой питания.

Польза для здоровья и великолепный вкус, доставляющий наслаждение, - яркие тенденции, доминирующие на рынке пищевых продуктов уже долгое время. Молочные предприятия все чаще выпускают продукты объединяющие эти качества. Производители расширяют свой ассортимент за счет инноваций на основе различных молочных компонентов дополняя их оригинальными вкусами, витаминами и биокультурами [2].

Перга — это собранная пчёлами пыльца (обножка), сложенная и утрамбованная в соты и залитая сверху мёдом. Законсервированная таким образом, без доступа воздуха, при температуре 33-35 °С и повышенной влажности в гнезде, под воздействием ферментов пчелиных глоточных желез и мёда, пыльца подвергается ферментативому брожению с образованием молочной кислоты. В процессе превращения пыльцы в пергу происходит следующее:

- Уменьшается количество белка и жира
- Увеличивается количество углеводов
- Сахароза превращается в моносахариды
- Увеличивается количество витаминов
- Пыльца почти полностью теряет аллергизирующие свойства
- Зрелая перга может храниться годами, не теряя лечебных свойств.

Серьёзные научные данные о лечебных свойствах перги получены всего несколько десятилетий назад. Уже первые биохимические исследования показали богатое содержание в этом продукте протеинов, углеводов, аминокислот, ферментов и других веществ. Было выяснено, что применение перги оказалось эффективнее, чем цветочной пыльцы по ряду причин:

• Перга содержит биологически активные вещества не только растительного, но и животного (пчелиного) происхождения.

• Она легче усваивается организмом человека. Пчелы, ферменты и бактерии разрушают оболочку пыльцевых зёрен и содержимое их становится легко доступным: перга лучше всасывается в желудочно-кишечный тракт живого организма.

Состав (таблица 1) перги не является постоянным ввиду различных видов растений, с которых собрана пчелами пыльца для неё. Однако в ней

всегда присутствуют следующие вещества:

• 16 аминокислот (глютаминовая, аспарагиновая, лейцин, аланин, серин, глицин, треонин, валин, изолейцин, пролин, фенилаланин, тирозин, лизин, гистидин, аргилин, метионин);

• 13 жирных кислот (лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, пальмитолеиновая, стеариновая, олеиновая, липолевая, липолеиновая, гадолеиновая, арахидоновая, эруковая, клупинодоновая);

• Витамины (перга содержит все известные витамины);

• Макро- и микроэлементы;

• Ферменты;

• Гормоноподобные вещества, в том числе «вещество роста» - гетероауксин.

Таблица 1 – Химический состав перги и пыльцы

Показатели	Перга	Цветочная пыльца
Массовая доля белка, %	20,3 – 21,7	24,06
Массовая доля жира, %	0,67 – 1,58	3,33
Массовая доля сахара, %	24,4 – 34,8	18,5
Массовая доля золы, %	2,4 – 2,6	2,55
Молочная кислота, %	3,06 – 3,20	0,56
Активная кислотность, pH	4,3	6,3

Перга отличается от пыльцы повышенным содержанием сахара и большим содержанием молочной кислоты. Изменения, происходящие в перге, представляют естественный процесс, похожий на силосование растительных кормов. Большое количество образующейся здесь молочной кислоты, а также высокое содержание сахара препятствуют развитию плесневых грибков и гнилостных бактерий, вследствие чего перга может сохраняться долгое время в улье и вне его в сухом прохладном помещении.

Таким образом, перга пчелиная является витаминным комплексом, созданным самой природой. И поэтому все её витамины усваиваются организмом человека на 100%, в отличие от своих синтезированных аналогов.

Актуальностью данной работы является решение продовольственной проблемы и обеспечение населения полноценным питательными веществами, и обеспечить полноценным белком, витаминами и минеральными веществами.

Особенностью пудингов является добавление перги. Так же выбор количества наполнителя определили на основе проведенных испытаний. Образцы были изготовлены на основе рецептуры на десерт-пудинг (в кг на 1000 кг продукта без учета потерь).

Технологический процесс производства продукта осуществляется в следующей последовательности: приёмка и подготовка сырья, подогрев и сепарирование молока, приемка и подготовка вспомогательного сырья, пастеризация фруктового нектара, приготовление фруктово-ягодного желе, внесение сахара-песка, внесение раствора крахмала и желатина, пастеризация смеси, охлаждение и добавление ванилина и перги, фасование, доохлаждение и хранение готовой продукции.

Молоко и другое сырье принимают по массе и качеству, установленному лабораторией предприятия, а также на основании сертификационных документов поставщиков. Молоко после взвешивания, подогревают в пластинчатых пастеризационно-охладительных установках до температуры (30±2)ºС и направляют в сепаратор сливкоотделитель для получения молока с массовой долей жира 2,5 %.

Мед растворяют в нормализованном по жиру молоке. Минимальная масса смеси, в которой растворяют мед, должна в 3-4 раза превышать массу растворяемого меда. Смесь вымешивают до полного растворения и добавляют в основную массу молока. Перга вносится в подогретый мед.

Крахмал принимают согласно ГОСТ 7699-78, затем крахмал заливается 4-кратным количеством нормализованного или обезжиренного молока температурой 30 °С. Смесь тщательно перемешивается и оставляется на 1 ч для набухания. В процессе набухания смесь несколько раз перемешивается.

Ванилин принимают согласно ГОСТ 16599-71, затем ванилин для лучшего растворения в смеси смешивается с 5-кратным количеством сахара-песка, взятого из общего количества всего сахара, который предназначен к введению в смесь.

Вода, используемая при производстве десерта-пудинга, должна соответствовать СанПиН 2.1.4.1074-01. Вода не должна содержать различаемых невооруженным глазом водных организмов или иметь на поверхности пленку. Специфические запахи и привкусы, появляющиеся при хлорировании, не должны оцениваться выше 1 балла, pH должен быть в пределах 7,0.

Желатин принимают согласно ГОСТ 11293-89. Желатин предварительно выдерживается в пятикратном количестве холодной воды для набухания не менее 30 мин, затем раствор нагревается до 55—65 °С до полного растворения. Нормализованное молоко нагревают до температуры 40—45 °С вносится вначале мед.

В смесь нормализованного молока и меда, при непрерывном перемешивании и температуре 40-45 °С, вносят раствор желатина, а затем крахмала. Смесь пастеризуется на пастеризационно-охладительных установках при температуре 90 °С с выдерживается 50—60 с. Смесь охлаждается до 55—60 °С. После этого в нее добавляют ванилин и пергу.

В предварительно расфасованную потребительскую тару фасуют пудинг, который имеет температуру 55—60 °С. Фасовку, упаковку, маркировку производят в соответствии с требованиями технических условий на данный продукт. Упакованный продукт доохлаждают в холодильной камере до температуры 4±2 °С.

Для решения поставленных задач было приготовлено три опытных образца продукта с различным количеством пчелиного меда. Образец №1 содержит 3% перги, образец №2 –7% и образец №3 – 10% перги от массы молока. Помимо опытных образцов производились исследования контрольного образца – пудинга ванильного изготовленному на основе ТУ 571-4586-214596.

В ходе эксперимента у полученных образцов определялись: химический состав, органолептические показатели, а также показатели безопасности продукта. Физико-химические показатели образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-химические показатели образцов пудингов

Показатели	Образец № 1 (3% перги)	Образец № 2 (7% перги)	Образец № 3 (10% перги)	Контроль
Массовая доля жира, %, не менее	3±0,1	3±0,1	3±0,1	3±0,1
СОМО, % не менее	21,17±0,7	21,22±0,48	25,77±1,2	21,14±0,51
Белок, %не менее	5,15±0,1	5,04±0,45	5,04±0,45	5,0±0,1
Углеводы, % не более	11,76±1,25	11,81±0,48	11,98±0,48	6,0±1,2
Вода, % не более	75,83±0,48	75,78±0,48	71,23±0,51	75,86±0,71
Сухое вещество, % не менее	24,17±0,41	24,22±0,11	28,77±1,02	24,14±0,45
Витамины: С, мг%	240,12±0,1	240,13±0,48	240,13±0,48	-
D, мг%	0,9±0,1	0,9±0,1	0,9±0,1	0,9±0,1
B_1, мг%	0,52±1,01	0,67±0,71	0,94±0,8	0,2±0,71
А, мг%	0,54±0,1	0,54±0,1	0,54±0,1	0,5±0,3
Минеральные вещества: Са, мг%	11,0±0,56	10,21±0,39	10,20±0,48	11,0±0,56

К, мг%	119,9±0,1	110,17±0,46	110,1±0,51	120±0,12
Na, мг%	12,0±0,56	11,12±0,48	11,0±0,56	12,0±0,56
Р, мг%	10,0±0,1	9,5±0,43	9,5±0,48	10±0,1
pH	7,5±0,11	7,5±0,11	7,4±0,1	7,5±0,11
Кислотность, °Т	20±0,21	20±0,21	20±0,2	20±0,2

По данным таблицы 2 видно, что все образцы пудинга соответствуют требованиям стандарта. Но показатели образца 1 ближе к показателям контрольного образца. По микробиологическим показателям образцы является безопасными, и соответствуют требованиям для десертов, т.к. бактерии группы кишечной палочки и патогенные микроорганизмы отсутствуют [3]. Изучено влияние массовой доли меда на органолептические показатели пудинга. Сравнительный анализ органолептических свойств готовых пудингов показал, что оптимальная массовая доля перги составляет 7 % от массы нормализованного молока. Органолептические показатели образцов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Органолептические показатели

Показатель	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Контрольный образец
Внешний вид и консистенция	Однородная, в меру вязкая. Допускается лёгкая тягучесть	Однородная, в меру вязкая. Допускается лёгкая тягучесть	Однородная, в меру вязкая. Допускается лёгкая тягучесть	Однородная, в меру вязкая. Допускается лёгкая тягучесть
Вкус и запах	Чистый, молочный с вкусом и ароматом меда, без посторонних привкусов и запахов	Чистый, молочный с вкусом и ароматом меда, без посторонних привкусов и запахов	Чистый, молочный с вкусом и ароматом меда, с легкой горчинкой, без посторонних привкусов и запахов	Чистый, молочный с вкусом и ароматом образующих компонентов, без посторонних привкусов и запахов

Цвет	Кремовый, однородный по всей массе	От кремового до желтого, равномерный по всей массе	Белый однородный по всей массе

В процессе хранения изучили физико-химические и органолептические показатели образов пудинга. Показатели представлены на рисунках 1, 2, 3.

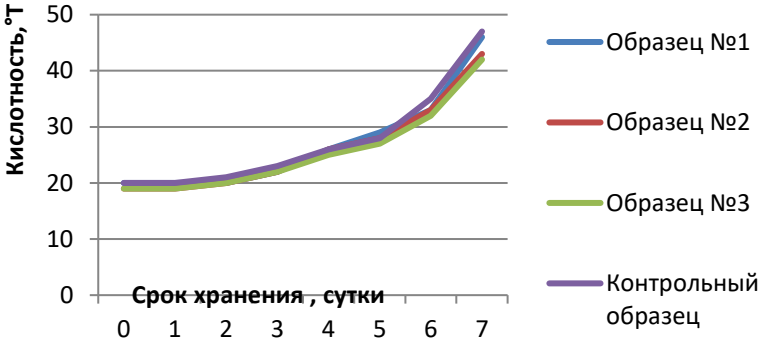


Рисунок 1 - Динамика кислотообразования в процессе хранения

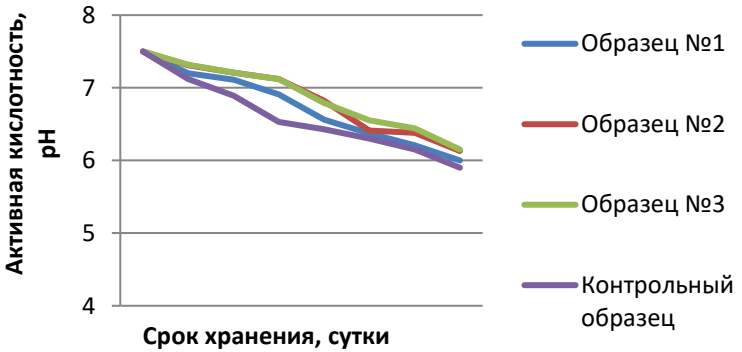


Рисунок 2 – Изменение активной кислотности образцов в процессе хранения

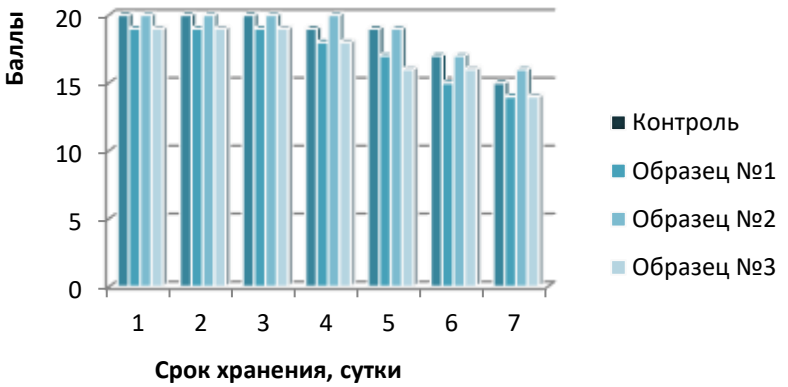


Рисунок 3 – Органолептические показатели образцов в процессе хранения

По результатам исследований образцов пудинга в процессе хранения видно, что кислотность образцов в первые четверо суток хранения при 8-10 ºС нарастает медленно, в последующие 48 часов достигает максимума – 45-50 ºТ. Такой пудинг является непригодным для употребления. Независимо от количества перги и меда, добавленных к пудингу, новый продукт можно хранить не более пяти суток. В ходе лабораторного анализа было установлено, что динамика нарастания кислотности у образца №2 немного ниже, чем у остальных и в большей степени приближается к показателям существующего стандарта для данного вида продукта. Изменение органолептических показателей в течение 7 суток хранения не наблюдалось.

Сделав выводы из вышесказанного, можно сказать, что лучшим образцом является образец №2 – содержание перги 0,7%. Изучив органолептические и физические показатели образцов в процессе хранения, срок годности пудингов с медом и с пергой составляет 5 суток при температуре не более 4 °С.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Исследования технологических параметров производства пудинга с пергой показали, что вносить пергу следует вносить в подогретый до температуры 45°С мед;
2. Установлено, что оптимальным количеством вносимой перги для выработки пудинга является 8% от массы нормализованного молока;

3. Разработана оптимальная рецептура кисломолочного напитка, обогащенного медом: нормализованное молоко – 748 кг, перга – 2 кг, мед 80 кг;

4. Энергетическая ценность готового продукта 474,4 кДж;

5. По изменению органолептических и физико-химических показателей установлен срок хранения пудинга с пергой, который составил 5 суток.

Производство пудинга с пергой и медом не требует больших капиталовложений и его выработка возможна на действующих технологических линиях предприятий молочной промышленности.

Список литературы

1.Бередихин А.В. Повышение качества структуры десерта за счет наполнителя //Молочная промышленность, 2012, №2.

2. Богданова Н. А., Нестеренко П. Г., Самойлов В.А. Структурированный продукт повышенной пищевой и биологической ценности // Молочная промышленность -2000.-№2.

3.Быковская А. В. Шоколадные молочные десерты// Молочная промышленность, №10, 2009, с 55.

4. Быков А. В. Производство обогащенных десертов// Молочная промышленность, №10, 2010, с 48.

5. Бойко А.Г. Тенденции в упаковочной отрасли // Молочная промыш-ленность, №8, 2008, с 30.

6. Горбатов А.В., Маслов А.М., Мачихин Ю.А. и др. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 2012.-с 296.

Zomiteva G.M., Rodina N.D., Mamaev A.V., Sergeeva E.Yu.

USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS OF BEE PRODUCTS IN MILK PUDDING TECHNOLOGY

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Oryol State Agrarian University named after. N.V. Parakhina"

Annotation. This article examines the use of biologically active components of bee products in milk pudding technology. Bee bread is a vitamin complex created by nature itself, so all its vitamins are 100% absorbed by the human body, unlike their synthetic counterparts. A distinctive feature of the developed puddings is the addition of bee bread.

Key words: production technology, milk pudding, bee bread, biologically active components.

УДК 637.146.34:664.644.4

Сергеева Е.Ю., Зомитева Г.М., Мамаев А.В., Родина Н.Д.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА НАТУРАЛЬНОГО ЙОГУРТА С СОЛОДОМ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрена, оптимизация технологии производства натурального йогурта с добавлением солода направлена на улучшение органолептических свойств (вкус, аромат, цвет), повышение пищевой ценности и обеспечение стабильной консистенции. Солод придает йогурту приятный карамельный или ореховый оттенок, а также служит источником углеводов для бактерий.

Ключевые слова: технология, производство, йогурт, солод.

Основной задачей при разработке инновационных кисломолочных продуктов является формирование улучшенного органолептического профиля и продление сроков хранения. В статье рассмотрены инновационные технологии производства йогуртов, способствующие повышению качества и расширению ассортимента продуктов данной категории.

В последнее время у многих потребителей растет понимание тесной взаимосвязи между питанием и здоровьем человека, что меняет выбор продуктов питания, заставляя выбирать один конкретный кисломолочный продукт вместо другого продукта питания для достижения определенных желаемых оздоровительных эффектов. Сегодня каждому человеку, как никогда ранее, важно приобрести полезные привычки в образе жизни и питании, которые помогут оставаться здоровыми. Согласно последним маркетинговым исследованиям, прошедшая пандемия заставила потребителей больше интересоваться кисломолочными продуктами, имеющими значение для поддержания в здоровом состоянии микробиома кишечника и укрепления иммунитета.

Среднесуточное потребление витаминов и минеральных веществ значительно ниже допустимой нормы, необходимой для полноценного питания. В настоящее время актуальным вопросом является проблема применения всех видов материальных ресурсов, что достигается вовлечением в сферу производства молочных продуктов.

Использовать не только традиционные, но и новые источники, одним из которых являются солодовый экстракт необходимый для ликвидации дефицита витаминов и минеральных веществ в питании человека. Обогащение им продуктов питания хорошо известно и широко распространено в мировой практике.

Целью работы является, разработка рецептуры и оптимизация технологий производства натурального йогурта с солодовым экстрактом Maltax 10. К основному сырью для производства йогурта с солодовым экстрактом Maltax 10 относится молоко, а к вспомогательному: солодовый экстракт и закваска.

Разработка технологий йогурта, обогащенного солодовым экстрактом, преследует цели производства продукта для нормализации баланса витаминами организма. По органолептическим показателям продукт имеет однородную поверхность с выраженным светло-коричневым цветом (таблица1).

Таблица 1 – Органолептические показатели йогурта с солодовым экстрактом Maltax 10

Показатель	Образец	Контрольный
	1	2
Внешний вид и консистенция	Консистенция однородная в меру вязкая. Допускается газообразование в виде единичных пузырьков, вызванное действиемсолодового экстракта Maltax 10	Консистенция однородная в меру вязкая. Допускается газообразование в виде единичных пузырьков, вызванное действиемсолодового экстракта Maltax 10
Вкус и запах	Кисломолочный с легким привкусом солодового экстракта Maltax 10	Кисломолочный с выраженным привкусом солодового экстракта Maltax 10
Цвет	Кремовый	Светло - коричневый
Показатель	Образец	Контрольный

Из таблицы 1 видно, что образцы йогурта с солодовым экстрактом Maltax 10, по сравнению с контрольным, по показателям внешнего вида и консистенции отличаются тем, что имеют в своем составе солодовый экстракт Maltax 10 в разном соотношении.

По результатам исследований из таблицы 2 видно, что массовая доля жира, массовая доля белка и вязкость не отличаются друг от друга. Титруемая кислотность увеличивается в среднем на 8%, что обратно пропорционально величине pH. Это связано с добавлением солодового экстракта в количествах, заданных по рецептуре.

По содержанию витамина С образцы №1,2,3, превосходят контрольный в среднем на 15%, так как солодовый экстракт дополнительно обогащает этим витамином разрабатываемый продукт.

Таблица 2 - Физико-химические показатели йогурта с солодовым экстрактом Maltax 10

Показатели	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Контрольный
Массовая доля жира, %	1,5±0,1	1,5±0,1	1,5±0,1	1,5±0,1
Массовая доля белка, %	2,8±0,1	2,8±0,1	2,8±0,1	2,8±0,1
Витамин С, %	0,0065±0,2	0,0068±0,1	0,0075±0,1	0,006±0,1
Кислотность, ºТ	98,1±0,4	100,2±0,3	110,3±0,5	95,1±0,2
pH	4,39±0,3	4,37±0,2	4,28±0,1	4,50±0,2
Вязкость, Па*с	0,32±0,2	0,32±0,2*	0,32±0,2	0,32±0,2
Показатели	Образец № 1 (3% перги)	Образец № 2 (7% перги)	Образец № 3 (10% перги)	Контроль
Массовая доля жира, %, не менее	3±0,1	3±0,1	3±0,1	3±0,1
СОМО, % не менее	21,17±0,7	21,22±0,48	25,77±1,2	21,14±0,51
Белок, %не менее	5,15±0,1	5,04±0,45	5,04±0,45	5,0±0,1
Углеводы, % не более	11,76±1,25	11,81±0,48	11,98±0,48	6,0±1,2
Вода, % не более	75,83±0,48	75,78±0,48	71,23±0,51	75,86±0,71
Сухое вещество, % не менее	24,17±0,41	24,22±0,11	28,77±1,02	24,14±0,45
Витамины: С, мг%	240,12±0,1	240,13±0,48	240,13±0,48	-
D, мг%	0,9±0,1	0,9±0,1	0,9±0,1	0,9±0,1
B_1, мг%	0,52±1,01	0,67±0,71	0,94±0,8	0,2±0,71
А, мг%	0,54±0,1	0,54±0,1	0,54±0,1	0,5±0,3
Минеральные вещества: Са, мг%	11,0±0,56	10,21±0,39	10,20±0,48	11,0±0,56
К, мг%	119,9±0,1	110,17±0,46	110,1±0,51	120±0,12
Na, мг%	12,0±0,56	11,12±0,48	11,0±0,56	12,0±0,56
Р, мг%	10,0±0,1	9,5±0,43	9,5±0,48	10±0,1

pH	7,5±0,11	7,5±0,11	7,4±0,1	7,5±0,11
Кислотность, °Т	20±0,21	20±0,21	20±0,2	20±0,2

На основе измеряемой ежедневно титруемой кислотности был построена диаграмма для определения сроков годности образцов кисломолочного продукта.



Рисунок 1 - Динамика кислотообразования йогурта с солодовым экстрактом Maltax 10 в процессе хранения, ^{0}Т

По данным исследований кислотообразования йогурта с солодовым экстрактом Maltax 10, представленных на рисунке 1 можно сделать вывод, что интенсивнее кислотность нарастает у образца №3 по сравнению с контрольным, в связи с содержанием в солодовом экстракте дрожжей, что существенно влияет на молочно – кислое брожение в продукте.

Таким образом, в результате выполнения научно-исследовательской работы были подробно изучены технологический режим выработки продукта, особенности распределения наполнителей в массе продукта, подобрана рецептура, поэтому затруднений при промышленном производстве продукта не возникнет.

Разработанный продукт будет пользоваться спросом у населения, ведь цена его будет мало отличаться от стоимости аналогичных продуктов.

Список литературы

1.ГОСТ 31981-2013. Йогурт. Общие технические условия.

2.Горбатова, К. К. Химия и физика молока / К. К. Горбатова. — М.: КолосС, 2012. — 336 с.

3.Горлов, И. Ф. Влияние солодовой добавки на реологические свойства йогурта / И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, А. В. Куликовский // Пищевая промышленность. — 2019. — № 6. — С. 22-25.

4.Степаненко, П. П. Микробиология молока и молочных продуктов / П. П. Степаненко. — М.: все для Вас, 2018. — 415 с.

5.Тихомирова, Н. А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов / Н. А. Тихомирова. — М.: ДеЛи принт, 2010. — 448 с.

6. Солохина И. Ю., Гнеушева И. А. Исследование антиоксидантных свойств молочнокислых бактерий и возможности их использования в технологии йогурта // Биология в сельском хозяйстве. – 2021. – № 3(32). – С. 24-31. – EDN CJUHHR.

Sergeeva E.Yu., Zomiteva G.M., Mamaev A.V., Rodina N.D.

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF NATURAL YOGURT WITH MALT

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Oryol State Agrarian University named after. N.V. Parakhina"

Annotation. This article discusses how to optimize the production technology of natural yogurt with added malt, aiming to improve its organoleptic properties (taste, aroma, color), enhance its nutritional value, and ensure a stable consistency. Malt imparts a pleasant caramel or nutty flavor to yogurt and also serves as a source of carbohydrates for bacteria.

Key words: technology, production, yogurt, malt

УДК 544.77:664

Свирина Е.И., Недоруб Е.Ю.

СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА ПЕНООБРАЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассматривается сущность процесса пенообразования в пищевой биотехнологии, его значение для производства различных пищевых продуктов, а также методы контроля и регулирования этого явления. Описаны механизмы формирования пены, роль поверхностно-активных веществ, влияние пенообразования на технологические процессы и качество конечной продукции. Особое внимание уделено методам пеногашения и выбору пеногасителей в биотехнологических производствах.

Ключевые слова: пенообразование, пищевая биотехнология, поверхностно-активные вещества, качество продукции.

Пенообразование — это процесс формирования устойчивых пузырьков газа в жидкой среде, который играет важную роль в пищевой биотехнологии. Пены используются в производстве различных продуктов, таких как кондитерские изделия, молочные продукты, напитки и другие. Понимание механизмов пенообразования и методов его регулирования позволяет улучшать качество продукции и оптимизировать технологические процессы [2].

Пена представляет собой дисперсную систему, в которой газовые пузырьки распределены в жидкой среде. Устойчивость пены зависит от свойств жидкой фазы, наличия поверхностно-активных веществ (ПАВ) и условий окружающей среды. ПАВ, такие как белки и липиды, играют ключевую роль в процессе пенообразования. Они снижают поверхностное натяжение жидкости, что способствует образованию пузырьков. Полярные и неполярные группы ПАВ взаимодействуют с водной и газовой фазами, увеличивая время жизни пузырьков [1].

Аэрация — это процесс введения воздуха в жидкую среду, который также способствует образованию пены. Пены используются в различных пищевых продуктах, таких как: кондитерские изделия (мармелад, зефир), молочные продукты (йогурты, мороженое), напитки (пиво, газированные напитки).

Перечислим основные проблемы, связанные с пенообразованием в пищевой биотехнологии. Так, избыточное пенообразование может привести к снижению полезного объема биореакторов, контаминации культур посторонней микрофлорой и другие. К числу методов контроля и регулирования пенообразования относят механическое и химическое пеногашение, а также ультразвуковое воздействие.

Механическое пеногашение осуществляется с помощью специальных устройств, таких как лопасти пеногасителей, которые разрушают пузырьки пены. Химические пеногасители, такие как растительные масла, добавляются в среду для подавления пенообразования. Однако их использование должно быть тщательно контролируемым, чтобы избежать изменения состава питательной среды. Ультразвук может использоваться для разрушения пены, что позволяет эффективно контролировать процесс пенообразования [3-4].

Таким образом, пенообразование в пищевой биотехнологии — это сложный процесс, который требует внимательного контроля и регулирования. Понимание механизмов формирования пены и методов её подавления позволяет улучшать качество пищевых продуктов и оптимизировать производственные процессы. Важно учитывать влияние

пенообразования на технологические параметры и выбирать подходящие методы пеногашения для достижения наилучших результатов.

Список литературы

1. Белик В.В. Физическая и коллоидная химия. – М.: Академия, 2011. – 288 с.

2. Недоруб, Е. Ю. Анализ пенообразующих свойств модельных систем пен на основе растительного сырья / Е. Ю. Недоруб, Е. И. Свирина // Приоритетные направления развития науки и образования в условиях формирования технологического суверенитета : Сборник трудов II Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону, 15–16 октября 2025 года. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2025. – С. 539-541.

3. Недоруб, Е. Ю. Системный анализ возможности использования растительного сырья при производстве пищевых продуктов с аэрированной структурой / Е. Ю. Недоруб // Инновационные подходы к управлению ресурсами и технологиями: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Таганрог, 20 февраля 2025 года. – Уфа: ООО "Аэтерна", 2025. – С. 20-22.

4. Свирина, Е. И. Анализ пенообразующих свойств модельных систем пен на основе растительного сырья / Е. И. Свирина // Научный журнал молодых ученых. – 2025. – № 5(45). – С. 39-41.

Svirina E. I., Nedorub E. Yu.

THE NATURE OF FOAMING IN FOOD BIOTECHNOLOGY

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. This article examines the nature of foaming in food biotechnology, its importance for the production of various food products, and methods for monitoring and regulating this phenomenon. The paper describes the mechanisms of foam formation, the role of surfactants, and the impact of foaming on technological processes and the quality of the final product. Particular attention is paid to defoaming methods and the selection of defoamers in biotechnological production.

Key words: foaming, food biotechnology, surfactants, product quality.

УДК 632.08

Гагарина И.Н., Епихина С.С., Попова А.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ БИОФЛАВОНОИДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. Проведены исследования по влиянию защитных свойств биофлавоноидов при хранении пищевых продуктов. В лабораторных условиях, получен композиционный состав на основе биофлавоноидов лекарственных растений, при использовании которого увеличиваются сроки хранения пищевых продуктов.

Ключевые слова: Биофлавонойды, пищевые продукты, кислотное число, перекисное число, защитные свойства.

Введение. Роль биологически активных веществ для живых организмов велика, **они** обладают высокой физиологической активностью, оказывают действие на обмен веществ, повышают устойчивость организма к различным экстремальным факторам и инфекционным заболеваниям, способствуют обезвреживанию и выведению токсических веществ и т.д. [2.

В настоящее время наука ориентирована на создание лекарственных средств, пищевых добавок, красителей, удобрений, которые будут иметь природное, а не химическое происхождение. Природные биологические соединения обладают менее вредным воздействием на человеческий организм, чем их синтетические аналоги или вещества с искусственно созданной структурой, а это даёт возможность длительно применять их при лечении хронических заболеваний или в целях профилактики различных заболеваний. В роли действующих веществ, определяющих целебные качества растения, выступают различные химические соединения: алкалоиды, гликозиды, эфирные масла, дубильные вещества, флавоноиды и т.д. Так же применение натуральных биологически активных веществ снижает загрязнение окружающей среды [1]. Производство экологически безопасной продукции – ключевая задача при экологизации сельскохозяйственной деятельности. Понятие «экологически безопасная сельскохозяйственная продукция» основано на праве людей на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой. Под экологически безопасной сельскохозяйственной продукцией понимают такую продукцию, которая в течение принятого для различных ее видов «жизненного цикла» (производство – переработка – потребление) соответствует установленным органолептическим, общегигиеническим, технологическим и токсикологическим нормативам и не оказывает

негативного влияния на здоровье человека, животных и состояние окружающей среды. [4,6]

Особенно это актуально в условиях сегодняшнего дня. Среди биологически активных веществ долгое время были малоизучены биофлавоноиды. Это нетоксические соединения растительного происхождения, которые встречаются практически везде. Биофлавоноиды играют важную роль. Во-первых, они придают цветам и фруктам окраску, которая, несомненно, имеет первостепенную важность при опылении. Уже давно известно, что разные цвета привлекают определенных насекомых. Более того, биофлавоноиды защищают растения от негативных воздействий окружающей среды, таких как ультрафиолетовое излучение и озон [3].

Их основное предназначение - восстанавливать защитные функции клеток растений, поврежденных различными внешними факторами - ультрафиолетом, грибами, вирусами, насекомыми и свободными радикалами. Было также обнаружено, что биофлавоноиды регулируют транспортировку ауксина (растительного гормона), отвечающего за развитие и рост растений. [2, 5]

Защитная роль полифенолов и биофлавоноидов обусловлена их антиоксидантными свойствами. Кроме того, некоторые биофлавоноиды обладают антибактериальными и фунгицидными (противогрибковыми) качествами. В ходе лабораторных и эпидемиологических исследований было доказано, что флавоноиды обладают ценными химическими, биологическими и биохимическими свойствами, важными для защиты здоровья и предупреждения заболеваний [3]. Применение биофлавоноидов экологически безопасно и экономически эффективно, при условии научно-обоснованного его использования.

Целью данной работы является изучение влияния композиционных составов флавоноидов на защитные функции биообъектов при хранении.

Материал и методика исследований. Лабораторные **исследования влияния** защитных свойств биофлавоноидов при хранении пищевых продуктов **проводили** на кафедре биотехнологии т химии имени професора Н.Е. Павловской в лабоаратории сельскохозяйственной биотехнологии.

В работе использовали стандартные методы физико-химического и анализа. Полученные результаты исследований обрабатывали с использованием методов математической статистики.

Методика определения перекисного числа основана на реакции взаимодействия и нейтрализации продуктов окисления (гидроперекисей и перекисей), находящихся в животных жирах и растительных маслах, со смесью йодистого калия в растворе уксусной кислоты и хлороформа или

изооктана с дальнейшим определением количества выделенного йода раствором тиосульфата натрия методом титриметрии.

Сущность метода определения **кислотного числа**. Определенную массу растительного масла растворяют в растворителе или в смеси определённых растворителей с дальнейшим титрованием свободных жирных кислот раствором гидроокиси.

Результаты исследования. Важнейшим свойством жиров является окисляемость. При этом окисляемость сильно зависит от состава жирных кислот. Наиболее легко окисляются жиры некоторых морских рыб, труднее всего – жиры с высоким содержанием насыщенных жирных кислот (сало, шпик). При хранении жирной рыбы появляется неприятный прогорклый запах. Изменяется и цвет окислившихся продуктов. Окисление жиров сопровождается образованием различных продуктов окисления – сначала перекисей, а затем различных полимерных соединений. Полимерные продукты окисления жиров обладают токсичным действием. Предельное содержание их в жирах не должно превышать 1%.

Определение перекисного числа называют иногда определением прогорклости жира. Прогоркание (изменение вкуса и цвета) жира вызвано образованием низкомолекулярных карбонильных соединений и обусловлено рядом химических превращений. Различают два вида прогоркания: биохимическое и химическое.

Биохимическое характерно для жиров, содержащих значительное количество воды и примесей белков и углеводов (например, коровье масло). Под воздействием ферментов (липаз), содержащихся в белках, происходит гидролиз жиров и образование свободных жирных кислот. Но увеличение кислотности не сопровождается появлением прогорклости. Микроорганизмы, развивающиеся в жирах, выделяют другие ферменты липооксидазы, под действием которых жирные кислоты окисляются до b-оксикислот. Метилалкилкетоны, образующиеся при распаде последних, являются причиной изменения запаха и вкуса. Для предотвращения прогоркания принимают такие меры, как очистка от белков, добавка консервантов (NaCl, бензойная кислота), хранение при низких температурах.

Химическое прогоркание (перекисное окисление липидов) – результат окисления жиров под действием кислорода воздуха (в живых организмах перекисное окисление вызывает повреждению тканей, способствуя развитию опухолевых заболеваний). Первой стадией является образование пероксильных радикалов под действием кислорода на углеводородные остатки насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Свет, повышение температуры промотируют реакцию. Пероксильные радикалы инициируют в свою очередь неразветвленные и разветвленные

цепные реакции, а также распадаются с образованием ряда вторичных продуктов – гидроксикислот, эпоксидов, кетонов и альдегидов, что и приводит к изменению запаха и вкуса жиров. Для жиров, в которых преобладают насыщенные жирные кислоты, характерно кетонное прогоркание, а в жирах с преобладающим содержанием ненасыщенных жирных кислот – альдегидное. В процессе прогоркания жиров перекисное число уменьшается. Важно определение этого числа на ранней стадии прогоркания, когда прогоркание еще не обнаруживается органолептически. Следует отметить, что наименее устойчивыми при хранении являются сливочное масло, маргарин и куриный жир.

Для регулирования процесса перекисного окисления жиров и человек, и природа используют антиоксиданты. В пищевые продукты с этой целью добавляют промилгаллат, аскорбиновую кислоту и др. К природным антиоксидантам относятся жирорастворимый витамин Е (токоферол) и витамин С.

Кислотное число определяется как физическая величина. Оно равно количеству гидроокиси калия (измерение в мг), которое необходимо для проведения нейтрализации свободных жирных кислот, а также сопутствующих триглицеридам веществ, которые могут быть нейтрализуемы щелочью и содержатся в 1 грамме растительного масла.

Из чего следует, чем выше **кислотное** число, тем больше использовано гидроокиси калия для нейтрализации.

Для эксперимента использовали сливочное масло «Простоквашино» с добавлением композиционного состава экстрактов шалфея и мяты, так же с композиционным составом флавоноидов шалфея, мяты и витамина С и контрольный вариант без добавления флавоноидов.

Эксперимент длился 7 суток, пробы были взяты на 2-е, 3-и и 7-е сутки.

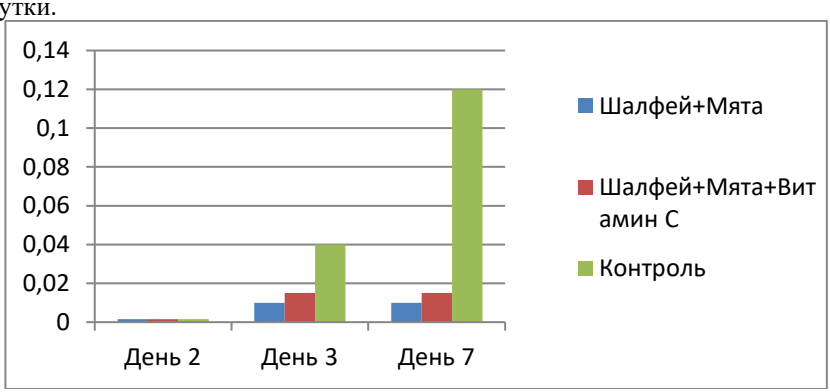


Рисунок 1. Динамика изменения перекисного числа в процессе хранения сливочного масла.

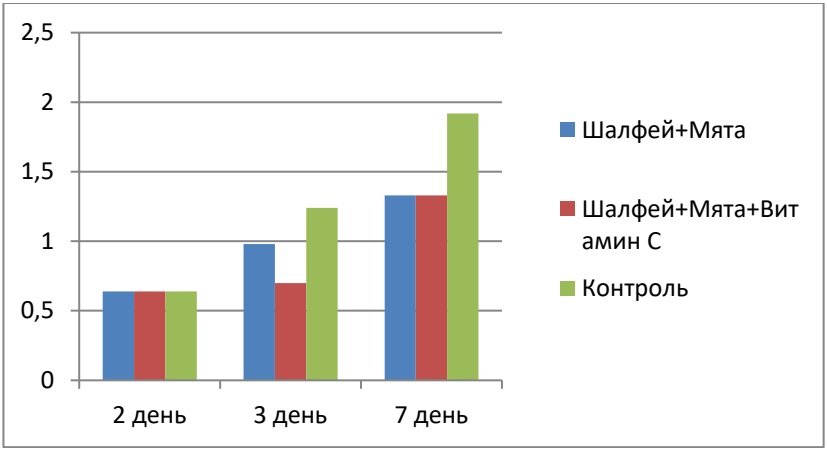


Рисунок 2. Динамика изменения кислотного числа в процессе хранения сливочного масла.

В результате проведенных исследований, мы видим следующее в варианте без добавления флавоноидов перекисное и кислотное число сильно увеличилось. В вариантах с добавлением композиционных составов флавоноидов и флавоноидов с витамином С кислотное и перекисное число увеличилось незначительно, особенно в варианте с витамином С.

Таким образом показано, что композиционный состав флавоноидов и витамина С увеличивает срок хранения сливочного масла по сравнению с контрольным вариантом без обработки. Композиционный состав на основе биофлавоноидов лекарственных растений можно рекомендовать для использования в микробиологической промышленности, как антисептический препарат.

Список литературных источников

1. Авдеева Е.В. Изучение некоторых природных флавоноидов, используемых в стандартизации лекарственных растений / Е.В. Авдеева. - Самара: СамГМУ, 2006. - 24 с.

2. Загоскина Н. В., Назаренко Л. В. Вторичные метаболиты растений и биотехнология. М.; Ярославль: Филигрань, 2019. 155 с.

3. Зубова М. Ю. Влияние микроэлементов на накопление биофлаваноидов в растениях чая / М. Ю. Зубова [и др.] // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. 2023.№ 1 (49). С. 47–56. DOI: 10.25688/2076-9091.2023.49.1.4

4. Коротаев, М.С. Содержание флавоноидов и гидроксикоричных кислот в надземной части Ledum palustre (Ericaceae) / М.С. Коротаева, М.В. Белоусов, Н.С. Фурса // Раст. ресурсы. – 2008. – Т. 44, вып. 1. – С. 66-75.

5. Кувачева, Н.В. Содержание и состав флавоноидов и фенолкарбоновых кислот ALFREDIA CERNUA (Asteraceae) / Н.В. Кувачева, И.В. Шилова, А.И. Пяк, В.П. Амельченко // Раст.ресурсы. – 2011. – Т.47, вып.4. – С.105-113.

6. Гаврилова А.Ю., Горькова И.В., Гагарина И.Н., Павловская Н.Е. Использование биофлавоноидов в in vitro технологиях. В сборнике: Передовые научно-технические проекты в биотехнологии. Материалы I Национальной научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2022. С. 167-170.

7. Dias M. C., Pinto D. C., Silva A. M. Plant flavonoids: Chemical characteristics and biological activity // Molecules. 2021. № 26 (17). P. 5377. DOI: 10.3390/molecules26175377

Gagarina I. N., Epikhina S.S., Popova A.Yu.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE PROTECTIVE PROPERTIES OF BIOFLAVONOIDS DURING FOOD STORAGE

Orel state agrarian University named after N. V. Parakhin

Abstract: Studies have been conducted on the effect of the protective properties of bioflavonoids during food storage. In laboratory conditions, a composite composition based on bioflavonoids of medicinal plants was obtained, which increases the shelf life of food products.

Key words: Bioflavonoids, food products, acid number, peroxide number, protective properties.

УДК 664.8:663.14

Федюшина В.В., Потапова Е.С., Костромичева Е.В. Гагарина И.Н.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НАТУРАЛЬНОЙ ПАСТИЛЫ БЕЗ САХАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментального получения натуральной пастилы без сахара из банана, сливы, дыни и яблок. Эксперимент проводился на кафедре биотехнологии и химии Орловского ГАУ в лабораторных условиях с использованием

дегидратора. Проведено три серии опытов с разными температурно-временными режимами. Подобраны оптимальные параметры сушки для разных видов фруктов. Даны рекомендации по предварительной подготовке сырья.

Ключевые слова: биотехнология, пастила без сахара, низкотемпературная сушка, дегидратор, банан, слива, дыня, функциональное питание.

Введение. В работе решалась задача отработки технологии получения натуральной пастилы без сахара. В качестве сырья использовали бананы, сливу, дыню, абрикосы и яблоки. Для сохранения витаминов и пищевых волокон применяли низкотемпературную сушку. Эксперимент проводили на кафедре биотехнологии и химии Орловского ГАУ с использованием методических подходов, описанных в работе Павловской Н.Е. и соавт. [2].

Материалы и методы. Опыты делали в лабораторной сушилке (дегидраторе) с регулировкой температуры. Сырьё закупали у местного фермера — свежее, без повреждений, с соблюдением условий хранения. Использовали: бананы, сливу, дыню, яблоки, абрикосы; натуральный подсластитель (стевия); специи (корица, имбирь, мята, кокосовая стружка).

Требования к органолептическим показателям готового продукта сверяли с ГОСТ 31712-2012 [1]. Всего провели три серии экспериментов, меняя температуру, время сушки и предварительную подготовку пюре.

Результаты. Первый опыт. Фрукты вымыли, очистили от кожуры и косточек, измельчили в блендере до однородного пюре. Добавили стевию из расчёта 2 грамма на 1 килограмм пюре. Выложили слоем около 5–6 мм на поддоны дегидратора. Поставили при 60 °C на 8 часов. Через 8 часов пастила высохла неравномерно: края получились жёсткими, ломкими, а середина осталась липкой и влажной. Снимать с поддона было сложно — рвалась. Органолептические показатели не удовлетворительные: у банановой пастилы появился слегка пригоревший привкус по краям. Второй опыт. Понизили температуру до 55 °C, увеличили время до 10 часов. Пастила стала лучше, но всё равно местами не досыхала. Консистенция получилась неоднородной: у сливы и банана слишком мягкая, у яблока — нормальная. Также заметили, что дынное пюре дало много жидкости в процессе сушки, и пастила из него получилась слишком тонкой и ломкой. Стало понятно, что нельзя все фрукты сушить в одинаковом режиме и с одинаковой толщиной слоя.

Третий опыт. Стали подбирать режим отдельно под каждый вид сырья. Температуру снизили до 50–52 °C, время увеличили до 12–14 часов. Кроме того, для сливы и банана пюре перед сушкой выдерживали в

холодильнике 2 часа для удаления лишней влаги; дыню нарезали более тонким слоем, около 3–4 мм; яблоки и абрикосы оставили без изменений.

В процессе сушки каждые 2 часа проверяли состояние пастилы, переворачивали поддоны для равномерного обдува. В результате получилась эластичная, равномерно высушенная пастила, легко снимающаяся с поддона, с натуральным вкусом и ароматом. Влажность готового продукта составила около 18–20%, что соответствует требованиям ГОСТ. Цвет остался естественным, без потемнений. Полученный продукт обладает хорошими органолептическими свойствами, что согласуется с данными исследований о сохранении качества при щадящих режимах сушки [3]. Все партии из разных фруктов при одинаковом режиме показали повторяемый результат — технология стабильна.

Выводы. Температура 60 °C и 55 °C с коротким временем сушки не подходят — пастила получается неравномерной, края пересушиваются, середина не досыхает. Оптимальный режим: 50–52 °C в течение 12–14 часов с предварительной подготовкой сырья в зависимости от его влажности. Каждый вид фруктов требует индивидуального подхода: разная толщина слоя, разное время выдержки пюре, разная частота переворачивания поддонов. При правильно подобранном режиме получается качественный продукт без сахара, с хорошими органолептическими свойствами, стабильный от партии к партии. Разработанная технология может использоваться для производства натуральной пастилы без сахара из местного сырья.

Список литературы

1. ГОСТ 31712-2012. Пастила фруктовая. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.

2. Павловская Н.Е., Гагарина И.Н., Горькова И.В., и др. Создание оптимальных условий для экстрагирования биофлавоноидов из соломы гречихи / Инновационные, фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству. Материалы III Международной Интернет-конференции. – Орёл: Издательство Орел ГАУ, 2010. – С. 20-23.

3. Пискурева В.А., Горькова И.В., Павловская Н.Е., Житникова В.С. Бактерицидные и комплексообразующие свойства пектинов плодоовощного концентрата // Пищевая промышленность. – 2009. – № 6. – С. 48-49.

4. Горькова, И. В. Расщепление лактозы под действием фермента / И. В. Горькова, Н. Е. Богачев // Передовые научно-технические проекты в биотехнологии: Материалы II Национальной научно-практической

Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 25 мая 2023 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2023. – С. 44-48. – EDN SXZOGK.

Fedyushina V.V., Potapova E.S., Kostromicheva E.V. Gagarina I.N

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING NATURAL SUGAR-FREE FRUIT PASTILLA USING LOW-TEMPERATURE DRYING

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The article presents the results of an experimental production of natural sugar-free pastilla from bananas, plums, melons and apples. The experiment was carried out at the Department of Biotechnology of Orel State Agrarian University using a dehydrator. Three series of experiments were carried out with different temperature and time regimes. Optimal drying parameters for different types of fruits were selected, and recommendations for raw material preparation are given.

Key words: biotechnology, sugar-free pastilla, low-temperature drying, dehydrator, banana, plum, melon, functional nutrition

УДК 637.146.34

Илюшин[1] И.В., Горькова[1] И. В., Горьков[1,2] А.А., Ярославкина[1] Н.Ю.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА СОИ ДЛЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

[1]ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

[2]ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»

Аннотация. В данной статье рассматриваются происхождение и распространение сои, а также текущее состояние производства сои. Представлен анализ рынка перспективных сортов сои, возделываемых на территории РФ в 2024–2025 гг. с оценеой их потенциала для использования в биотехнологической переработке на основе данных о востребованности (объемах высева) и биохимических характеристик.

Ключевые слова: белок, масличность, органическая продукция.

В условиях импортозамещения и перехода агропромышленного комплекса РФ к технологическому суверенитету, соя (Glycine max (L.)

Merrill) приобретает стратегическое значение. Это не только ведущая масличная и белковая культура, но и основной источник сырья для глубокой биотехнологической переработки. Спектр применения соевых компонентов в биотехнологиях постоянно расширяется: от ферментативных гидролизатов и изолятов белка до биополимеров, биосмазок, компонентов питательных сред для микробиологического синтеза и прочее.

Отбор сортов сои с высоким содержанием белка и высокой урожайностью для обеспечения устойчивого производства белковых компонентов и продуктов на их основе, является одной из трудностей в селекции сои. Богатая генетическая изменчивость ресурсов генофонда сои является основой для преодоления препятствий в селекции сортов сои с высокой урожайностью и высоким содержанием белка. Соя культивируется более 5000 лет и распространилась из Китая в другие части мира. Богатые генетические ресурсы играют важную роль в содействии устойчивому производству соевых продуктов: белка, масла и прочих во всем мире. Продукты на основе сои стали ежедневным решением для питания вегетарианцев и важным источником белка для людей, придерживающихся вегетарианской и низкожировой диеты. Исследования, проведенные Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ)/Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО) (1985 г.), показали, что соевый белок может обеспечить всеми незаменимыми аминокислотами для сбалансированного питания человека (рис.1). Качество соевого белка сопоставимо с животными белками из мяса, молока и яиц.

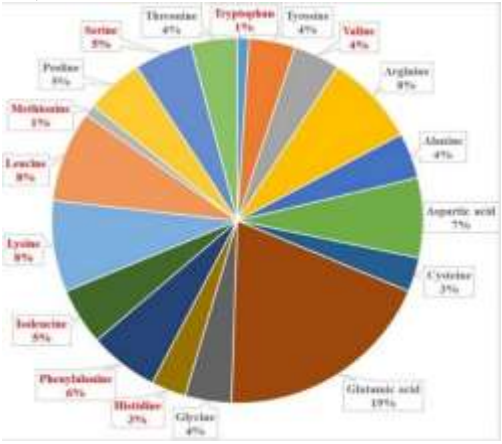


Рисунок 1- Аминокислотный состав соевого белка. (Красным цветом обозначены незаменимые аминокислоты, а черным — заменимые) https://www.ncbi.nlm.nih.gov.

Предоставленные статистические данные Россельхозцентра по объемам высева семян сои (тыс. тонн) за 2024 и 2025 гг. позволяют выявить сдвиги в предпочтениях аграриев и оценить доступность семенного материала перспективных сортов для последующей переработки.

Таблица 1. Динамика высева сортов сои, входящих в топ-10 по объемам высева в РФ в 2024–2025 гг., тыс. тонн

Сорт	2024 г.	2025 г.	Динамика 2025/2024, %
Сентябринка	24.5	13.6	-44,5%
Лидер 1	16.4	15.4	-6,1%
ЕС Командор	16.4	9.2	-43,9%
Сиберия	16.2	17.4	+7,4%
Пришять	15.7	14.1	-10,2%
ЭН Аргента	14.9	11.1	-25,5%
Аляска	13.4	15.9	+18,7%
ОАК Пруденс	12.6	16.5	+31,0%
Волма	12.5	3.6	-71,2%
Белгородская 7	12.2	16.7	+36,9%

Общий объем высева по анализируемой группе сократился с 155,2 тыс. т (2024) до 133,5 тыс. т (2025). Однако это сокращение носит структурный характер. Сорта с нестабильными хозяйственными характеристиками или низкой рентабельностью (Волма, ЕС Командор) уступают место адаптированным отечественным сортам и востребованным импортным линиям (ОАК Пруденс, Белгородская 7).

На основе анализа сортовой специфичности по содержанию белка, сорта сои по направлениям биотехнологической переработки можно выделить: 1. сорта с высоким содержанием белка (для изолятов и гидролизатов)- Сентябринка – содержание белка до 41,75%, оптимальный аминокислотный профиль [1], ЭН Аргента – отечественный сорт, содержание белка варьирует от 36,2% до 38,2% в зависимости от срока посева [2]. Уступает Сентябринке, но стабильно востребован (11,1 тыс. т в 2025 г.), Везелица, 3-22/132, 4-5/29 (линии) – выделены в Саратовском Левобережье как источники высокого протеина [4]; 2. сорта с высоким содержанием масла (для технических целей и биотоплива) - ЕС Командор, Славия – содержание жира превышает стандартные показатели. Сорт ЕС Командор входил в топ-3 по высеву в 2024 году (16,4 тыс. т), однако в 2025 году его доля сократилась, что может быть связано с переориентацией аграриев на продовольственные/кормовые белковые

сорта [4], Лебёдушка – масличность 19,20%; 3. сорта для северных территорий и рискованного земледелия - Сибирия – единственный сорт в топ-10, показавший стабильный рост высева (с 16,2 до 17,4 тыс. т) в условиях смещения посевов в более северные регионы, СибНИИК 9 – сорт сибирской селекции, допущен к использованию в четырех регионах РФ (Средневолжский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский). Период вегетации 82–107 дней. Создан методами индуцированного мутагенеза in vitro (гамма-облучение Co-60). Является примером успешного применения биотехнологических методов в селекции для создания адаптивных форм [3].

На сезон 2026 года переработчикам, ориентированным на выпуск высокомаржинальных биотехнологических продуктов (изоляты, гидролизаты, пептиды), рекомендуется: заключать прямые договоры с семеноводческими хозяйствами на размножение сорта Сентябринка для нивелирования риска сокращения его посевных площадей; провести технологические испытания сорта Припять на предмет пригодности для органических линеек продукции.

Библиографический список

1. Литвиненко О.В. Оценка качественного состава зерна сои, пригодного для производства пищевых добавок // Электронный ресурс ВНИИ сои. – 2024.
2. Пигорев И.Я., Кузьминов К.В., Некипелов Т.С. Биоэнергетическая продуктивность сортов сои разных сроков посева на черноземе типичном лесостепи России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023.
3. Рожанская О.А., Полюдина Р.И. Новый сорт сои СибНИИК 9 для условий Сибири, Среднего Поволжья и Урала // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 3. – С. 14-20.
4. Субботин А.Г., Костина Е.Е., Дыжина А.А. и др. Скрининг сортов и линий сои в условиях Саратовского Левобережья // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 12. – С. 78-84.

Ilyushin I.V., Gorkova I.V., Gorkov A.A., Yaroslavkina N.Yu.

PROMISING SOYBEAN VARIETIES FOR BIOTECHNOLOGICAL PROCESSING

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin

Abstract. This article examines the origin and distribution of soybeans, as well as the current state of soybean production. It presents a market analysis of promising soybean varieties cultivated in the Russian Federation in 2024–2025, assessing their potential for use in biotechnological processing based on demand (planting volumes) and biochemical characteristics.

Keywords: protein, oil content, organic products.

УДК 637.146.34

Булгаков[1] Н.В., Горькова[1] И. В., Горьков[1,2] А.А., Гагарина[1] И.Н.

БИОТЕХНОЛОГИЯ БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО ПИЩЕВОГО ИНГРЕДИЕНТА

[1]ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

[2]ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»

Аннотация. Белковые молочные гидролизаты могут быть использованы в диетическом питании благодаря их высокой пищевой и лечебной ценности - низкой иммунологической реактивности биоактивных пептидов, антиоксидантной активности. Коллаген может быть преобразован в активные пептиды и аминокислоты для использования в качестве функциональных ингредиентов в пищевых рецептурах. Многие составляющие растительных и животных продуктов обладают хондропротекторными свойствами. стратегий получения неживотного хондроитина. Создание белкового ингредиента с хондропротекторными свойствами на основе обогащенных микроорганизмов и сывороточного белка является перспективным для будущих исследований.

Ключевые слова: пептиды, хондропротекторы, антиоксиданты.

Современные мировые тенденции в производстве продуктов питания направлены на разработку продуктов для улучшения здоровья населения и профилактики заболеваний, вызванных несбалансированным питанием. В последние годы качество и безопасность пищевых продуктов являются стратегическим приоритетом в России. Приняты новые законы, регулирующие и поощряющие разработку и производство широкого спектра продуктов здорового питания, в том числе функциональных продуктов.

Заболевания опорно-двигательного аппарата являются одними из наиболее распространенных в современной клинической практике, особенно остеопороз. По данным Всемирной организации здравоохранения, во всем мире от остеопороза страдают почти 200 миллионов человек, при этом ежегодно происходит более 9 миллионов переломов. Повреждение суставов - распространенное явление среди спортсменов, людей физического труда и лиц, ведущих малоподвижный образ жизни. В зоне риска также находятся люди с возрастными изменениями гормонального фона, лица старше 45 лет.

Составляющие БПИ были подобраны на основании рекомендованных доз всех компонентов и не превышающие 50% суточной потребности.

Все компоненты прямым или косвенным путём оказывают влияние на метаболизм хрящевой и костной тканей. Результаты многих исследований убедительно свидетельствуют о высокой эффективности глюкозаминсульфата в клинических испытаниях, в связи с чем именно данный препарат и был выбран в основу действующего вещества, обладающего хондропротекторными свойствами. Остальные, вспомогательные компоненты микробиологического и растительного происхождения призваны обеспечить максимальное усвоение основных в желудочно-кишечном тракте и уменьшить вторичную воспалительную реакцию при ОА.

Состав БПИ и основные биологические параметры его компонентов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав БПИ и основные биологические параметры его компонентов

Компоненты	Содержание в 1 г (мг)	Суточная потребность при ОА мг	% суточной потребности	Механизм действия
Глюкозаминсульфат	200	1000-1500	20-13,3	Стимулирует синтез ГК и ПГ
ГК	24	48 - 240	50-10	Естественный компонент синовиальной жидкости. Усиливает выработку коллагена II типа и аггрекана — ключевых белков, обеспечивающих упругость и прочность хряща.
Гидролизат сывороточного белка	600	-	-	Обеспечение организма качественным белком и аминокислотами. Противовоспалительный и

				антиоксидантный комплексы
Обогащенные *Lactobacillus acidophilus* В-5097	140	-	-	Обеспечивают питательную поддержку соединительной ткани, способствуют максимальному усвоению в желудочно-кишечном тракте и уменьшить вторичную воспалительную реакцию при ОА.
Витамин В6	0,6	2	30	Участвует в метаболизме аминокислот, из которых строятся белки соединительной ткани, улучшает всасывание магния.
Витамин Н	0,016	0,05	30	Стабилизация метаболизма хряща и кости
Витамин С	35	50	50	Участвует в синтезе коллагена и в регуляции окислительно-восстановительных процессов

Дополнительно введенные витамины, такие как С, В6, Н обеспечивают питательную поддержку соединительной ткани. Известно участие аскорбиновой кислоты в синтезе коллагена и в регуляции окислительно-восстановительных процессов за счёт наличия в молекуле диенольной группы (-СОН=СОН-).

Изучение вопросов применения БПИ весьма актуально и заслуживает пристального внимания дальнейших исследований.

Результаты изучения показателей качества полученного БПИ показали высокие значения. Анализ органолептических показателей не

выявил посторонних включений, примесей и других инородных тел. БПИ представляет собой однородную порошкообразную массу. Цвет светло-молочный.

Таким образом, белковый инновационный ингредиент, содержащий основные хондропротекторы, пептиды молочного белка, аминокислоты, витамин Н, противовоспалительный и антиоксидантный комплексы можно рекомендовать для использования в профилактическом и лечебном питании.

Библиографический список

Современные аспекты переработки молочной сыворотки и разработка продуктов сложного сырьевого состава, сбалансированных по пищевой и биологической ценности / Е. Ю. Сергеева, Н. Д. Родина, Ю. К. Лещукова, О. В. Потаракина // Перспективы роста производства и переработки сельскохозяйственной продукции в АПК России : Материалы междун. научно-практ. конф. молодых ученых и специалистов, Орел, 05 декабря 2023 года. – Орел: ФГБНУ "Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур", 2023. – С. 152-155.

Потаракина, О. В. Продуктивный потенциал современных сортов люпина и перспективы его глубокой переработки / О. В. Потаракина // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 3(102). – С. 193-197. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.3.193. – EDN EQXPYO.

Показатели белково-протеиназного комплекса зерна полбы сорта Руно / М. А. Михайлова, Е. А. Кузнецова, И. Ю. Солохина [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. – № 2(73). – С. 71-74. – DOI 10.33979/2219-8466-2022-73-2-71-74. – EDN FAEYBM.

Bulgakov N.V., Gorkova I.V., Gorkov A.A., Gagarina I.N.

BIOTECHNOLOGY OF PROTEIN-CONTAINING FOOD INGREDIENT

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin

Abstract. Protein milk hydrolysates can be used in dietary nutrition due to their high nutritional and therapeutic value – low immunological reactivity of bioactive peptides and antioxidant activity. Collagen can be converted into active peptides and amino acids for use as functional ingredients in food formulations. Many components of plant and animal products have chondroprotective properties. Strategies for producing non-animal chondroitin are being explored. The creation of a protein ingredient with chondroprotective properties based on enriched microorganisms and whey protein is promising for future research.

Key words: peptides, chondroprotectors, antioxidants.

УДК 582.495

Мирошникова Н.Е., Солохина И.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЯХ

ФГБОУ ВО «Орловский аграрный университет им. Н.В. Парахина», г. Орёл

Аннотация. В статье представлены данные о химическом составе полифенолов у различных видов хвойных. Методом спектрофотометрии измерено суммарное содержание полифенольных соединений (включая флавоноиды, фенолокислоты, танины и др.) в хвое и коре сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели европейской (*Picea abies*). Установлены видовые различия в накоплении этих биологически активных веществ и проведена оценка их потенциальной активности. Результаты подтверждают перспективность использования хвойных пород в качестве доступного природного источника антиоксидантов для фармацевтической, пищевой и косметической отраслей.

Ключевые слова: хвойные породы, полифенольные соединения, флавоноиды, антиоксидантная активность, спектрофотометрия.

Полифенолы — это обширная категория растительных вторичных метаболитов, которые обладают значительной биологической активностью. Их ключевые характеристики включают антиоксидантные, противовоспалительные и антимикробные свойства [2]. Полифенолы демонстрируют значительную универсальность в применении, охватывая фармацевтическую, косметическую и медицинскую сферы, а также область функционального питания [8]. Их широкое распространение обусловлено уникальными биохимическими характеристиками, что позволяет им выступать в качестве ключевых активных ингредиентов в лекарственных препаратах, косметических средствах и биологически активных добавках [5,6].

Хвойные деревья, составляющие значительную часть лесных экосистем России, представляют собой важный источник полифенольных соединений. Эти растения демонстрируют исключительную адаптивность к экстремальным условиям окружающей среды, включая низкие температуры, засуху и биологические угрозы, такие как патогенные микроорганизмы. Данная устойчивость, вероятно, обусловлена интенсивной синтетической активностью и аккумуляцией защитных метаболитов, среди которых полифенольные комплексы занимают особое

место, выполняя ключевые функции в обеспечении фитоиммунитета [4]. Хвойные породы являются возобновляемым природным ресурсом, что создает предпосылки для их крупномасштабной заготовки при условии соблюдения принципов экологической устойчивости.

В ходе исследования был проанализирован химический состав коры и хвои двух хвойных пород: ели обыкновенной (*Picea abies*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Забор образцов осуществлялся в марте 2026 года в дендропарке ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ» имени Н.В. Парахина.

Отбор проб проводился на высоте от 1,5 до 2 метров над уровнем земли; при этом для коры и хвои формировались раздельные выборки весом 500-600 граммов. Основным критерием для выбора деревьев послужило их фитосанитарное состояние: в исследование были включены исключительно здоровые экземпляры, не демонстрирующие явных признаков заболеваний или повреждений, вызванных вредителями.

Для нивелирования влияния неоднородных условий произрастания на результаты эксперимента, точки отбора проб были равномерно распределены по периферии каждого ствола. Этот методологический подход позволил минимизировать искажения данных, обусловленные вариациями в освещенности и локальными микроклиматическими факторами, которые могут существенно влиять на химический состав древесного сырья.

На этапе предварительной обработки растительного материала осуществляется тщательная деконтаминация, направленная на удаление посторонних примесей, таких как пыль, почва и фрагменты других растений. Этот этап критически важен для обеспечения чистоты конечного экстракта. После деконтаминации сырьё подвергается измельчению до частиц размером 1-1,5 см. Данное технологическое решение способствует увеличению площади поверхности контакта с растворителем, что существенно повышает эффективность экстракции.

Влажность сырья подвергается строгому контролю с использованием влагомера и регулируется до уровня 4-5%. Достижение данного показателя влажности осуществляется посредством кратковременной сушки при комнатной температуре.

Оптимальный уровень влажности является ключевым фактором, обеспечивающим минимизацию риска гидролиза полифенольных соединений и способствующим улучшению проницаемости растворителя через клеточные структуры растительного материала. Экстракцию спектра полифенольных соединений из материала хвойных пород проводилась с использование растворителей разной полярности.

Для извлечения биологически активных полифенольных соединений, таких как флавоноиды, фенолокислоты и таннины, из

предварительно измельченного хвойного сырья использовался этилацетат в качестве экстрагента средней полярности [1].

Эксперимент проводили в круглодонной колбе объемом 2 л при массовом соотношении сырья к растворителю 1:10. Колба была оборудована обратным холодильником с целью минимизации испарения растворителя в ходе процесса. Экстракцию осуществляли при температуре кипения этилацетата в диапазоне 70-75 °C на протяжении 2-2,5 часов. Данные параметры были выбраны с целью обеспечения максимального выхода целевых соединений при минимизации риска их термического разложения. По завершении процесса реакционную смесь подвергали фильтрации через марлю для отделения жидкого экстракта от твёрдого осадка, что позволяло эффективно разделить фазы и изолировать необходимые компоненты.

Этилацетатные экстракты были подвергнуты процессу вакуумного упаривания с использованием роторного испарителя при контролируемой температуре 40°C. Выбор данной температуры является критически важным для обеспечения целостности термолабильных полифенольных компонентов, которые подвержены деградации при более высоких значениях. В свою очередь, применение пониженного давления позволило значительно ускорить процесс удаления растворителя и достичь высокой концентрации целевых биологически активных соединений без ущерба для их химической структуры [3,7].

Для удаления смолистых примесей из концентрированных этилацетатных экстрактов был применен метод экстракции с использованием гексана, неполярного растворителя, обладающего высокой экстракционной способностью по отношению к смолистым веществам. Экстракция проводилась методом настаивания при температуре 20-22°C в течение трех суток. Соотношение исходного концентрата к гексану поддерживалось в пропорции 1:100. После завершения процесса отстаивания, сопровождавшегося полным расслоением смеси, верхний гексановый слой, содержащий смолистые компоненты, был тщательно отделен. В результате был получен очищенный экстракт, пригодный для проведения последующих аналитических исследований.

Очищенные экстракты древесины ели и сосны были подвергнуты спектрофотометрическому анализу. Сканирование осуществлялось на спектрофотометре модели СФ-56 в диапазоне длин волн от 300 до 700 нанометров с интервалом в один нанометр. Содержание общего количества фенольных соединений, выделенных из хвойных растений в различных фракциях растворителей представлено в таблице 1.

Таблица 1. Содержание фенольных соединений, полученных из сосны и ели в экстрактах различной полярности

Вариант исследования	Содержание сухих веществ в экстракте с этилацетатом, %	Содержание сухих веществ в гексановом экстракте, %	Выход фенольных соединений, %	Суммарное содержание антиоксидантов, мг/мл
Древесина ели обыкновенной	2,24	1,48	24,23	0,074
Кора ели обыкновенной	3,52	2,63	36,12	0,448
Древесина сосны обыкновенной	3,1	3,12	56,74	0,058
Кора сосны обыкновенной	3,72	1,86	12,10	0,090

Анализ содержания сухих веществ, фенольных соединений и антиоксидантов в экстрактах различной полярности из сосны и ели показал, что сосна обыкновенная, произрастающая на территории дендропарка, отличается повышенным содержанием данных компонентов, выделенных из коры и древесины. Выявление широкого спектра биологически активных полифенольных соединений в коре и древесине хвойных растений, произрастающих на территории Российской Федерации, открывает новые перспективы для их использования в качестве ценного и доступного источника этих соединений.

Список литературы.

1. Бандюк Е.С. Экстракция биологически активных веществ из растительного сырья: теория и практика / Е. С. Бандюк, Н.В. Макарова. — М.: ДеЛи плюс, 2019. – 286 с.

2. Гаврилов А.Б., Горяинов С.И., Мариничев А.А., Гесслер Н.Н., Кляйн О.И., Исакова Е.П., Дерябина Ю.И. Состав полифенолов в биоматериалах российских хвойных пород // Химия растительного сырья. 2019. №2. С. 51–58. DOI: 10.14258/jcprm.2019024260.

3. Кузнецов А.А. Фитохимический анализ хвойного сырья: методы и результаты // Химия растительного сырья. 2021. №3. С.45-54.

4. Метсямууронен С. Биоактивные фенольные соединения, метаболизм и свойства: обзор ценных химических соединений в сосне обыкновенной и ели обыкновенной // Phytochem Rev. 2019.Т.18. С.623–664.

5. Мирошникова Н.Е., Солохина И.Ю. Оценка потенциала фенольных соединений биомассы хвойных пород // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 370-375.

6. Томенко, Д. К. Фенольные соединения хвойных пород деревьев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные машины, оборудование и IT-решения лесопромышленного комплекса: теория и практика». — Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2021. С.351–356.

7. Солохина, И.Ю., Гнеушева И.А. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов с применением ультразвуковой кавитации // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: Материалы IV Международной научно-практической Интернет-конференции, Орел, 20 марта 2025 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2025. – С. 296-300.

8. Солохина, И. Ю. Возможности применения опилок хвойных пород как источника глюкозных гидролизатов / И. Ю. Солохина, С. В. Сковпень // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения : материалы международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 28 октября 2021 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2021. – С. 292-296.

Miroshnikova N. E., Solokhina I. Y.

INVESTIGATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS IN CONIFEROUS PLANTS

N.V. Parakhin Oryol Agrarian University, Orel

Annotation. The article presents data on the chemical composition of polyphenols in various coniferous species. The total content of polyphenolic compounds (including flavonoids, phenolic acids, tannins, etc.) in pine needles

and bark (Pinus sylvestris) and European spruce (Picea abies) was measured by spectrophotometry. Specific differences in the accumulation of these biologically active substances have been established and their potential activity has been assessed. The results confirm the prospects of using conifers as an affordable natural source of antioxidants for the pharmaceutical, food and cosmetic industries.

Keywords: conifers, polyphenolic compounds, flavonoids, antioxidant activity, spectrophotometry.

УДК 635.657:576.8

Донская М.В.

ОСОБЕННОСТИ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСАЦИИ НУТА (*CICER ARIETINUM* L.) В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»

Аннотация. В полевых условиях Орловской области были изучены особенности формирования и работы симбиотических систем 13 сортов нута при моно- и двойной инокуляции разными штаммами азотфиксирующих бактерий *Mesorhizobium ciceri* и почвенно-корневой смесью, содержащей микс грибов арбускулярной микоризы *Glomus* spp. Применение микробиологических препаратов оказывало положительное влияние на рост и развитие большинства сортов. Отмечено увеличение значений элементов, слагающих структуру урожая. Максимальное число клубеньков образовалось у сорта Аватар в варианте с моно инокуляцией *Mesorhizobium ciceri* штамм 065 и у сорта Краснокутский 123 в варианте с *Mesorhizobium ciceri* штаммы 527 и 522. Наибольшие значения активности нитрогеназы (109,23…155,79 мкг N_2/раст. час) зафиксированы у сортов Аватар, Краснокутский 123 и Костюжанский 27 в вариантах с двойной инокуляцией.

Ключевые слова: нут, сорт, инокуляция, штамм, азотфиксация.

Бобовые культуры обладают способностью формировать симбиозы с полезными почвенными микроорганизмами: клубеньковыми бактериями, грибами арбускулярной микоризы и ростстимулирующими ризосферными микроорганизмами. Важное практическое значение имеют бобово-ризобиальный симбиоз и арбускулярная микориза, в результате которых растения могут развиваться в условиях дефицита азота, происходит ассимиляция труднорастворимых фосфатов, улучшаются условия роста растений [1].

Генетические особенности обоих видов симбиозов на примере культуры гороха изучены достаточно широко [2], несмотря на это не хватает данных для непосредственного использования их в сельскохозяйственном производстве. При возделывании культур в нетрадиционных регионах необходима разработка методов создания симбиотических систем в полевых условиях, изучение особенностей инокуляции, установления закономерностей влияния почвенно-климатических условий на работу симбиотического аппарата.

Нут (*Cicer arietinum* L.) древнейшая пищевая и кормовая культура, возделывается в мире на площади 17 млн. га. В России площади под нутом увеличиваются из года в год. В симбиозе с клубеньковыми бактериями вида *Mesorhizobium ciceri* растения нута способны усвоить за вегетацию до 120-150 кг/га азота воздуха [3]. Наличие в почве специфичных вирулентных штаммов ризобий является главным условием активного симбиоза. Нут отличается высокой степенью микоризации [4]. Прием предпосевной инокуляции семян биопрепаратами может существенно повысить симбиотическую активность и урожайность культуры [5-7].

В условиях Орловской области нут широко не возделывался. Его внедрение сдерживается, с одной стороны, небольшим количеством сортов, адаптированных к условиям региона, с другой, отсутствием адаптивной технологии возделывания, включающей создание эффективных симбиотических систем.

Целью исследований являлся скрининг исходного материала нута культурного (*Cicer arietinum* L.) для включения в селекционные программы на повышение эффективности симбиоза и определение эффективности применения микробиологических препаратов при возделывании в условиях Орловской области.

Материал и методы исследований. Материалом для исследований послужили 13 сортов нута культурного (*Cicer arietinum* L.). Оценку генотипов на способность к нодуляции и азотфиксации проводили в полевом эксперименте.

Схема опытов включала контроль и варианты с моно- и двойной инокуляцией семян ризоторфином (штаммы 527, 522, 065 на основе клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri*) и внесением в почву перед посевом почвенно-корневой смеси, содержащей грибы арбускулярной микоризы (*Glomus intraradices*, штамм 8, и *Glomus fasciculatum*, штамм 7). Площадь опытных делянок 5 м^2. Микробиологические препараты были получены из ФГБНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург-Пушкин). Обработку препаратами осуществляли по рекомендуемым технологиям. Полевые и лабораторные исследования выполняли с использованием общепризнанных методик [8-10].

Математическую обработку данных выполняли методами биологической статистики с использованием программ STATISTICA v. 10 (StatSoft, Inc.) и Microsoft Office Excel 2010.

Результаты и обсуждение. Применение микробиологических препаратов оказывало положительное влияние на рост и развитие большинства сортов нута. В вариантах с моно- и двойной инокуляцией разными штаммами *Mesorhizobium ciceri* и грибами АМ растения были более мощными, признаки заболеваний отсутствовали, выживаемость растений к уборке увеличилась на 4,2…9,3% по сравнению с контролем. Наибольший положительный эффект зафиксирован у сортов в вариантах с моно инокуляцией разными штаммами *Mesorhizobium ciceri* (рисунок 1).



Рисунок 1. Внешний вид растений нута (сорт Память): 1 - контроль; 2 - *Mesorhizobium ciceri* (штамм 527).

Установлено, что применение микробиологических препаратов приводило к значительному накоплению зеленой массы, что свидетельствует об улучшении азотного питания растений. При этом продолжительность вегетационного периода в этих вариантах увеличилась на 1…7 суток по сравнению с контролем.

Наибольший прирост биомассы (+49,2% к контролю) наблюдался у сорта Аватар в варианте с инокуляцией штаммом 065 (рисунок 2).

В среднем за годы изучения высота растений в контрольном варианте варьировала от 51,4 см (Пегас) до 80,5 см (Колорит). Инокуляция семян перед посевом различными штаммами *Mesorhizobium ciceri* увеличивала высоту растений на 0,5…23,4%, по сравнению с контролем, у сортов Приво 1, Золотой юбилей, Краснокутский 36, Краснокутский 123, Аватар, Костюжанский 27, Юбилейный, Смачный, Орнамент, Пегас, Устойчивый 02. Применение грибов АМ увеличивало высоту растений, по сравнению с контролем, на 2,1…9,5% у сортов Золотой юбилей,

Краснокутский 36, Аватар, Смачный, Орнамент, Устойчивый 02, Колорит; двойная инокуляция привела к увеличению высоты растений на 0,7…19,2% у всех сортов.



Рисунок 2. Реакция растений нута сорта Аватар на применение микробиологических препаратов: 1 - Контроль; 2 - *Mesorhizobium ciceri* (штамм 065); 3 – Грибы арбускулярной микоризы *Glomus* spp.; 4 – Двойная инокуляция

В среднем за годы изучения масса сухого растения в контрольном варианте у различных сортов нута колебалась от 22,3 г (Пегас) до 63,6 г (Юбилейный), число семян на растении изменялось от 36,9 (Пегас) до 86,8 (Юбилейный), масса семян с растения и масса 1000 семян находились в пределах 10,8 …23,1 г и 187,8 …294,7 г соответственно. Установлено, что моно-и двойная инокуляция семян разными штаммами Mesorhizobium ciceri и внесение в почву перед посевом субстрата, содержащего грибы АМ, положительно влияли на эти важные селекционные признаки у большинства изученных сортов. Прибавка массы сухого растения, по всем вариантам опыта, составила 0,7…70,1% к контролю, максимальная прибавка зафиксирована у сорта Аватар в варианте с инокуляцией штаммом 065; прибавка числа семян с растения находилась в пределах 0,3…69,1% (максимум зафиксирован у сорта Пегас в варианте с двойной инокуляцией штаммом 065 и грибами АМ); прибавка семенной продуктивности была на уровне 0,6…71,4%, наибольший положительный

эффект отмечен у сорта Краснокутский 36 в варианте с инокуляцией штаммом 522.

Применение разных штаммов ризоторфина и грибов АМ увеличивало крупность семян у различных сортов нута на 0,4…36,9% по сравнению с контролем. Максимальный положительный эффект наблюдался у сорта Краснокутский 36 в варианте с ризоторфином штамм 065.

Установлено, что обработка биопрепаратами способствовала образованию клубеньков всеми сортами, в контрольном варианте у большинства сортов клубеньки на корнях растений формировались в единичном количестве. Учет количества клубеньков показал, что максимальное их количество образовалось у сорта Аватар в варианте с ризоторфином штамм 065 – 134 и у сорта Краснокутский 123 в варианте с ризоторфином штамм 522 – 127. Максимальными значениями активности нитрогеназы отличались сорта Аватар, Краснокутский 123 и Костюжанский 27 в вариантах с двойной инокуляцией – 109,23…155,79 мкг N2/раст. час.

Заключение. В результате проведенных исследований было установлено, что применение микробиологических препаратов оказывало положительное влияние на рост и развитие растений у большинства сортов нута, значительно повышало показатели продуктивности сортов и увеличивало продолжительность вегетационного периода.

Установлено, что на эффективность работы симбиотической системы существенное влияние оказывают как погодно-климатические условия, так и генотип.

Наиболее мощный и активный симбиотический аппарат у нута формируется в период цветения – начала формирования бобов. Максимальное количество клубеньков (134) образовалось у сорта Аватар в варианте с азотфиксирующими бактериями Mesorhizobium ciceri штамм 065, наибольшее значение активности нитрогеназы (155,79 мкг N2/раст. час) отмечалось у этого же сорта в варианте с двойной инокуляцией штаммом 527 и грибами АМ.

Генотипы, характеризующиеся высокой отзывчивостью на применение микробиологических препаратов, включены в селекционные программы на повышение эффективности симбиоза сорто-микробных систем.

Список литературы

1. Vance C.P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorous acquisition. Plant nutrition in the world of declining renewable resources // Plant Physiology, 2001. № 127. pp. 390-397.

2. Борисов А.Ю., Штарк О.Ю., Жуков В.А., Неманкин Т.А., Наумкина Т.С. [и др.] 2011 Взаимодействие бобовых с полезными

почвенными микроорганизмами: от генов растений к сортам // Сельскохозяйственная биология, 2011. № 3. pp. 41-47.

3. Столяров О.В., Федотов В.А., Демченко Н.И. Нут (Cicer arietinum L.). Воронеж, «Изд-во Воронеж. Гос. Ун-та (ВГУ)», 2004. 256 с.

4. Solaiman A.R.M., Molla M.N., Hossain M.D. Response of chickpea to dual inoculation with Rhizobium and arbuscular mycorrhiza, nitrogen and phosphorus // Korean J. Crop Sci., 2006. 51(6). pp.527-533.

5. Лобков В.Т., Донская М.В., Васильчиков А.Г. Повышение эффективности симбиотических систем нута (Cicer arietinum L.) // Вестник Орловского государственного аграрного университета, 2011. № 3 (30). С. 39-42.

6. Донская М.В., Бобков С.В., Наумкина Т.С., Глазков А.В., Наумкин В.В. Применение микробиологических препаратов при возделывании нута в Орловской области // Земледелие, 2015. № 4. С. 16-18.

7. Донская М.В., Наумкина Т.С. Изучение новых штаммов ризобий и грибов арбускулярной микоризы на перспективных сортах нута // Повышение эффективности сельскохозяйственной науки в современных условиях. материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Орел, 2015. С. 39-41.

8. Вишнякова М.А., Буравцева Т.В., Булынцев С.В. [и др.] Методические указания Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение / под ред. М.А. Вишняковой. Санкт-Петербург: «ООО «Копи-Р Групп», 2010. 141 с.

9. Орлов В.П., Орлова И.Ф., Щербина Е.А., Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом. Орел: «ВНИИ ЗБК», 1984. 16 с.

10. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. Москва: «Агропромиздат», 1991.300 с.

Donskaya M.V.

SYMBIOTIC NITROGEN FIXATION OF CHICKPEA (CICER ARIETINUM L.) IN THE OREL REGION CONDITIONS

FSBSI «Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops»

Abstract. Were studied 13 varieties of chickpea and them inoculation with different strains of nitrogen-fixing bacteria Mesorhizobium ciceri and inoculum containing mix of arbuscular mycorrhizal fungi Glomus spp. in the field of the Orel region conditions. The use of microbiological preparations had a positive effect on the growth and development of most varieties of chickpea. The maximum number of nodules was formed at the Avatar in the variant with

inoculation Mesorhizobium ciceri strain 065 and the Krasnokutsky 123 in the variant with Mesorhizobium ciceri strains 527 and 522. The highest values of nitrogenase activity (109.23…155.79 mkg N_2/plants. hr) were recorded at the Avatar, Krasnokutsky 123 and Kostyuzhansky 27 in variants with double inoculation MC and AM.

Key words: chickpea, variety, inoculation, strain, nitrogen fixation.

УДК 579

Горькова И.В., Костромичева Е.В.

ВЛИЯНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ДИНАМИКУ РОСТА БАКТЕРИЙ AZOTOBACTER В ПРОЦЕССЕ ГЛУБИННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

ФГБОУ ВО «Орловский аграрный университет им. Н.В. Парахина», г. Орёл

Аннотация. В работе проведено исследование влияния микроэлементов на динамику роста бактерий Azotobacter в процессе глубинного культивирования. Рассмотрено влияние различных сочетаний микроэлементов на рост и развитие данных микроорганизмов. Предлагаемые разработки позволят интенсифицировать процесс глубинного культивирования азотобактерий. Показано, что наличие в питательной среде ионов натрия и калия, а также их сочетание с ионами железа приводит к интенсификации роста исследуемых микроорганизмов. В работе применялись методы определения накопления биомассы азотфиксирующих бактерий: определялась мутность бактериальной суспензии и количество клеток под микроскопом в течении 6 дней.

Ключевые слова: культивирования микроорганизмов, микроэлементы, азотобактерии

Использование биотехнологии в сельском хозяйстве ориентировано на стабильное развитие сельскохозяйственного производства, решение проблемы продовольственной безопасности, получение высококачественных, экологически чистых продуктов питания, переработку отходов сельскохозяйственного производства, восстановление плодородия почв. Одним из приоритетных вопросов в данном направлении является производство биопрепаратов для растениеводства [1,4]. В настоящее время микробиологическая промышленность выпускает препараты на основе бактериальных удобрений, содержащих свободнодвижущиеся азотобактерий, способных фиксировать молекулярный азот. Известно, что азотобактер способен

фиксировать до 20 мг атмосферного азота на 1 г использованного сахара [1,2,3].

Азот – основной элемент, определяющий урожайность сельскохозяйственных культур. Вместе с тем из большого числа разнообразных соединений азота, встречающихся в почве растения в основном, могут использовать минеральные формы этого элемента. Еще в 1901 году М. Бейеринком открыта аэробная бактерия, усваивающая молекулярный азот – Azotobacter chroococcum размножающаяся при соответствующих условиях в ризосфере сельскохозяйственных культур, что и дало основу утверждать о возможности данного микроорганизма улучшать азотное питание растений [3,5]

В связи с этим, интенсификация технол5огии микробиологического синтеза - изучение и подбор режимов культивирования являются одной многоаспектной проблемой получения биомассы микроорганизмов с высоким титром клеток и наилучшими физико-химическими показателями конечного продукта. Управляемое культивирование может привести к сокращению времени выращивания микроорганизмов и повысить как качественные, так и количественные показатели продукта ферментации [4,6].

Известно, что все виды Azotobacter чувствительны к содержанию в среде фосфора и развиваются лишь при высоком его содержании в питательной среде. Стимулируют процесс фиксации азота соединения молибдена. Однако роль других микроэлементов или их комплекса на роста азотобактерий остается мало изученной. В связи с этим, целью исследования является – определение оптимального сочетания микроэлементом и биологически активных веществ для интенсификации процесса культивирования бактерий рода Azotobacter.

Материал и методы исследований. Материалом для исследований послужили 10 видов микроорганизмов рода Azotobacter предоставленных Пензенской биофабрикой. Мутность клеточных суспензий определяли денситометрическим методом.

Результаты и обсуждение. Интенсификация технологии микробиологического синтеза - изучение и подбор режимов культивирования является одной многоаспектной проблемой получения биомассы микроорганизмов с высоким титром клеток (КОЕ) и наилучшими физико-химическими показателями конечного продукта. Управляемое культивирование может привести к сокращению времени выращивания микроорганизмов и повысить как качественные, так и количественные показатели продукта ферментации [1].

Для создания накопительной культуры Azotobacter использовали безазотистую среду Эшби, состав которой указан в таблице 1.

Нами были изучены процессы роста микроорганизмов Azotobacter на жидких питательных средах, содержащих различные микроэлементы. Для проведения непосредственного процесса культивирования бактерий рода Azotobacter были подобраны 7 сред (табл.1).

Так как на процесс роста микроорганизмов непосредственно влияют такие элементы как натрий и калий мы рассматривали среды содержащие данные элементы в совокупности с другими микроэлементами, а также динамику роста азотобактерий в их отсутствии.

Таблица 1. Варианты жидких питательных сред для выращивания Azotobacter.

Состав питательной среды	Концентрация компонентов, г, мл						
	1 вар.	2 вар.	3 вар.	4 вар.	5 вар.	6 вар.	7 вар.
Глюкоза	2	2	2	2	2	2	2
K_2HPO_4	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-
NaCl	0,05	0,05	0,05	0,05	-	-	-
$MgSO_4$	-	-	-	0,07	-	-	0,07
$FeSO_4$	-	0,07	-	-	0,07	-	-
$CuSO_4$	-	-	0,07	-	-	0,07	-
H_2O	до 100	до 100	до 100	до 100	до 100	до 100	до 100

Одним из способов исследования динамики роста клеток микроорганизмов является микроскопия. Нами было определено количество микроорганизмов в 1 мкл жидкости путем подсчета их под микроскопом (табл.2)

Таблица 2. Количество клеток Azotobacter под микроскопом при увеличении (х4) на первые сутки исследования.

Варианты питательных сред	Количество клеток					
сутки	1	2	3	4	5	6
$K^+ Na^+$	63	63	65	63	60	60
$K^+ Na^+ Fe^{+2}$	61	68	68	62	61	61
$K^+ Na^+ S^{+2}$	54	54	55	57	53	53
$K^+ Na^+ Mg^{+2}$.	20	0	0	0	0	0
Fe^{+2}	40	43	43	39	39	38
S^{+2}	42	41	40	15	10	2
Mg^{+2}.	39	35	15	0	0	0

В процессе культивирования определяли мутность полученных суспензий культур микроорганизмов. Полученные данные представлены в таблице 3.

Наиболее высокий рост микроорганизмов был замечен в варианте с железом на вторые сутки, методом микроскопического подсчета, около (68) микроорганизмов. На четвёртые сутки рост начал падать и составил около (62) микроорганизма Azotobacter, на пятые и шестые сутки рост остался неизменным и составил около 61 микроорганизм. Затем в суспензия на содержащий натрий отмечено 65 микроорганизмов на третьи сутки, на четвертые сутки рост снизился и составил 63 микроорганизма Azotobakter, на пятые и шестые сутки рост упал и составил 60 микроорганизма. Третий микроэлемент, на котором было замечен рост это сера на четвертые сутки - 57 бактерий, затем рост начал падать - на пятые сутки рост составлял 53, на шестые 53 микроорганизма. Самые слабые показатели на рост микроорганизма Azotobacter, были замечены в вариантах с натрием, железом, серой и магния у магния на момент посадки микроорганизма было около 20 микроорганизма. Затем были нулевые показатели роста, микроорганизм погиб. У железа самый высокий показатель был зафиксирован на вторые сутки 43 микроорганизма, на четвертые сутки рост начал падать и составил 39, на последние шестые сутки микроорганизмов было около 38. Среда, содержащая серу, имеет самый высокий показатель роста. Он был замечен на первые сутки и составил 42 микроорганизма, со вторых суток рост начал заметно падать и составил 41, на третьи сутки - 40, на четвертые 15, на пятые 10, на шестые сутки рост сильно упал и составил около 2 микроорганизма Azotobacter. В варианте с магнием пик роста был зафиксирован па первые сутки роста и составил 39 клеток, затем рост начал падать, на вторые сутки он составил 35 микроорганизмов, на третьи 15, на четвертые и последующие дни рост упал до 0.

В процессе культивирования определяли мутность полученных суспензий культур микроорганизмов. Полученные данные предствлены в таблице 3.

Таблица 3. Мутности суспензий Azotobacter на первые сутки исследования

Варианты питательных сред	Мутности, ЕМФ					
сутки	1	2	3	4	5	6
K^+ Na^+	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1
K^+ Na^+ Fe^{+2}	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1
K^+ Na^+ S^{+2}	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1
K^+ Na^+ Mg^{+2}.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Fe^{+2}	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
S^{+2}	0,1	0,1	0,1	0	0	0
Mg^{+2}.	0,1	0	0	0	0	0

Как видно из таблицы наиболее оптимальными сочетаниями элементов для культивирования Azotobacter являются калий-натрий, калий-натрий-железо, калий-натрий-сера. При использовании этих комбинаций можно наблюдать наибольшую активность роста Azotobacter. Наиболее активный рост отмечен на вторые сутки в варианте с сульфата железа (1,2 ЕМФ). В средах, содержащих натрий+калий и серу одинаковые показатели мутности на третьи сутки у натрия+калий и железа (1,2 ЕМФ). На четвертые сутки максимум роста Azotobacter наблюдался в варианте с серой, на пятые и шестые сутки одинаковые показатели роста микроорганизмов.

В четвертом варианте с Mg +2 мутность суспензий не изменялась и составила 0,2 ЕМФ. В пятом варианте с железа на первый день роста не было обнаружено, на вторые сутки начался рост, на четвертые сутки рост начал падать, далее рост не изменялся. В шестом варианте роста был замечен на вторые сутки и был одинаковым и с третьих суток он начал падать на четвертые, пятые и шестые сутки роста не было обнаружено рост и развитие только падало. В седьмом варианте роста Azotobacter не было обнаружено.

Таким образом, проведенные исследования показали, что на рост Azotobacter благоприятно влияют такие микроэлементы, как натрий, калий в сочетании с железом и серой. При этом содержание железа ускоряет рост бактерий: максимальный рост приходится на вторые сутки, в то время как при отсутствии железа максимум биомассы отмечается на третье сутки. На четвертые сутки рост микроорганизмов Azotobacter во всех вариантах прекращается. Отмечено, что наличие в питательной среде ионов натрия и калия, а также их сочетание с ионами железа приводит к интенсификации роста бактерий рода Azotobacter на жидких питательных средах. Ионы магния в среде, а также отсутствие натрия и калия снижают роста азотобактерий. Установлено, что пик накопления биомассы при содержании в среде железа смещается на вторые сутки по сравнению с натрием и калием.

Список литературы

1. Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Кутровский М. А. «Почвообразование на известняках и мергелях». Ростов н/Д: ЗАО «Ростиздат», 2007. 198 с

2. Куаталиева Д. Т. «Активность микроорганизмов рода Azotobacter в почвах города Астрахани» // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 39. С. 3876–3880.

3. Imfeld G., Vuilleumier S. Measuring the effects of pesticides on bacterial communities in soil: A critical review// European Journal of Soil Bilogy, 2012, V. 49. - P. 22-30.

4. Kazeev K. Sh. Vlijanie zagrjaznenija sovremennymi pesticidami na biologicheskuju aktivnost' chernozema vyshhelochennogo [The influence of pollution with modern pesticides on the biological activity of leached chernozem] / K. Sh. Kazeev, E. S. Loseva, L. G. Borovikova et al. // Agrohimija [Agrochemistry]. - 2010. - No. 11. - pp. 39-44. [in Russian]

5. Kulikova N. A. Gerbicidy i jekologicheskie aspekty ih primenenija [Herbicides and ecological aspects of their application] / N.A. Kulikova, G.F. Lebedeva. Book house"LIBROCOM". Moscow, 2015. 152 p

Gorkova I.V., Kostromicheva E.V.

NFLUENCE OF MICROELEMENTS ON THE GROWTH DYNAMICS OF AZOTOBACTER BACTERIA IN THE PROCESS OF DEEP CULTIVATIO

N.V. Parakhin Oryol Agrarian University, Orel

Abstract. The paper studies the effect of trace elements on the growth dynamics of Azotobacter bacteria during deep cultivation. It examines the influence of various combinations of trace elements on the growth and development of these microorganisms. The proposed developments will help to intensify the process of deep cultivation of nitrogen-fixing bacteria. It has been shown that the presence of sodium and potassium ions in the nutrient medium, as well as their combination with iron ions, leads to an increase in the growth of the studied microorganisms. The study used methods for determining the accumulation of nitrogen-fixing bacteria biomass: the turbidity of the bacterial suspension and the number of cells were determined under a microscope over a period of 6 days.

Key words: microorganism cultivation, microelements, azotobacter

УДК 631.4

Коношин Д.И., Лобков В.Т.

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ КАК ФАКТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина».

Аннотация. В статье анализируется влияние различных способов обработки почвы на её плодородие. Рассматриваются агрофизические, агрохимические и биологические аспекты воздействия механической

обработки, а также предлагаются рациональные подходы к выбору методов обработки с учётом типа почвы, рельефа и выращиваемых культур. Показано, что грамотное применение приёмов обработки позволяет повысить урожайность и сохранить плодородие почв.

Ключевые слова: обработка почвы, плодородие, гумус, агрофизические свойства, эрозия, севооборот, биологическая активность.

Почвенное плодородие — способность почвы обеспечивать растения питательными веществами, водой и воздухом, создавая оптимальные условия для их роста и развития. Это комплексное свойство, которое определяется множеством факторов: содержанием гумуса, ферментативной активностью, целлюлозоразлагающей способностью, интенсивностью дыхания почвы, составом микрофлоры и т. д.

Одним из ключевых антропогенных факторов, влияющих на плодородие, является обработка почвы. Её правильное применение позволяет мобилизовать плодородие, улучшить физические свойства почвы, создать оптимальные условия для развития корневой системы, снизить риск эрозии и деградации.

Цель статьи проанализировать влияние различных приёмов обработки почвы на её плодородие и предложить рекомендации по оптимизации этого процесса.

Механическая обработка приводит к комплексным изменениям свойств почвы. Отвальная вспашка снижает плотность по сравнению с мелкой мульчирующей обработкой, что оптимально для большинства культур, а глубокая обработка (вспашка) увеличивает общую и некапиллярную пористость, создавая рыхлое мелкокомковатое состояние, благоприятное для роста растений. Улучшение аэрации стимулирует разложение растительных остатков.

Рыхление улучшает водопроницаемость, а сохранение стерни (при безотвальной обработке) снижает испарение и повышает влагоёмкость. Активное рыхление ускоряет разложение органики, высвобождая доступные формы азота, фосфора и калия.

Длительная интенсивная обработка может снижать содержание гумуса за счёт его минерализации. Оптимальный вариант — комбинированная обработка (чередование вспашки и рыхления), которая увеличивает содержание гумуса в пахотном слое тёмно-серых лесных почв на 0,38%.

Вспашка может влиять на кислотность почвы, особенно при внесении известковых материалов.

Обработка активизирует ферменты, накапливающиеся в почве благодаря микроорганизмам и корневым выделениям растений и создает

благоприятные условия для аэробной микрофлоры усиливает биологическую активность почвы.

Безотвальная и минимальная обработка снижает риск водной и ветровой эрозии, предотвращает уплотнения почвы под действием тяжёлой техники.

В зависимости от целей и условий применяют различные способы обработки почвы.

Отвальная вспашка предусматривает оборачивание и рыхление пахотного слоя. Она эффективна для заделки растительных остатков и удобрений, но при длительном применении может снижать содержание гумуса.

При безотвальной обработке происходит рыхление без оборачивания пласта, что сохраняет стерню на поверхности, снижает эрозию, улучшает водный режим почвы.

Плоскорезная обработка проводится в виде поверхностного рыхления с сохранением стерни, при этом минимизируются потери гумуса. Такая обработка рекомендуется для почв, подверженных эрозии.

Дискованием проводится крошение и перемешивание верхнего слоя. Используется для предпосевной подготовки и борьбы с сорняками.

Культивация – это мелкое рыхление без оборачивания, применяется для ухода за посевами и уничтожения сорняков.

Глубокое рыхление (почвоуглубление) разрушает уплотнённые слои («плужные подошвы»), улучшает водопроницаемость и аэрацию.

Минимальная и нулевая обработка (No-till) сокращает число и глубину обработок, сохраняет растительные остатков на поверхности, снижает энергозатраты и риски эрозии.

Для достижения максимальной эффективности необходимо учитывать типы почвы. Лёгкие песчаные почвы требуют минимальной обработки, а тяжёлые глинистые почвы — глубокой вспашки или чизелевания.

Рельеф также накладывает ограничения на выбор способа обработки почвы. Если участок расположен на склонах необходимо использовать контурное рыхление и террасирование, что это снижает сток воды и эрозию.

Севооборот снижает нагрузку на почву. Каждая возделываемая культура в зависимости от своей биологической особенности требует выбора способов обработки почвы. Так, пропашные культуры (картофель, кукуруза) требуют глубокой рыхлая обработка, а зерновые колосовые (пшеница, ячмень) — более уплотнённый слой. Глубокая обработка под пропашные культуры компенсирует уплотнение от зерновых.

Сочетание обработки с внесением органических и минеральных удобрений улучшает плодородия почвы. Например, отвальная вспашка с

внесением N30P60 осенью повышает урожайность озимой пшеницы на 0,56 т/га.

В Орловской области применяются различные методы обработки почвы, которые выбираются с учётом почвенно-климатических условий, типа культуры, экономических факторов и принципов адаптивного земледелия. Основные виды обработки включают традиционную вспашку, минимальную (поверхностную) обработку и нулевую технологию (No-Till).

Вспашка — глубокая обработка почвы, которая включает рыхление и заделку пожнивных остатков. Она способствует регенерации плодородия, накоплению влаги и созданию благоприятного физического состояния грунта для предпосевной обработки.

Виды вспашки по времени проведения может быть зяблевой или весенней.

Зяблевая вспашка — обработка почвы осенью под посев яровых культур весной. Вспаханная почва, оставшаяся на зиму, промерзает, что уничтожает корневые системы сорных растений и их семена. Взрыхлённая на зиму почва легче подготавливается к посеву и накапливает влагу после таяния снегов.

Весенняя вспашка — проводится на площадях, оставшихся в севообороте под паром, или под поздние яровые культуры, дающие время на качественную подготовку почвы.

Требования к проведению вспашки:

– обработка проводится при достижении нормальной физической спелости почвы;

– глубина обработки не должна отклоняться от установленной нормы;

– пласт почвы должен быть обращён, раскрошен в мелкие комья и плотно уложен;

– органические удобрения должны быть заделаны на 95%, пожнивные остатки и сорняки — на глубину 12–15 см.

Минимальная обработка предполагает сокращение числа и глубины обработок почвы, совмещение операций в одном рабочем процессе. Часто используется комбинированный агрегат для выполнения нескольких задач за один проход. К преимуществам можно отнести снижение энергетических и материальных затрат (примерно на 30% по сравнению с традиционной обработкой); сохранение структуры почвы и уменьшение эрозии.

В некоторых случаях минимальная обработка может приводить к увеличению плотности почвы и засоренности посевов.

Нулевая обработка (No-Till) исключает механическую обработку почвы перед посевом. На поверхности поля остаются остатки старой

растительности, которые выполняют роль мульчи. При такой обработке семена вносятся в грунт специальными сеялками, которые делают небольшие лунки. При такой обработке требуется применение гербицидов для борьбы с сорняками и пестицидов для защиты от вредителей, а также важно соблюдать севооборот и предварительно измельчать растительные остатки для преобразования их в органическое удобрение. Данная технология особенно актуальна на территориях, подверженных эрозионным процессам.

К преимуществам минимальной обработки можно отнести сохранение влаги и питательных веществ в почве, снижение затрат на вспашку, культивацию и другие операции, защита почвы от ветровой и водной эрозии.

К недостаткам - необходимость строгого соблюдения агротехнических требований, риск развития патогенов и сорняков при неправильном применении, не подходит для тяжёлых глинистых почв и чрезмерно увлажнённых территорий.

В Орловской области последние годы наблюдается тенденция к увеличению доли минимальной и нулевой обработок, особенно в крупных хозяйствах. Однако учёные рекомендуют применять эти методы периодически, чередуя их с отвальными обработками для поддержания плодородия почвы.

Для получения оптимальных результатов важно сочетать приёмы обработки почвы с другими агротехнологическими методами: севооборотом, использованием сидератов, внесением удобрений и применением биологических средств защиты растений.

Обработка почвы — важный фактор регулирования её плодородия. Правильный выбор способа и глубины обработки, учёт типа почвы, рельефа и выращиваемых культур позволяют повысить урожайность на 10–30%; сохранить и улучшить плодородие; снизить риск эрозии и деградации; сократить энергозатраты (при минимальной обработке).

Перспективным направлением является сочетание минимальной обработки с биологизацией земледелия (использование сидератов, органических удобрений) и точным земледелием (дифференцированное внесение удобрений, мониторинг состояния почвы). Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку адаптивных систем обработки для конкретных почвенно-климатических условий.

Список литературы

1. Белкин А. А., Беседин Н. В. Влияние обработки почвы на агрофизические, агрохимические свойства почвы и урожайность зерновых культур // Вестник Курской ГСХА. — 2010. — С. 54–57.

2. Берестецкий О. А. Биологические основы плодородия почвы. — М.: Колос, 1984.

3. Виды вспашки и агротехнические требования к проведению пахоты. URL: https://57.fsvps.gov.ru/news/vidy-vspashki-i-agrotehnicheskie-trebovanija-k-provedeniju-pahoty/.

4. Зубкова М. А., Горбункова Е. В. Влияние сельскохозяйственных обработок почвы на содержание гумуса, агрофизические и агрохимические свойства. — Новочеркасск: ЮРГПУ, 2020.

5. Колкова И. А. Влияние обработки почвы на плодородие и агрофизические свойства // Молодой учёный. — 2017. — № 29 (163). — С. 39–42.

6. Коношина С.Н. Влияние различных способов использования почвы на ее аллелопатическую активность. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Орловский государственный аграрный университет. Орел, 2000

7. Коротеев В. И. Современное состояние и перспективы развития земледелия в Орловской области // Вестник ОрелГАУ. 2012. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-zemledeliya-v-orlovskoy-oblasti.

8. Лобков В. Т., Золотухин А. И., Потаракин С. В. Сравнительная эффективность различных способов основной обработки почвы под озимую пшеницу в условиях Орловской области // Вестник ОрелГАУ. 2017. №6 (69). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-effektivnost-razlichnyh-sposobov-osnovnoy-obrabotki-pochvy-pod-ozimuyu-pshenitsu-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti.

9. Лобков В.Т., Коношина С.Н. Аллелопатические свойства почвы как фактор плодородия. Сельскохозяйственная биология. 2004. Т. 39. № 3. С. 67-71.

10. Сорокина М. В. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от способа обработки почвы в условиях Орловской области // Научный журнал молодых ученых. 2022. №1 (26). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-selskohozyaystvennyh-kultur-v-zavisimosti-ot-sposoba-obrabotki-pochvy-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti.

Konoshin D.I., Lobkov V.T.

SOIL TREATMENT AS A FACTOR OF REGULATION SOIL FERTILITY

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The article analyzes the influence of various methods of soil treatment on its fertility. The article discusses the agrophysical, agrochemical,

and biological aspects of mechanical tillage, and proposes rational approaches to selecting tillage methods based on soil type, topography, and crop types. It demonstrates that proper tillage practices can increase crop yields and maintain soil fertility.

Key words: tillage, soil fertility, humus, agrophysical properties, erosion, crop rotation, and biological activity.

УДК 58.084.1+582.739

Коношина С.Н., Ермакова Н.В., Воронкова М.В.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПРИРОДНОГО И СИНТЕТИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОНТОГЕНЕЗ РАСТЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация: В статье рассматриваются биологически активные вещества (БАВ) природного и синтетического происхождения, их классификация и механизмы воздействия на рост и развитие растений. Анализируется влияние БАВ на физиологические процессы растений. Приводятся примеры практического применения БАВ в сельском хозяйстве и биотехнологии.

Ключевые слова: биологически активные вещества, онтогенез, фитогормоны, стимуляторы роста, ингибиторы, адаптация растений.

Онтогенез растений — это полный цикл их индивидуального развития: от прорастания семени до естественной смерти. На каждом этапе онтогенеза растение испытывает влияние множества факторов внешней и внутренней среды. Один из важных инструментов управления развитием растений — применение биологически активных веществ (БАВ). Эти соединения способны регулировать рост, повышать устойчивость к стрессам и улучшать урожайность.

Биологически активные вещества (БАВ) — соединения, обладающие высокой физиологической активностью в малых концентрациях и влияющие на жизнедеятельность организмов. В контексте растительного мира БАВ регулируют рост, развитие, защитные реакции и репродуктивные процессы.

Выделяют БАВ природного и синтетического происхождения. К первым относят фитогормон, такие как ауксины (ИУК — индолилуксусная кислота) — стимулируют растяжение клеток, корнеобразование; гиббереллины — активизируют прорастание семян, рост стебля; цитокинины — стимулируют деление клеток, задерживают старение

листьев; абсцизовая кислота — ингибирует рост, участвует в стрессовых реакциях; этилен — регулирует созревание плодов, опадение листьев. К природным относят и вещества негормональной природы: витамины (группы В, С, Е), фенольные соединения, терпеноиды (фитонциды, эфирные масла), алкалоиды, гликозиды.

К биологически активным веществам синтетического происхождения относят аналоги фитогормонов (например, 2,4-Д — синтетический ауксин); ретарданты (хлорхолинхлорид) — замедляют рост стеблей; гербициды и регуляторы роста (атразин, глифосат); синтетические ингибиторы.

БАВ влияет на разные этапы онтогенеза. В период прорастание семян и на ранних стадиях развития БАВ могут повышать энергию прорастания и лабораторную всхожесть, ускорять появление всходов, усиливать корнеобразование, повышать устойчивость проростков к водному и температурному стрессу.

В период вегетативного роста биологически активные вещества усиливают деление и растяжение клеток, стимулируют формирование листьев и побегов, улучшают фотосинтетическую активность, повышают эффективность использования питательных веществ.

В репродуктивной фазе БАВ могут влиять на сроки цветения, количество и качество цветков, завязываемость плодов.

В период созревания и старения БАВ способны замедлять старение листьев и плодов, улучшать накопление запасных веществ (крахмала, белков, масел), повышать лёжкость продукции.

Для ускорения процесса прорастания семян используются биологически активные вещества – стимуляторы корнеобразования. (фитогормонами). Самыми распространенными фитогормонами являются индолил-3-уксусная и нафтилуксусная кислота. Два этих основных вещества входят в большое количество препаратов, считающимися стимуляторами роста.

Существуют фитогормоны, в основе которых лежат не натуральные препараты, а их синтетические заменители. К таким препаратам относится «Корневин» в основе которого лежит индолил-3-масляная кислота.

«Корневин» является одним из самых мощных биостимуляторов. Он способствует ускорению процесса прорастания. Принцип действия препарата основан на стимуляции роста и правильного развития каллуса - клеток, потерявших свою специализацию, но способных к воспроизведению новых растений.

В состав препарата «Корневин» входят макро- и микроэлементы, способствующие корнеообразованию: калий, фосфор, марганец и молибден.

Помимо основных элементов, оказывающих стимулирующие действие на прорастание семян, в состав препарата «Корневин» входят вспомогательные компоненты, например, такие как витамины. Обычно вспомогательными компонентами являются витамин С и тиамин.

В качестве природного стимулятора ускорения прорастания семян применяется цветочный мед. Мед обладает антибактериальными, бактерицидными, противовоспалительными и противоаллергическими свойствами. В состав меда входят сахара (глюкоза, фруктоза и другие), витамины С, Е, РР группы, ферменты (диастаза, амилаза, каталаза, фосфатаза). В нем содержататся витамины: тиамин, рибофлавин, пиродоксин, пантотеновая кислота, никотиновая кислота, биотин, фолиевая и аскорбиновая кислота. Мед содержит яблочную, виноградную и лимонную кислоту, а также хлор, цинк, алюминий, бор, кремний, хром, литий, никель, свинец, олово, титан, осмий.

В меде имеются так называемые биогенные стимуляторы, то есть вещества, обладающие способностью повышать общий жизненный тонус. Кроме того, было установлено, что в меде содержатся ростовые вещества (биосы).

Еще одним биостимулятором роста корней является гибискус – растение семейства Мальвовых. Данный вид растения содержит огромное количество биологически активных веществ, из-за чего и проявляется его биостимулирующее действие. Биологически активные компоненты распределены в растении неравномерно. Наиболее высоко содержащие БАВ части растения – цветки. При корнеобразовании в питательный раствор выделяется значительное количество биологически активных веществ, способных влиять на прорастание семян.

Цель работы: исследовать влияние биологически активных веществ различных видов на прорастание семян и развитие проростков гороха.

Методика опыта: семена гороха (по 20 штук) обрабатывались в чашках Петри водными растворами, содержащими биологически активные вещества различного происхождения (препарат «Корневин», раствор меда 1%, раствор, в котором происходило корнеобразование древесных черенков гибискуса). В качестве контроля использовалась дистиллированная вода.

Повторность пятикратная. Оценка прорастания семян производилась на третий день после постановки опыта. Длина корней проростков измерялась линейкой на 5 день [5].

Результаты исследования: при анализе первого этапа исследования выявлено стимулирующее действие препарата «Корневин» (в среднем проросло 19 семян), раствор с корневыми выделениями и дистиллированная вода имели одинаковые результаты (проросло 18

семян), худшими показателями обладал вариант с раствором меда (16 проросших семян).

Измеряя длину проростков гороха, самыми длинными были корешки семян в дистиллированной воде – 2,5 см, более короткими в варианте с препаратом «Корневин» -2,03 см, затем раствор меда – 1,4 см. Минимальный результат – в растворе корневых выделений гибискуса – 1,15 см. (рис. 1)


1.

2.

3.

4.

Рисунок 1. Динамика прорастания семян гороха. 1- «Корневин», 2 - водный раствор корневых выделений гибискуса, 3 - раствор меда, 4 - вода.

Вывод. На начальном этапе развития максимальным эффектом обладал синтетический препарат «Корневин», однако при дальнейшем его использовании стимулирующий эффект угасает. Биологически вещества гибискуса и меда являются оптимальными для растений гороха на разных этапах: либо прорастании, либо дальнейшем развитии. Дистиллированная вода проявляет оптимальное значение на развитие растений гороха.

Биологически активные вещества — мощный инструмент управления онтогенезом растений. Однако успех зависит от правильного выбора вещества, его концентрации и сроков применения. Дальнейшие исследования в этой области помогут создать более эффективные и экологически безопасные технологии выращивания сельскохозяйственных и декоративных культур.

Список литературы

1. Воронкова М.В. К вопросу о методах выделения биологически активных веществ растительного происхождения. В сборнике: Наука молодых. Материалы региональной межвузовской студенческой научно-практической конференции. Орел, 2022. С. 70-73.
2. Воронкова М.В., Ермакова Н.В. Биологически активные вещества картофеля. В сборнике: Научные исследования - сельскохозяйственному производству. Материалы III Международной научно-практической Интернет-конференции. Орёл, 2024. С. 57-59.
3. Ермакова Н.В. Химия в сельском хозяйстве. В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. Материалы XV Всероссийского (с

международным участием) научно-практического семинара. Орёл, 2021. С. 179-182.
4. Коношина С.Н. Влияние различных способов использования почвы на ее аллелопатическую активность. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Орловский государственный аграрный университет. Орел, 2000
5. Прудникова Е.Г., Хилкова Н.Л., Коношина С.Н. Химические элементы и соединения в растительном мире (учебное пособие). Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 3-2. С. 228-229.
6. Третьяков Н. Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. — М.: Колос, 2000. — 408 с.
7. Шаповал О. А., Вакуленко В. В., Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений // Защита и карантин растений. — 2008. — № 12. — С. 88.

Konoshina S.N., Ermakova N.V., Voronkova M.V.

BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF NATURAL AND SYNTHETIC ORIGIN AND ASSESSMENT OF THEIR INFLUENCE ON PLANT ONTOGENESIS

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract: The article discusses biologically active substances (BAS) of natural and synthetic origin, their classification, and mechanisms of their effect on plant growth and development. The article analyzes the effect of biologically active substances on the physiological processes of plants. It also provides examples of the practical application of biologically active substances in agriculture and biotechnology.

Key words: biologically active substances, ontogenesis, phytohormones, growth stimulants, inhibitors, and plant adaptation.

УДК 632.93:633.491

Черников П.А.[1], Заплаткин А.Н.[2]

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЯРОВОГО РАПСА (БИСОЛБИ (Т), П И ЭКСТРАСОЛ, Ж)

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»[1]

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург, Россия[2]

Аннотация: В статье дано определение, что такое инокуляция семян и биологические средства защиты растений, общая схема растительного-микробного взаимодействия рассмотрено цель исследования, рассмотрено технология применения на яровом рапсе, а также условия, материалы и методы. Рассмотрены результаты учётов и выводы на яровом рапсе.

Ключевые слова: инокуляция семян, Биологические средства защиты, Экстрасол, Бисолби (Т).

Введение. Инокуляция семян – предпосевная обработка семян полезными микроорганизмами (бактериями или грибами) для повышения усвоения элементов питания из почвы и удобрений, фиксации азота, лучшего усвоения влаги, а также повышения устойчивости к неблагоприятным погодно-климатическим условиям окружающей среды и защиты корневой системы от почвенных патогенов.

Может проводится непосредственно перед посевом, заблаговременно и при производстве семенного материала на заводе.

Материалы и методы исследования. Схема растительно-микробного взаимодействия: 1) прорастание спор и колонизация корневой системы; 2) образование на корнях биопленок и синтез бактериями физиологически активных соединений, увеличивающих объем корневой системы, количество корневых волосков; 3) повышение биологической доступности фосфора, калия и мобилизация других элементов питания под воздействием бактериальных ферментов, органических кислот, экзополисахаридов и сидерофоров – комплексообразующих веществ; 4) стимуляция ростовых процессов за счет секреции штаммом фитогормонов и витаминов; 5) более длительное функционирование корневой системы благодаря защите от грибных и бактериальных инфекций (белой гнили, фузариозов, вертициллезного увядания, черной ножки и др.), улучшения жизненного статуса растительного организма.

Цель исследований – изучение работы биологических препаратов в технологию выращивания ярового рапса.

Бисолби (Т), П - сухой инокулянт на основе бактериальных культур Bacillus subtilis штамм Ч-13, B. pumilus штамм BIS88, B. subtilis штамм V417, B. megaterium штамм А21, Paenibacillus polymyxa (или Azotobacter chroococcum штамм AZ12) и их метаболитов, полученных в процессе культивирования микроорганизмов, нанесенных на тонкоизмельченный носитель. Применяется для обработки семян недопускающих смачивание, прошедших заводскую подготовку. Выпускается в мягких пакетах по 25, 50, 100 и 1000 грамм. Срок годности: 24 месяца.

Препарат выпускается в двух модификациях, различающихся титром (общим количеством микроорганизмов в 1 г.). Норма применения

зависит от культуры и массы 1000 семян; оптимальные значения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технология применения

Марка	Культура	Норма применения
Бисолби (Т), П титр не менее 200 млн. КОЕ/г	Рапс	4,0 г/кг семян (≈ 12 - 16 г/га или 36 – 48 г/п.е.)
	Подсолнечник	25,0 г на п.е. (≈ 12,5 г/га)
	Морковь	10,0 г на 1 млн. семян (на гектарную норму семян)
	Капуста	2,0 г на 0,2 кг семян (на гектарную норму семян)
	Столовая свекла	2,0 г на 50 тыс.семян (≈ 14 г/га)
	Сахарная свекла	4,0 г/кг семян (≈ 10-12 г на п.е.)
Бисолби (Т), П титр не менее 100 млн. КОЕ/г	Кукуруза	3 г/кг семян (≈ 50 – 75 г на п.е.)
	Кормовые травы	1,5-2,0 г/кг семян (≈ 60-80 г на гектарную норму райграса)

Обработку проводят путем внесения расчетной дозы препарата в ёмкость к семенам с последующим тщательным перемешиванием. Благодаря высокой адгезии порошка, споровая культура надежно фиксируется на поверхности семян.

Для предотвращения засорения высевающего аппарата следует соблюдать норму и способ применения препарата. При превышении нормы внесения удалите излишки пудры, просеяв семена. После обработки семена приобретут матовый, коричневатый оттенок.

Способы обработки: для культур с малой нормой высева удобно использовать стеклянную банку или пластиковую емкость, вращая ее подобно барабану. Такой способ подойдет для столовой свеклы, моркови, капусты, зеленных и овощных культур; для больших объемов семян инокуляцию проводят в бетономешалках, на бетонированных площадках (при приготовлении травосмеси лопатами) или биг-бегах.

С 2027 года торговое название препарата будет изменено на прежнее – БисолбиФит. Состав и направление действия компонентов данного препарата представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Состав и направление действия компонентов препарата Бисолби (Т), П

№ п/п	Состав препарата	Направление действия
1	B. subtilis Ч-13	Стимуляция роста, защита от грибных и бактериальных болезней, повышение иммунитета, улучшение питания.
2	B. pumilus BIS88	Стимуляция роста, повышение устойчивости к погодно-климатическим стрессам, индукция иммунитета.
3	B. amyloliquefaciens V417	Защита от широкого спектра грибных болезней, стимуляция роста
4	B. megaterium A21	Повышение доступности фосфора, стимуляция роста и улучшение питания.
5	Paenibacillus polymyxa N17	Фиксация азота, стмуляция роста и развития. Вырабатывают множество фитогормонов и витаминов.
6	Azotobacter chroococcum AZ12	

Так, эффекты получаемые от обработки семян препаратом Бисолби (Т): 1) защита от широкого спектра почвенной инфекции, включая фузариозное и вертициллезное увядание, черную ножку, белую и серую гнили, а также бактериальные инфекции (сосудистый, слизистый бактериоз и др.); 2) повышение энергии прорастания и всхожести семян; 3) снижение фитотоксичности химических протравителей; 4) стимуляции роста и повышения устойчивости культур к погодно-климатическим стрессам; 5) формирование мощной корневой системы, увеличение ее поглотительной способности; 6) увеличение доступности фосфора из удобрений и почвы, повышение эффективности применения минеральных удобрений на 20-30 %; 7) фиксация атмосферного азота.

Бактериальный инокулянт совместим со всеми видами фунгицидов и инсектицидов, а также микроэлементами и стимуляторами. Не совместим с антибиотиком Фитолавин и дезинфицирующим средством Фармайод. Вид обычных (слева) и обработанных пудрой семян (справа) представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Вид обычных (слева) и обработанных пудрой семян (справа)

Биологические средства защиты растений – препараты, созданные на основе синтезируемых живыми организмами продуктов, имеющих высокую химическую активность, либо состоящие из активных в отношении патогенов живых организмов [4-5].

Защита от болезней строится на антагонизме между бактериальной культурой и возбудителями инфекций. После заселения микроорганизмами корневой системы и надземных частей растения, на их поверхностях образуется микроколонии и биоплёнки, создающие защитный барьер и снижающие вероятность инфицирования. Биоконтрольные свойства осуществляются за счёт секреции штаммом литических ферментов, антибиотиков и токсинов.

Экстрасол, Ж – это микробиологическое удобрение. Действующее вещество (по ISO): Bacillus subtilis, штамм Ч-13 + метаболиты, полученные в процессе культивирования штамма. Концентрация (титр): не менее 100 млн. КОЕ/мл. Назначение: улучшение питания, ускорение роста и развития, увеличение продуктивности основных сельскохозяйственных культур, а также повышение устойчивости к грибным и бактериальным инфекциям. Механизм действия: оказывает многостороннее воздействие на растительный организм, благодаря широкому спектру продуцируемых метаболитов различного физиологического действия.

Совместимость с другими пестицидами: совместим в баковых смесях с химическими фунгицидами, инсектицидами, гербицидами и удобрениями. Не совместим с бактерицидами сплошного спектра действия: Фитолавин, соединения меди и другие, а срок годности - 2 года.

Таблица 3 – Регламент применения Экстрасол, Ж

Группа	Норма применения препарата (л/га, л/т)	Культура, обр. объект	Вредный объект / эффект от применения	Способ, время обработки, особенности применения	Срок ожидания (кратность обработок)	Сроки выхода для ручных (мех.) работ
Масличные	2 л/га	Подсолнечник Лён Рапс	Защита от комплекса болезне	Опрыскивание в период вегетации в фазу 4-5	(1-2)	(-)

			й и регуляция ростовых процессов	листьев / фазу елочки / розетки. Расход рабочей жидкости – 100-300 л/га		

Проводился опыт в полевых условиях в Алтайском крае. Для проведения исследований были выбраны семена ярового рапса КОНТРА КЛ (PAULMANN WERNER, FRAUEN MARTIN, OLAF SASS, LUCKE SOPHIE). Характеристики сорта по данным оригинатора: КОНТРА КЛ – это среднепоздний гибридный сорт. Благодаря средней высоте растения КОНТРА КЛ относится к группе с высокой устойчивостью к полеганию. Гибридный сорт проявляет хорошую толерантность к болезням.

Высокая пластичность, универсальность, компактный стручковый пакет, отличная компенсационная способность – вот основные качества гибридного сорта КОНТРА КЛ. Заложенная генетически высокая масличность гибридного сорта в сочетании с урожайностью, обеспечивает хороший выход масла с одного гектара. КОНТРА КЛ, за счет своего интенсивного развития, позволяет контролировать сорную растительность на полях, при этом характеризуется дружным цветением, следствием чего является равномерное созревание.

За время сортоиспытания зарекомендовал себя как стабильный гибридный сорт с высокой урожайностью и масличностью [1-2]. Включен в госреестр РФ по регионам: Центральный (3), Центрально-черноземный (5). Рекомендован для возделывания в Брянской области. КОНТРА КЛ демонстрирует среднепозднее начало цветения и средний срок созревания. Вегетационный период - 98 дней [2]. Схема опыта: схема хозяйства; Бисолби (Т), П сухая инокуляция семян (4,0 г/кг семян) + Экстрасол, Ж в фазе розетки листьев (2 л/га).

Результаты исследования. На фото слева - общий вид поля на 16 июня, фаза начала бутонизации, цветонос скрыт верхними листьями. По центру - разделительная межа: А – схема хозяйства, В – растения, сформированные из инокулированных пудрой семян.

Справа - растения с каждого из участков опыта: В – инокулированные растения хорошо развиты, более мощные, с крупными листовыми пластинами и толстыми корневыми шейками, что представлено на рисунке 2.



Рисунок 2 – Общий вид на 16 июня

Развитие растений на 26 июля: А – хозяйственная схема, В – опыт. Отмеченные ранее эффекты сохранились. Применение бактериальных препаратов позволило сформировать более мощный листовой аппарат и интенсивное ветвление. Также на обработанных растениях активней протекали процессы налива и формирования стручков, что представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Общий вид 26 июля

Заключение. При расчете экономической эффективности взята прибавка, полученная при механизированной уборке, что отражено в таблице 4.

Таблица 4 – Экономическая эффективность комплексного применения препаратов с учётом средней цены на рапс на ноябрь 2023 года

Фаза развития культуры	Норма применения	Норма расхода, л/га
Бисолби (Т), П Сухая инокуляция семян	4 г/кг семян (50 г на п.е.)	17,6 г/га
Экстрасол, Ж Фаза розетки листьев	2 л/га	2,0 л/га
Затраты на препарат, руб/га* 211,2 + 700,0 Цена 1 ц рапса, руб/га 3 400,00 Прибавка урожайности, ц 5,6		

Стоимость дополнительно полученной продукции, руб/га 19 400,00 Условно чистая прибыль от применения препарата, руб/га 18 128,8
* базовая цена, установленная заводом на 2023 сельскохозяйственный сезон для препарата Экстрасол, Ж – 350 руб/л; Бисолби (Т), П – 12 руб/г.

Резюмирующие выводы по полевому эксперименту на сорте КОНТРА КЛ. Применение биологических препаратов в технологии выращивания ярового рапса экономически целесообразно и необходима.

Список литературы

1. Гарбар, Л. А. Изучение динамики элементов питания в почве при выращивании рапса ярового / Л. А. Гарбар // Сборник научных трудов SWorld. – 2012. – Т. 32, № 1. – С. 26-29.

2. Губина, А. В. Плодородие почв сельскохозяйственных угодий / А. В. Губина, Е. Ю. Недоруб // Российская наука в современном мире: Сборник статей LXVIII международной научно-практической конференции, Москва, 28 февраля 2025 года. – Москва: ООО "Актуальность.РФ", 2025. – С. 8-9.

3. Иванникова, Н. А. Изучение влияния органоминерального удобрения на рост и развитие ярового рапса при двуукосном выращивании / Н. А. Иванникова, К. Н. Евсенкин, А. В. Нефедов // Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур : Материалы Международной научно-практической конференции, Рязань, 03–04 марта 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области; Министерство промышленности, инновационных и информационных технологий Рязанской области; ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»; Некоммерческое партнерство Рязанский аграрный университетский комплекс. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 90-96.

4. Куликова Н.А., Г.Ф. Лебедева. Гербициды и экологические аспекты их применения. Учебное пособие. – М.: Либроком, 2015. – 152 с.

5. Серегина, Н. В. Опыт выращивания ярового рапса в Тульской области / Н. В. Серегина // Повышение эффективности селекции, семеноводства и технологии возделывания рапса и других масличных капустных культур : сборник научных докладов на международном координационном совещании по рапсу, Липецк, 07–09 июля 2015 года. – Липецк: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2016. – С. 85-91.

Chernikov P.A.[1], Zaplatkin A.N[2]

THE USE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS FOR THE CULTIVATION OF SPRING RAPESEED (BISOLBI (T), P AND EXTRASOL, W)

[1]Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin"
[2]Federal State Budget Scientific Institution All-Russia Research Institute for Agricultural Microbiology

Abstract: The article defines what seed inoculation and biological plant protection products are, the general scheme of plant-microbial interaction, the purpose of the study, the technology of application on spring rape, as well as conditions, materials and methods are considered. The results of the calculations and conclusions on spring rape are considered.

Key words: Seed inoculation, Biological protective agents, Extrasol, Bisolbi (T).

УДК 632.08

Гагарина И.Н., Попова А.Ю., Ереп А.Д., Кириленко К.Д.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БИОФЛАВОНОИДОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА РОСТОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОРОХА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. Проведены исследования по исследованию влияния биофлавоноидов лекарственных растений на ростовые показатели гороха. В лабораторных условиях получены экстракты биофлавоноидов лекарственных растений. Содержание сухого вещества в полученных нами экстрактах колеблется в пределах 2,23-3,45 %. Показатели в вариантах с использованием биофлавоноидов шалфея и мяты, показывают стабильные и более высокие результаты по сравнению с другими вариантами.

Ключевые слова: биофлавоноиды, лекарственные растения, ростовые показатели, горох.

Введение. Обработка семян осуществляется веществами, обладающими защитно-стимулирующим действием, повышающими иммунитет, способствующими увеличению ростовой активности растений, защите их от болезней и вредителей и в конечном итоге повышению урожайности [2,4].

Известен широкий спектр ростовых веществ и средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней. Значительная часть этих препаратов относится к категории химических соединений, загрязняющих окружающую среду и создающих опасность для здоровья человека и животных. Вместе с тем требования экологии приводят к необходимости создания препаратов, относящихся к категории биопрепаратов, использование которых в малых дозах было бы эффективно [5].

Биофлавоноиды являются регуляторами транспорта ауксинов - растительных гормонов, которые контролируют рост и развитие растений.

Антибактериальные и антигрибковые свойства биофлавоноидов защищают растения от возбудителей различных инфекционных болезней.

Биофлавоноиды предохраняют растения от стрессовых воздействий окружающей среды, в результате которых образуются свободные радикалы, нарушающие процессы жизнедеятельности клеток [1,3].

Целью данной работы является исследование влияния биофлавоноидов лекарственных растений на ростовые показатели гороха

Материал и методика исследований. Лабораторные **исследования влияния** биофлавоноидов лекарственных растений на ростовые показатели гороха **проводили** на кафедре биотехнологии т химии имени професора Н.Е. Павловской в лабоаратории сельскохозяйственной биотехнологии.

В работе использовали стандартные методы физико-химического и анализа. Полученные результаты исследований обрабатывали с использованием методов математической статистики.

Водные экстракты получены из растительного сырья. Экстракты выделяли из шалфея(лат.Salvia officinalis), кукурузных рылец(лат.Zea mays.), мяты (лат. Méntha) и календулы (лат. Caléndula). Процесс подготовки растительного сырья включает: очистку сырья, высушивание при температуре 28 0С, измельчение сырья (диаметр 0,1-0,2 мм). Далее следует процесс экстракции, т.е. получение водного раствора на водяной бане в течении 24 часов при температуре 40 0 С. Следующий этап — это очистка экстракта от сопутствующих веществ методом центрифугирования. Добавление консерванта, далее розлив и фасовка.

Содержание сухого вещества в полученных нами экстрактах колеблется в пределах 2,23-3,45 %.

Варианты исследования:

-вариант без обработки, т.е. замачивание семян гороха в течение 2-х часов в воде.

-замачивание в течение 2-х часов в растворе биофлавоноидов, выделенных мяты 10^{-1} и 10^{-5}

-замачивание в течение 2-х часов в растворе биофлавоноидов выделенных из кукурузных рылец 10^{-1} и 10^{-5}

-замачивание в течении 2-х часов в растворе в растворе биофлавоноидов, выделенных календулы из 10^{-1} и 10^{-5}.

Результаты исследования. Использование экстрактов биофлавоноидов в низких концентрациях в начале эксперимента показывают различные результаты по скорости прорастания семян гороха. На вторые сутки наибольшее прорастание у вариантов, которые замачивались в экстрактах шалфея и мяты. Так при использовании Мяты и Шалфея в концентрации 10^{-1} прорастание семян гороха составляет 96% (Рис. 1).

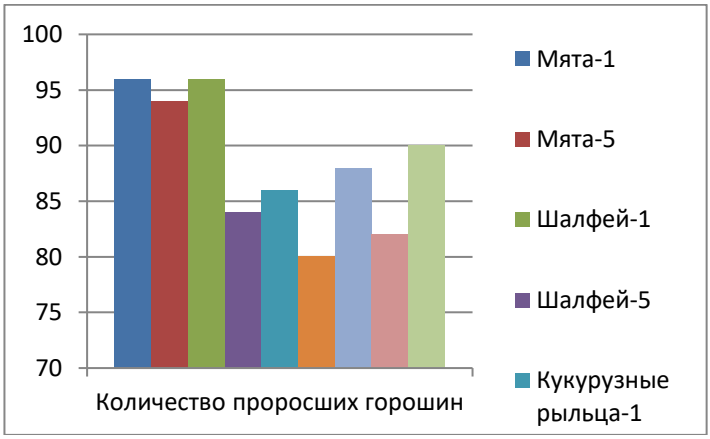


Рисунок 1. Показатели всхожести на 2 –е сутки эксперимента

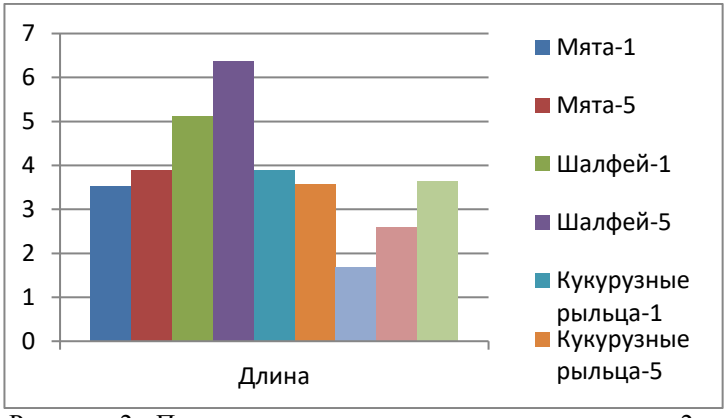


Рисунок 2. Показатели длины проросшего гороха на 2-е сутки эксперимента.

На рисунке 2 мы видим, что на 2 –е сутки эксперимента наибольшая длинна проростков наблюдается у образцов, которые замачивались в растворе биофлавоноидов шалфея в концентрации 10^{-1} их длинна составляет 5,12 см у этого же образца наблюдалась максимальное прорастание и образцов замоченных в растворе шалфея в концентрации 10^{-5} ,однако всхожесть этого образца была ниже составила всего 84 %.

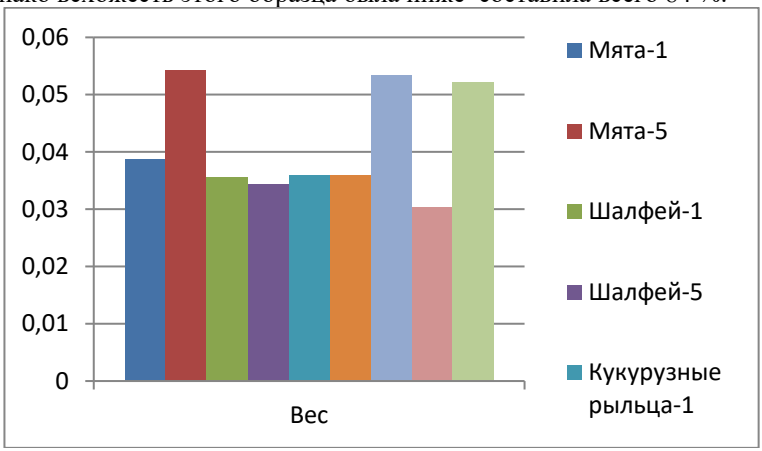


Рисунок 3. Динамика изменения веса проростков гороха на 2-е сутки эксперимента.

На рисунке 3 показаны весовые показатели проростков гороха на 2 –е сутки эксперимента, наибольший вес наблюдается у образцов замоченных в растворе биофлавоноидов мяты в концентрации 10^{-5}, он составил 0,05424. Этот образец так же показал высокую всхожесть 94 %, что всего на 2 % меньше, чем у образцов с лучшими результатами. Так же наиболее высокий вес зафиксирован у образцов, замоченных в растворе биофлавоноидов и календулы в концентрации 10^{-1} он составляет 0.05342, однако в тоже время ростовые показатели и всхожесть у данного образца недостаточно высокие.

На рисунке 4 мы видим ростовые показатели семян гороха на 5-е сутки эксперимента. Лучшие результаты у образцов, замоченных в растворах флавоноидов шалфея в концентрации 10^{-1} и 10^{-5} они составляют соответственно 5,22 см и 6,36 см.

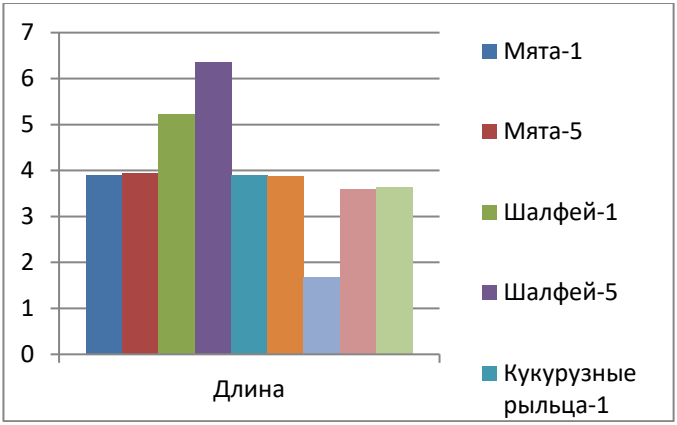


Рисунок 4. Показатели длины проросшего гороха на 5-е сутки эксперимента.

Вес образцов наиболее стабилен и находится у образцов мяты и шалфея в различных концентрациях приблизительно на одном уровне. Скачок веса мы наблюдаем у образца, замоченного в растворе кукурузных рылец в концентрации 10^{-5} (Рис. 5).

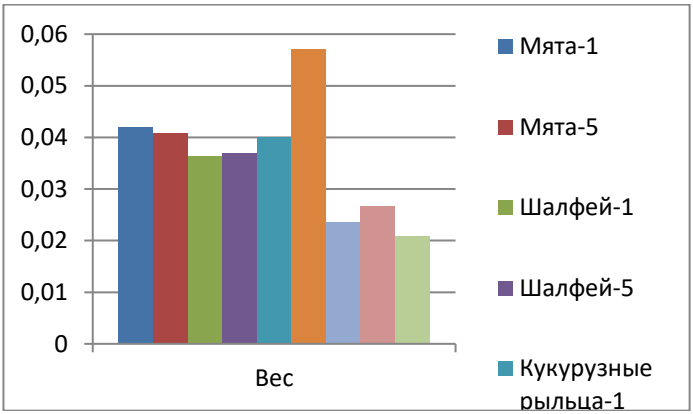


Рисунок 6. Динамика изменения веса проростков гороха на 5-е сутки эксперимента.

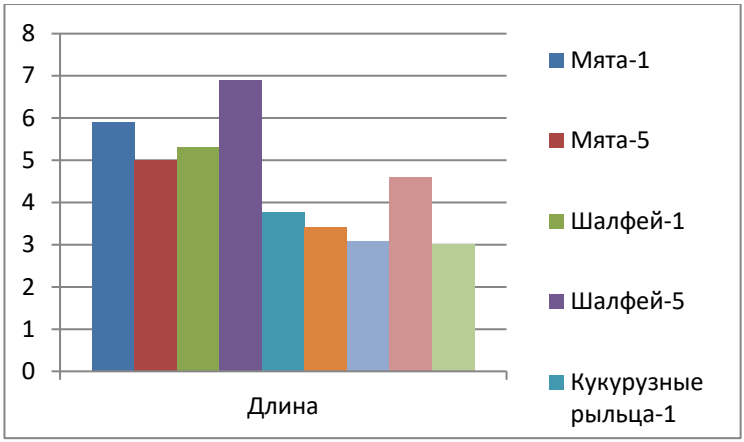


Рисунок 7. Показатели проросшего гороха на 7-е сутки эксперимента.

На рисунке 7 мы видим, что на 7-е сутки эксперимента ростовые показатели образцов замачиваемых в растворах биофлавоноидов мяты и шалфея по-прежнему стабильно высокие по сравнению с другими образцами. Максимальная длинна проростков зафиксирована у образца, замоченного в растворе биофлавоноидов шалфея в концентрации 10^{-5}, она составляет 4.90 см.

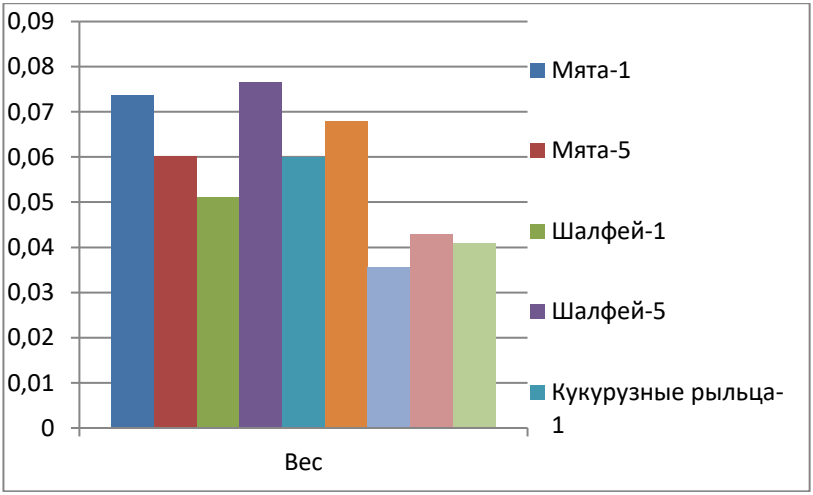


Рисунок 8. Динамика изменения веса проростков гороха на 7-е сутки эксперимента.

На 7-е сутки наибольший вес по-прежнему наблюдается у образцов замоченных в растворе биофлавоноидов кукурузных рылец в концентрации 10^{-5}, он составляет 0.06780. Однако остальные показатели данного образца не находятся на таком же высоком уровне (Рис. 8).

На основании проведенных исследований выявлено, что показатели в вариантах с использованием биофлавоноидов шалфея и мяты, показывают стабильные и более высокие результаты по сравнению с другими вариантами. Таким образом, для дальнейших исследований мы будем использовать композицию из экстракта шалфея и мяты.

Список литературы

1.Загоскина Н. В., Назаренко Л. В. Вторичные метаболиты растений и биотехнология. М.; Ярославль: Филигрань, 2019. 155 с.

2.Зубова М. Ю. Влияние микроэлементов на накопление биофлаваноидов в растениях чая / М. Ю. Зубова [и др.] // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. 2023.№ 1 (49). С. 47–56. DOI: 10.25688/2076-9091.2023.49.1.4

3. Коротаев, М.С. Содержание флавоноидов и гидроксикоричных кислот в надземной части Ledum palustre (Ericaceae) / М.С. Коротаева, М.В. Белоусов, Н.С. Фурса // Раст. ресурсы. – 2008. – Т. 44, вып. 1. – С. 66-75.

Кувачева, Н.В. Содержание и состав флавоноидов и фенолкарбоновых кислот ALFREDIA CERNUA (Asteraceae) / Н.В. Кувачева, И.В. Шилова, А.И. Пяк, В.П. Амельченко // Раст.ресурсы. – 2011. – Т.47, вып.4. – С.105-113.

4.Гаврилова А.Ю., Горькова И.В., Гагарина И.Н., Павловская Н.Е. Использование биофлавоноидов в in vitro технологиях. В сборнике: Передовые научно-технические проекты в биотехнологии. Материалы I Национальной научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2022. С. 167-170.

5.Dias M. C., Pinto D. C., Silva A. M. Plant flavonoids: Chemical characteristics and biological activity // Molecules. 2021. № 26 (17). P. 5377. DOI: 10.3390/molecules26175377

Gagarina I. N., Popova A.Yu., Erep A.D., Kirilenko K.D.

STUDY OF THE EFFECT OF BIOPHENOLS OF MEDICINAL PLANTS ON THE GROWTH INDICES OF PEAS

Orel state agrarian University named after N. V. Parakhin

Abstract: Research has been conducted on the effect of medicinal plant bioflavonoids on the growth of peas. In the laboratory, extracts of medicinal plant bioflavonoids have been obtained. The dry matter content in the extracts

obtained by us ranges from 2.23% to 3.45%. The results in the variants using sage and mint bioflavonoids show stable and higher results compared to other variants.

Key words: bioflavonoids, medicinal plants, growth indicators, and peas.

УДК 631.1

Шевелев П.И., Горькова И.В.

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРИ ГЛУБИННОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ AZOTOBACTER VINELANDII НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАКТЕРИЙ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. Проведены исследования по определению этапов выделения метаболитов на основе микроорганизмов рода Azotobacter, и разработана схема их получения. После стадии культивирования микроорганизма-продуцента следующим технологическим этапом является выделение и очистка конечного продукта из культуральной жидкости. Эта стадия начинается с разделения двух фаз, так как конечный продукт содержится в культуральной жидкости.

Ключевые слова: *Azotobacter vinelandii*, кинетика роста, гидролизаты, целлюлозоразрушающие препараты, микроорганизмы.

Развитие современной базы, технологий биопрепаратов на основе новых штаммов азотфиксирующих бактерий Azotobacter vinelandii позволяет разрабатывать наиболее эффективные, экологически безопасные средства для стимуляции роста, повышения урожайности сельскохозяйственных культур. За счет активации микробиологических процессов в ризосфере

Azotobacter vinelandii является модельным организмом для процесса биологической фиксации азота (БФА) и изучается в лабораториях по всему миру. Будучи аэробным диазотрофом, он отличается от многих видов, связанных с корневыми клубеньками, которые осуществляют БФА в анаэробных или микроаэробных условиях. Ферменты, выделенные из *A. vinelandii,* изучаются на протяжении десятилетий в связи с механистическими аспектами фермента нитрогеназы, катализирующего процесс БФА [1, 2]. *A. vinelandii* также является моделью для сборки и включения кофактора нитрогеназы большим количеством ферментов, важных для биосинтеза сложных металлоцентров, обеспечивающих БФА

[3,4], а также других генов и ферментных систем, которые имеют решающее значение для поддержания способности этого почвенного микроба к БФА.

Другим ценным свойством является способность к биосинтезу альгинатов, которые находят применение в пищевой, фармацевтической промышленности и перспективны в сельском хозяйстве для использования в качестве прилипателя препаратов на растения [5,6].

У бактерий рода Azotobacter важным для биотехнологии является формирование цист, так как они состоят из альгинатов. Формирование цист имеет свои особенности: палочковидные клетки укорачиваются, утолщаются и переходят в кокковидную форму; в цитоплазме накапливаются гранулы поли-β-оксимасляной кислоты; жгутики теряются, и клетка утрачивает подвижность; одна или несколько таких клеток покрываются толстой слизистой капсулой и переходят в покоящееся состояние.

Цисты *Azotobacter vinelandii* состоят из двух альгинатных слоев, называемых интина (внутренняя часть— имеет волокнистое строение) и экзина (внешняя часть— обладает ровной, отражающей поверхностью с гексагональным кристаллическим строением). Экзина частично гидролизуется трипсином и устойчива к лизоциму, в отличие от центрального тела.

В связи с этим актуальным является разработка питательных сред, увеличивающих накопление биомассы микроорганизма и условий резкого остановления размножения, приводящего к образованию цист.

Материал и методика исследований. Лабораторные исследования по изучению питательных сред проводили на кафедре биотехнологии и химии имени професора Н.Е. Павловской.

В работе использовали стандартные методы физико-химического и анализа. Полученные результаты исследований обрабатывали с использованием методов математической статистики.

Посевной материал *Azotobacter vinelandii* размножали в безазотной среде Берка с использованием сахарозы.

Результаты исследования. Динамика роста *Azotobacter vinelandii* в безазотной среде Берка с использованием сахарозы представлена на рисунке 1. В начальный период ферментации наблюдается спад численности бактерий – это фаза адаптации, приспособления к новому составу среды и окружающим условиям. В этот период увеличивается количество нуклеиновых кислот, необходимых для синтеза белков. Следующий период интенсивного роста клетки снабжены питательными веществами, происходит увеличение массы и объема клеток. Размер клеток в этот период меньше, чем на начальной стадии лаг-фазы, но общая

поверхность таких клеток значительная, что и обеспечивает высокую скорость биохимических процессов.

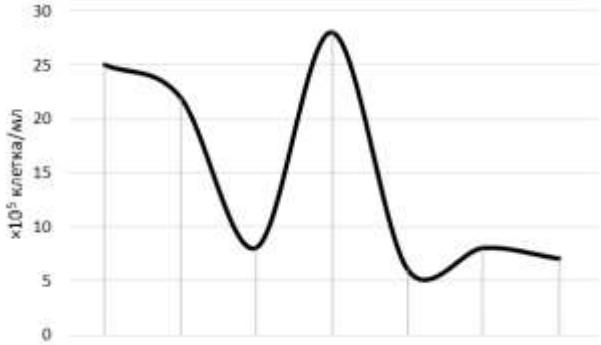


Рисунок 1 – Динамика концентрации бактерий в культуральной жидкости

Далее наступает 3 фаза - замедленного роста. Концентрация живых клеток падает за счет сокращения площади поверхности клеток и из-за тесного окружения одних клеток другими, а именно через их поверхность происходят процессы обмена веществ: попадание питательных веществ. В этот период необходимо изменить питание, чтобы создать стрессовые условия, прервать процесс естественной гибели клетки, но стимулировать образование цист. Для этого в среду вводили этанол в концентрации 0,5%, и он являлся единственным источником углерода. Процесс образования цист завершался за 36 часов. Во время инцистирования большинство метаболических процессов приостанавливаются.

Восстановление жизнеспособности клеток при изменении условий происходит в течение 8 часов. Дыхание, синтез рибонуклеиновой кислоты и белка начинались вскоре после добавления прорастающего вещества - сахарозы, и эти процессы протекали со скоростью, характерной для фазы прорастания. Скорость дыхания и синтеза резко возрастала между 4 и 5 часами, началом фазы роста, когда начинался синтез дезоксирибонуклеиновой кислоты и фиксация азота. Дыхание, синтез макромолекул и фиксация азота продолжались с высокой скоростью до появления вегетативных клеток.

После стадии культивирования микроорганизма-продуцента следующим технологическим этапом является выделение и очистка конечного продукта как из культуральной жидкости, так и из клеточной массы в зависимости от поставленных задач.

Первой стадией подготовки культуральной жидкости для дальнейшей переработки является отделение взвешенной фазы - или

микробной массы, в состав которой входят в основном непосредственно микроорганизмы, продукты их жизнедеятельности, а также остатки неиспользованной питательной среды.

Таким образом, управляемый процесс изменения питательного состава среды приводит к получению разных конечных продуктов.

Список литературы.

1. Ponce B, Zamora-Quiroz A, González E, Andler R and Díaz-Barrera A. Advances in alginate biosynthesis: regulation and production in Azotobacter vinelandii. Front. Bioeng. Biotechnol, 2025 13:1593893. doi: 10.3389/fbioe.2025.1593893

2. Loperfido B, Sadoff HL. Germination of Azotobacter vinelandii cysts: sequence of macromolecular synthesis and nitrogen fixation. J Bacteriol, 1973 Feb;113(2):841-6. doi: 10.1128/jb.113.2.841-846.1973.

3. Kamal Shuvro, Sajjad & Jog, Rahul & Morikawa, Masaaki. Diazotrophic bacterium Azotobacter vinelandii as a mutualistic growth promoter of an aquatic plant: Lemna minor, 2022. 10.21203/rs.3.rs-2019578/v1.

4. Штамм бактерий Azotobacter Vinelandii (Lipman) - продуцент экзополисахарида https://patents.google.com/patent/RU2073712C1/ru

5. Шутова В. В., Русяева А. Б. Получение и оценка молекулярных свойств альгината, синтезированного при культивировании Azotobacter vinelandii Д-05 // Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018. №4.

6. Костромичева Е. В., Попова А. Ю. Культивирование Azotobacter chroococcum-продуцентов полисахаридов на комплексных питательных средах и получение биополимерного материала // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова. – 2025. – Т. 21, № 2. – С. 45-49. – EDN YQLCNH.

Shevelev P.I., Gorkova I.V.

EFFECT OF NUTRIENT MEDIUM COMPONENTS DURING SUBMERSIBLE CULTIVATION OF AZOTOBACTER VINELANDII ON THE BIOTECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BACTERIA

Orel state agrarian University named after N. V. Parakhin

Abstract. Research was conducted to determine the stages of metabolite isolation using microorganisms of the genus Azotobacter, and a process for their production was developed. Following the culturing of the producer microorganism, the next technological step is the isolation and purification of the final product from the culture fluid. This step begins with the separation of the two phases, as the final product is contained in the culture fluid.

Keywords: Azotobacter vinelandii, growth kinetics, hydrolysates, cellulose-degrading agents, microorganisms.
УДК 632.08

Аршинов Н.И.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ХВОЙНЫХ ПОРОД НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В современном сельском хозяйстве необходимы удобрения и различные препараты для повышения урожайности. Основную роль в сельзкохозяйственой промышленности играют зерновые культуры, а одной из ключевых зерновых культур в современном сельском хозяйстве является пшеница, играющая фундаментальную роль в продовольственной безопасности, животноводстве, промышленности и других сферах. Хвоя хвойных деревьев (сосны, ели, туя, пихты) содержит множество полезных веществ, которые активно используются в сельском хозяйстве — в животноводстве, садоводстве, для улучшения почвы и защиты растений от вредителей и болезней.

Ключевые слова: хвоя, озимая пшеница, физиологически активные вещества (ФАВ), терпеноиды, фитонциды.

Преимущества препаратов на основе ФАВ хвои в том, что они положительно влияют на рост и развитие проростков озимой пшеницы, это связано с наличием в их составе ряда соединений, таких как терпеноиды, фитонциды, монотерпены и стильбены [5]. Действие этих ФАВ заключается в следующем:

- Терпеноиды — одна из самых крупных и разнообразных групп веществ природного происхождения, выделяемых из древесины, хвои и коры хвойных пород. Они обладают антимикробной активностью, могут стимулировать иммунный ответ у растений.
- Фитонциды — вещества, которые растения выделяют для подавления роста и развития патогеныхбактерий, микроскопических грибов и простейших. Хвойные растения — рекордсмены по выделению фитонцидов [2].
- Монотерпены и стильбены (группа фенольных соединений) проявляют фунгицидную и антибактериальную активность. Например, экстракт из ели показал антимикробное действие в отношении серой гнили [4].

Физиологически активные вещества воздействуют на растения с помощью различных механизмов действия:

- Регуляция гормонального баланса. Некоторые соединения могут воздействовать на синтез фитогормонов (ауксинов, цитокининов), которые контролируют клеточное деление, дифференциацию тканей и ростовые процессы.
- Улучшение минерального питания. Например, хвойные препараты могут изменять соотношение элементов в растениях (например, N/P/K), оптимизируя статус фосфора и других питательных веществ. academia.edu +1
- Антиоксидантное действие. Вещества, такие как каротин и хлорофилл, могут снижать окислительный стресс, возникающий при неблагоприятных условиях.
- Стимуляция иммунной системы растения. Фитонциды и другие биологически активные соединения могут повышать устойчивость к патогенам и стрессовым факторам.
- Повышение устойчивости к стрессам (засуха, низкие температуры, патогены) за счёт активации генов стрессоустойчивости [3].

Физиологически активные вещества, содержащиеся в хвое, оказывают значительное положительное влияние на рост и развитие проростков различных растений, в том числе и озимой пшеницы.

Необходимо также помнить, что на эффективность применения хвойных ФАВ влияет ряд факторов. К ним относятся:

- Концентрация препарата. В исследованиях часто отмечается, что эффект проявляется при определённых дозах.
- Время и способ применения. Важно учитывать фазу развития растения и метод внесения (корневая или внекорневая подкормка).
- Условия окружающей среды. Температура, влажность, плодородие почвы и другие факторы могут модифицировать действие БАВ.
- Вид хвойного растения и состав экстракта. Разные породы хвойных содержат различные наборы биологически активных соединений, что влияет на их эффективность [1].

Список литературных источников

1. Абакумов Н.И., Бобкова Ю.А. Экономическая эффективность систем основной обработки почвы в зерновом севообороте

2. Долгополова Н.В., Пигорев И.Я. Корреляционная зависимость урожайности полевых культур от элементов её структуры // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 6.

3. Дядюченко Л.В. Новые регуляторы роста озимой пшеницы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2015. -№ 112.

4. Симатин В.Т. Влияние комплексных физиологически активных веществ на урожай и качество зерна озимой пшеницы / В.Т.Симатин, Ф.В.Ерошенко, Н.В.Дуденко // Бюллетень Ставропольского научноисследовательского института сельского хозяйства. 2016. № 8.

5. Гагарина И. Н., Попова А. Ю., Лушников А. В., Пименов А. Н. Выделение хвойных экстрактов и изучение их биологической активности // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения : Материалы V международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 08 декабря 2022 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 340-345. – EDN EMJFJY.

Arshinov N.I.

INFLUENCE OF PHYSIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF CONIFEROUS SPECIES ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF WHEAT SEEDLINGS

Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin

Annotation. In modern agriculture, fertilizers and various preparations are needed to increase yields. The main role in the agricultural industry is played by grain crops, and one of the key grain crops in modern agriculture is wheat, which plays a fundamental role in food security, animal husbandry, industry and other areas. The needles of coniferous trees (pines, firs, thuja, fir) contain many useful substances that are actively used in agriculture — in animal husbandry, horticulture, to improve the soil and protect plants from pests and diseases.

Key words: needles, winter wheat, physiologically active substances (FAV), terpenoids, phytoncides.

УДК 633.853.494:631.811.98

Абакумов С.Н., Лобков В.Т., Бобкова Ю.А.

БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ И ПИТАНИЯ ОЗИМОГО РАПСА: СОВРЕМЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация: В статье представлен анализ современных биотехнологических подходов в защите и питании озимого рапса, основанный на данных научных исследований. Рассмотрены перспективы применения микробных препаратов азотфиксирующе-

фосфатмобилизующего действия, эндофитных бактерий, биопестицидов и биостимуляторов. Показано их положительное влияние на рост, развитие, урожайность и устойчивость культуры к биотическим и абиотическим стрессам, а также экономическая эффективность биологизированных технологий.

Ключевые слова: озимый рапс, биопрепараты, эндофитные бактерии, микробные препараты, биостимуляторы, урожайность, биологизация.

Современное сельское хозяйство характеризуется глобальным переходом от интенсивных химических методов к устойчивым, экологически ориентированным технологиям [1; 2]. В растениеводстве это проявляется в частичной или полной замене минеральных удобрений и химических пестицидов биологическими препаратами на основе полезных микроорганизмов и физиологически активных веществ [3]. Озимый рапс (*Brassica napus* L.) — одна из наиболее востребованных масличных культур, для которой разработка биологизированных технологий имеет особое значение [2].

Значительный интерес представляют препараты на основе ассоциативных азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий [4]. Исследованиями установлено, что инкрустация семян озимого рапса препаратами «АгроМик», «Бактопин» и «Гордебак» способствует увеличению урожайности маслосемян на 10,8–21,5% [5]. Наибольшая эффективность отмечена для препарата «Гордебак»: прибавка урожайности составила 10,3 ц/га (21,5%), а себестоимость продукции снизилась на 14,6% [5]. Некорневые подкормки этими же препаратами в фазу стеблевания повышали урожайность на 14,1–16,9% [6].

Перспективным направлением является использование эндофитных бактерий, которые мутуалистически существуют внутри растительных тканей. Установлено, что обработка растений озимого рапса штаммами эндофитных бактерий 12 (из зерна кукурузы), R13 (из корней тритикале) и 22 (из корней ржи) достоверно увеличивает выживаемость, длину и массу побегов в условиях солевого стресса [7]. Эти штаммы индуцируют системную устойчивость, что делает их перспективной основой для создания фитопротекторных биопрепаратов.

В интегрированной защите рапса важная роль отводится биологическим средствам [8]. Применение энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (препарат Melobass) в смеси с инсектицидом в уменьшенной норме расхода обеспечило снижение численности рапсового цветоеда (*Meligethes aeneus*) и семенного скрытнохоботника (*Ceutorhynchus assimilis*) на 76,9–100% и прибавку урожая семян 10,3 ц/га, не уступая химическому эталону [8]. Для подавления белой гнили

(*Sclerotinia sclerotiorum*) эффективна обработка семян и растительных остатков биопрепаратами на основе антагонистических штаммов *Chaetomium olivaceum* и *Bacillus licheniformis*, биологическая эффективность которых достигает 72,7–85,4% [9].

Дополнительным резервом повышения продуктивности является использование биостимуляторов и регуляторов роста [10]. Внесение биостимулятора Мегафол в дозах 1,0–1,25 л/га в фазы начала и полной бутонизации увеличило количество стручков на растении на 5–29 шт., массу 1000 семян на 0,2–0,4 г, а биологическую урожайность — на 0,28–0,47 т/га [10]. Сбор сырого протеина при этом возрос на 0,11–0,12 т/га.

Комплексное применение биопрепаратов в технологиях возделывания озимого рапса экономически обосновано. Исследования в различных регионах подтверждают высокую экономическую эффективность использования биопрепаратов, обеспечивающих прибавку урожая при снижении затрат на химические средства [2; 5]. В целом применение биологизированных технологий позволяет повысить рентабельность производства маслосемян и снизить пестицидную нагрузку на агробиоценозы [2].

Таким образом, использование биопрепаратов различного механизма действия (микробные удобрения, эндофитные бактерии, биопестициды, биостимуляторы) является эффективным и экологически безопасным способом повышения продуктивности озимого рапса, снижения пестицидной нагрузки и улучшения качества получаемой продукции.

Список литературы

1. Абакумов, С. Н. Современное состояние и перспективы возделывания рапса в Орловской области / С. Н. Абакумов, В. Т. Лобков, Ю. А. Бобкова // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы V Международной научной конференции, Красноярск, 21 ноября 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2025. – С. 138-141.

2. Рябчинская, Т. А. Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства / Т. А. Рябчинская, Т. В. Зимина // Агрохимия. – 2017. – № 12. – С. 62–92. – DOI 10.7868/S0002188117120092.

3. Котляров, Д. В. Физиологически активные вещества в агротехнологиях / Д. В. Котляров, В. В. Котляров, Ю. П. Федулов. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2016. – 224 с.

4. Эффективность применения микробных препаратов при инокуляции семян рапса ярового / И. М. Наумович, Я. Э. Пилюк, В. М.

Белявский, Е. П. Решетник // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 102–105.

5. Эффективность применения микробных препаратов при инкрустации семян озимого рапса / Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский, Е. П. Решетник [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – № 55. – С. 57–64.

6. Влияние некорневой обработки посевов озимого рапса микробными препаратами на урожайность и качество семян / Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский, Т. Н. Лукашевич, Г. В. Сафронова // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2021. – № 57. – С. 136–143.

7. Повышение устойчивости к солевому стрессу у растений озимого рапса эндофитными бактериями / И. А. Гринева, В. А. Ломоносова, Д. В. Маслак [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – 2021. – № 1. – С. 112–117. – DOI 10.33581/2521-1722-2021-1-112-117.

8. Запрудский, А. А. Биологический контроль численности фитофагов в посевах озимого рапса / А. А. Запрудский, Д. В. Войтка // Молодежь в науке - 2017: сборник материалов Международной конференции молодых ученых. Том Часть 1. – Минск, 2018. – С. 173–178.

9. Маслиенко, Л. В. Элементы технологии применения разных препаративных форм микробиопрепаратов на основе перспективных штаммов-антагонистов Xk-1-4 Chaetomium olivaceum и Б-12 Bacillus licheniformis против белой гнили озимого рапса / Л. В. Маслиенко, Е. Ю. Шипиевская // Масличные культуры. – 2015. – № 4(164). – С. 66–73.

10. Исследование биоудобрения на основе ферментолизатов растительных отходов на морфометрические показатели гороха посевного на ранних стадиях развития / И. В. Горькова, И. Н. Гагарина, Е. В. Костромичева [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2025. – № 5(71). – DOI 10.51419/202155502. – EDN MOYAYG.

11. Седляр, Ф. Ф. Влияние доз внесения биостимулятора Мегафол на урожайность и качество маслосемян озимого рапса / Ф. Ф. Седляр, М. П. Андрусевич, В. А. Гончарук // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы: сборник научных трудов. Том 51. – Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2020. – С. 158–166.

Abakumov S.N., Lobkov V.T., Bobkova Yu.A.

BIOLOGIZATION OF WINTER RAPE PROTECTION AND NUTRITION: MODERN BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin"

Abstract: The article presents an analysis of modern biotechnological approaches in the protection and nutrition of winter rape, based on scientific

research data. The prospects of using microbial preparations of nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing action, endophytic bacteria, biopesticides and biostimulants are considered. Their positive effect on the growth, development, yield and resistance of the crop to biotic and abiotic stresses, as well as the economic efficiency of biologized technologies are shown.

Keywords: winter rape, biological products, endophytic bacteria, microbial preparations, biostimulants, productivity, biologization.

УДК 631.8:633.11:635.656

Сущина И.С., Недоруб Е.Ю.

БИОУДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические основы, методы производства и практическое применение биоудобрений на основе азотфиксирующих микроорганизмов. Описаны механизмы фиксации атмосферного азота, роль различных групп бактерий (в том числе термофильных штаммов) в повышении плодородия почв и ускорении разложения органических отходов. Приведены примеры современных технологий производства биоудобрений, их эффективность в растениеводстве и животноводстве, а также перспективы снижения экологической нагрузки и уменьшения использования химических удобрений.

Ключевые слова: биоудобрения, азотфиксирующие микроорганизмы, термофильные бактерии, гумификация, компостирование, экологизация сельского хозяйства.

Современные вызовы сельского хозяйства связаны с необходимостью повышения урожайности при одновременном снижении экологической нагрузки. Одним из перспективных направлений является использование биоудобрений на основе азотфиксирующих микроорганизмов. Эти препараты способствуют естественному обогащению почвы азотом, ускоряют разложение органических остатков и улучшают структуру почвы, что позволяет сократить применение минеральных удобрений и повысить устойчивость агроэкосистем [1-2].

Биологическая фиксация азота — процесс превращения молекулярного азота атмосферы в доступные для растений соединения (аммиак, нитраты) с помощью микроорганизмов. Основные группы

азотфиксаторов – это свободноживущие бактерии (Azotobacter, Clostridium), симбиотические бактерии (Rhizobium — клубеньковые бактерии на корнях бобовых) и ассоциативные бактерии (Azospirillum и др.), обитающие в ризосфере. Термофильные бактерии, выделенные из чернозёма, способные фиксировать азот при высоких температурах.

Азотфиксирующие микроорганизмы повышают содержание доступного азота в почве, способствуют гумификации органических остатков, ускоряют разложение отходов и формирование гумуса, а также улучшают структуру и биологическую активность почвы.

Производство биоудобрений различно. Выделение и селекция штаммов осуществляется из природных источников (почва, компост) выделяют эффективные штаммы азотфиксаторов. Компостирование с микроорганизмами заключается в том, что органические отходы (птичий помёт, растительные остатки) компостируют с добавлением азотфиксирующих бактерий, что ускоряет разложение и повышает качество удобрения.

В промышленном производстве биопрепараты выпускаются в виде порошков, гранул, суспензий для внесения в почву или обработки семян. К числу примеров современных разработок можно отнести следующее. В Кабардино-Балкарии созданы биоудобрения на основе термофильных бактерий, которые эффективно фиксируют азот и ускоряют разложение органических отходов. Такие препараты позволяют утилизировать побочные продукты животноводства с экономической выгодой и снижать объём твёрдых бытовых отходов на полигонах [3].

Приведем некоторые примеры применения биоудобрений. В растениеводстве применяется для повышения урожайности бобовых и других культур, улучшения структуры и плодородия почв, а также снижения потребности в минеральных азотных удобрениях. В животноводстве – для утилизации птичьего помёта и других органических отходов, получения высококачественных органических удобрений.

Экологические преимущества весьма значимы – это снижение загрязнения почв и вод химическими удобрениями, восстановление естественного цикла питательных веществ и уменьшение выбросов парниковых газов за счёт ускоренного разложения органики [4].

Таким образом, биоудобрения на основе азотфиксирующих микроорганизмов — эффективный инструмент экологизации сельского хозяйства. Их внедрение способствует повышению плодородия почв, снижению затрат на минеральные удобрения и уменьшению экологической нагрузки. Перспективы развития связаны с расширением ассортимента штаммов, совершенствованием технологий производства и внедрением в различные отрасли АПК.

Список литературы

1. Губина, А. В. Плодородие почв сельскохозяйственных угодий / А. В. Губина, Е. Ю. Недоруб // Российская наука в современном мире: Сборник статей LXVIII международной научно-практической конференции, Москва, 28 февраля 2025 года. – Москва: ООО "Актуальность.РФ", 2025. – С. 8-9.

2. Елизарова, Д. И. Перспективы использования биологических препаратов в сельском хозяйстве / Д. И. Елизарова // Материалы XXV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри с международным участием, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг : Материалы конференции, Нерюнгри, 23–25 октября 2025 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, 2025. – С. 280-284.

3. Елизарова, Д. И. Рациональное использование природных биоресурсов / Д. И. Елизарова // В мире научных открытий: материалы IX Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 12–14 марта 2025 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2025. – С. 33-36.

4. Перспективы рынка биоудобрений / Л. М. Ройтер, Л. А. Зазыкина, И. В. Веденкина, А. Г. Акопян // Инновационные технологии производства, переработка продуктов животноводства, птицеводства, рыбоводства и пчеловодства в Республике Таджикистан: Сборник научных статей, Душанбе, 29 марта 2022 года / Таджикский аграрный университет имени Шириншох Шотемур, зооинженерный факультет. – Душанбе: Таджикский аграрный университет имени Шириншох Шотемур, зооинженерный факультет, 2022. – С. 174-176.

Sushchina I.S., Nedorub E. Yu.

BIOFERTILIZERS BASED ON NITROGEN-FIXING MICROORGANISMS: THEORETICAL FOUNDATIONS, PRODUCTION AND APPLICATION

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The article discusses the theoretical foundations, production methods, and practical application of biofertilizers based on nitrogen-fixing microorganisms. It describes the mechanisms of atmospheric nitrogen fixation, the role of various groups of bacteria (including thermophilic strains) in improving soil fertility and accelerating the decomposition of organic waste. The article provides examples of modern technologies for producing biofertilizers, their effectiveness in crop production and animal husbandry, and

the prospects for reducing environmental pollution and the use of chemical fertilizers.

Key words: biofertilizers, nitrogen-fixing microorganisms, thermophilic bacteria, humification, composting, and the greening of agriculture.

УДК 632.4:579.64

Потапова Е.С., Костромичева Е.В.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ И БИОПРЕПАРАТОВ В ОТНОШЕНИИ ФУЗАРИЕВЫХ ГРИБОВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В работе представлены результаты сравнительного изучения влияния биопрепарата Фитоспорин, штамма Bacillus amyloliquefaciens и химического препарата Фундазол-Профи на радиальную скорость роста гриба Fusarium culmorum — возбудителя фузариоза зерновых культур. Эксперимент проводился на кафедре биотехнологии и химии Орловского ГАУ в лабораторных условиях. Все исследуемые средства подавляли рост патогена, однако наибольшую эффективность проявил Фундазол-Профи. Биопрепараты показали более низкую, но стабильную антифунгальную активность.

Ключевые слова: Биотехнология, Fusarium culmorum, фузариоз, Bacillus amyloliquefaciens, Фитоспорин, Фундазол-Профи, радиальная скорость роста, биопрепараты.

Введение. В работе решалась задача сравнительной оценки эффективности химических и биологических препаратов в отношении фитопатогенного гриба Fusarium culmorum — возбудителя корневых гнилей и фузариоза колоса зерновых культур. На контрольной чашке культура активно росла с появлением характерного пигмента фузариоза. В качестве испытуемых средств использовали биопрепарат Фитоспорин (на основе Bacillus subtilis), живую культуру Bacillus amyloliquefaciens и химический фунгицид Фундазол-Профи (действующее вещество — беномил). Эксперимент проводили на кафедре биотехнологии и химии Орловского ГАУ.

Материалы и методы. Опыты выполняли на среде Чапека в чашках Петри. Схема опыта включала 4 варианта: контроль (рост F. culmorum без препаратов); F. culmorum + Фитоспорин; F. culmorum + Bacillus amyloliquefaciens; F. culmorum + Фундазол-Профи. В центр каждой чашки помещали агаровый диск с 7-суточной культурой гриба диаметром 5 мм.

Препараты вносили в среду до застывания в эквивалентных концентрациях. Инкубировали при температуре 25 °C в течение 7 суток. На 7-е сутки измеряли диаметр колоний в двух перпендикулярных направлениях, отмечали наличие пигментации. Радиальную скорость роста (Kr, мм/ч) вычисляли по формуле:

$$Kr = (r - r0)/t$$

где r — радиус колонии, r0 — начальный радиус инокулюма (2,5 мм), t — время (168 ч).

Результаты. В контрольной чашке наблюдался наиболее интенсивный рост гриба: радиальная скорость роста составила 0,85 мм/ч. Также в контроле отмечалось появление характерного пигмента фузариоза (розово-оранжевая окраска), что свидетельствует о физиологической активности тест-культуры.

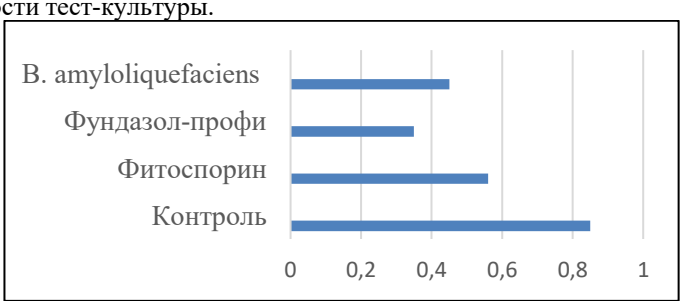


Рисунок 1 – Радиальная скорость роста Fusarium culmorum под действием различных препаратов, мм/ч

Во всех опытных вариантах рост гриба был подавлен. Наибольший ингибирующий эффект показал Фундазол-Профи: радиальная скорость роста снизилась до 0,35 мм/ч (подавление на 58,8 % по сравнению с контролем). Пигментация в этом варианте отсутствовала. Варианты с биопрепаратами Фитоспорин и B. amyloliquefaciens также достоверно снижали рост F. culmorum, однако их действие оказалось менее выраженным. В присутствии Фитоспорина Kr составила 0,56 мм/ч (снижение на 34,1 %), а под действием B. amyloliquefaciens — 0,45 мм/ч (снижение на 35,3 %). Разница между двумя биопрепаратами была незначительной. В этих вариантах сохранялась слабая пигментация, что указывает на неполное подавление метаболической активности гриба.

Выводы. Химический препарат Фундазол-Профи проявил наибольшую ингибирующую активность (Kr = 0,35 мм/ч) и полностью подавил пигментацию. Биопрепараты Фитоспорин и Bacillus amyloliquefaciens действовали слабее (Kr = 0,56 и 0,55 мм/ч соответственно), но достоверно снижали рост гриба по сравнению с

контролем. B. amyloliquefaciens не показал преимущества перед Фитоспорином в условиях данного эксперимента, однако его антифунгальная активность сопоставима и требует дальнейшего изучения. Разработанная схема оценки может использоваться для скрининга новых биопрепаратов против возбудителей фузариоза.

Список литературы

1. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Левитин М.М. Фузариоз зерновых культур. — СПб.: ВИЗР, 2019. — 58 с.

2. Егорова Т.А., Котова И.Б., Ханова Е.В. Биологические методы защиты растений от фитопатогенных грибов // Защита и карантин растений. — 2020. — № 4. — С. 14–18.

3. Соколова Е.А., Павлова М.Д. Антагонистическая активность бактерий рода Bacillus в отношении возбудителей корневых гнилей зерновых культур // Вестник защиты растений. — 2021. — Т. 104, № 2. — С. 97–103.

4. Тютерев С.Л. Биологические фунгициды в системе защиты растений. — СПб.: Промофлора, 2018. — 186 с.

5. Гришечкина Л.Д., Долженко Т.В. Беномил и его роль в современной химической защите растений // Агрохимия. — 2017. — № 8. — С. 42–48.

6. Действие биопрепаратов на заражение фузариозом зерновых культур в условиях водного стресса / А. В. Яковлев, К. Н. Гуляева, И. В. Горькова [и др.] // Передовые научно-технические проекты в биотехнологии : Материалы III Всероссийской научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 23 апреля 2024 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, 2024. – С. 99-103. – EDN WMZGXF.

Potapova E.S., Kostromicheva E.V.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE EFFECT OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL PRODUCTS ON FUSARIUM FUNGI

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The article presents the results of a comparative study of the effect of the biological product Fitosporin, a Bacillus amyloliquefaciens strain, and the chemical preparation Fundazol-Profi on the radial growth rate of Fusarium culmorum, the causative agent of cereal fusarium. All tested agents suppressed the growth of the pathogen, but Fundazol-Profi showed the highest efficiency. Biological products demonstrated lower but stable antifungal activity.

Key words: biotechnology, Fusarium culmorum, fusarium, Bacillus amyloliquefaciens, Fitosporin, Fundazol-Profi, radial growth rate, biological products.

УДК 574/577

Ярославкина Н.Ю., Солохина И.Ю., Лушников А.В., Горькова И.В.

РОЛЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. Исследование роли регуляторов роста растений в формировании устойчивости к патогенам представляет важное направление современной физиологии и защиты растений. Салициловая, жасмоновая и абсцизовая кислоты являются ключевыми сигнальными молекулами, участвующими в индукции защитных реакций при биотическом стрессе [1]. Брассиностероиды и другие фитогормоны модулируют иммунный ответ растений, активируя экспрессию генов устойчивости [2]. Применение синтетических и природных регуляторов роста в концентрациях 10^{-6}–10^{-8} М способствует повышению устойчивости сельскохозяйственных культур к грибным, бактериальным и вирусным заболеваниям [3]. Механизм защитного действия связан с активацией антиоксидантной системы, синтезом фитоалексинов и белков патогенез-связанного типа [4]. Работа демонстрирует перспективность использования регуляторов роста как экологически безопасной альтернативы химическим фунгицидам в системах интегрированной защиты растений.

Ключевые слова: регуляторы роста растений, фитогормоны, болезнеустойчивость, салициловая кислота, жасмоновая кислота.

Фитогормональная регуляция защитных реакций растений

Устойчивость растений к патогенам определяется сложной системой врожденного иммунитета, в регуляции которого центральную роль играют фитогормоны. Салициловая кислота (СК) – ключевая сигнальная молекула, контролирующая развитие системной приобретенной устойчивости (САУ) [1; 5].

Жасмоновая кислота (ЖК) и ее метиловый эфир регулируют защиту от некротрофных патогенов и насекомых-фитофагов. Биосинтез ЖК инициируется при повреждении клеточных мембран и включает октадеканоидный путь с участием липоксигеназ [4].

Абсцизовая кислота (АБК) традиционно рассматривалась как гормон стресса абиотической природы. Однако накопленные данные свидетельствуют о её участии в модуляции иммунного ответа – здесь картина неоднородная [8].

Брассиностероиды (БС) – группа стероидных гормонов, участвующих в регуляции роста и иммунитета растений [2]. Механизм действия БС связан как с активацией антиоксидантных ферментов, так и с модуляцией экспрессии генов защиты независимо от классических путей СК и ЖК [11].

Практическое применение регуляторов роста для повышения болезнеустойчивости

Экзогенное применение регуляторов роста открывает возможности для экологизации защиты растений. Препараты на основе СК (Иммуноцитофит, Новосил) эффективно снижают развитие фитофтороза картофеля и томата при профилактических обработках в концентрации 0,01–0,05% [6]. Биологическая эффективность достигает 65–72%, что сопоставимо с действием химических фунгицидов при значительно меньшей экологической нагрузке.

Жасмонаты применяются преимущественно для защиты от некротрофных патогенов и вредителей. Обработка метилжасмонатом (10^{-5} М) индуцирует устойчивость овощных культур к Botrytis cinerea, снижая потери при хранении на 30–45% [7]. Ценно, что защитный эффект проявляется через 24–48 часов после обработки и сохраняется в течение 2–3 недель, обеспечивая продолжительную защиту.

Брассиностероидные препараты (Эпин-Экстра, Циркон) широко применяются в российском растениеводстве [9]. Предпосевная обработка семян зерновых культур эпибрассинолидом (10^{-8}–10^{-9} М) повышает полевую устойчивость к корневым гнилям на 40–55%, одновременно стимулируя ростовые процессы и урожайность [10,12]. Механизм защиты связан с активацией пероксидазы, полифенолоксидазы и других ферментов антиоксидантной системы.

Комплексные препараты, сочетающие несколько регуляторов роста с микроэлементами, демонстрируют синергетический эффект. Баковые смеси Циркона с хитозановыми олигомерами обеспечивают биологическую эффективность против мучнистой росы яблони до 77% при двукратных обработках в период вегетации [3]. При этом снижается пестицидная нагрузка за счет сокращения числа обработок фунгицидами на 30–50%.

Особый интерес представляет использование регуляторов роста для индукции системной устойчивости в органическом земледелии. Обработка биопрепаратом Фитоспорин-М в комплексе с гуминовыми кислотами активирует собственный иммунитет растений картофеля, снижая развитие

альтернариоза и фитофтороза без применения синтетических фунгицидов [9]. Прибавка урожая составляет 8–15% при одновременном улучшении лежкости клубней.

В условиях стрессовых факторов внешней среды – засухи, высоких температур – эффективность регуляторов роста возрастает. Хотя регуляторы роста демонстрируют высокий потенциал, их эффективность зависит от множества факторов: фазы развития растений, погодных условий, инфекционного фона. Оптимальные концентрации и кратность обработок требуют тщательной отработки для каждой культуры и региона выращивания. Критически важна своевременность применения – максимальный эффект достигается при профилактических обработках до начала массового развития болезни [3, 13, 14].

Перспективы развития исследований и технологий

Современные молекулярно-генетические подходы открывают новые горизонты в изучении роли фитогормонов в иммунитете растений. Транскриптомный анализ выявил более 3000 генов, экспрессия которых изменяется при обработке СК, что указывает на масштабную перестройку метаболизма [12].

Перспективным направлением является разработка синтетических аналогов природных регуляторов с улучшенными характеристиками. Так, созданы стабильные производные СК с пролонгированным действием, которые медленнее метаболизируются в тканях растений, обеспечивая более длительную защиту [5].

Интеграция регуляторов роста в системы точного земледелия требует разработки методов диагностики гормонального статуса растений в режиме реального времени. Биосенсорные технологии на основе флуоресцентных репортерных конструкций дают возможность визуализировать распределение фитогормонов в тканях и оптимизировать сроки применения препаратов [7].

Молекулярная селекция на устойчивость может использовать знания о гормональной регуляции иммунитета. Отбор генотипов с повышенной чувствительностью рецепторов СК или конститутивной активацией защитных генов позволит создавать сорта с врожденной устойчивостью к широкому спектру патогенов [6].

Экологические аспекты применения регуляторов роста изучены недостаточно. Необходимо оценить их влияние на полезную микробиоту ризосферы и филлосферы, которая играет важную роль в защите растений от патогенов [7].

Заключение.

Регуляторы роста растений представляют собой эффективный инструмент управления болезнеустойчивостью сельскохозяйственных культур. Салициловая, жасмоновая и абсцизовая кислоты,

брассиностероиды выполняют ключевые регуляторные функции в системе врожденного иммунитета, активируя множественные защитные механизмы на молекулярном, клеточном и организменном уровнях.

Практическое значение регуляторов роста определяется возможностью их интеграции в системы интегрированной защиты растений как экологически безопасной альтернативы химическим фунгицидам. Комбинированное применение различных классов фитогормонов с учетом их синергизма и антагонизма позволяет создавать эффективные защитные программы для конкретных патосистем. Особую актуальность это приобретает в условиях органического земледелия и производства экологически чистой продукции.

Список литературы

1. Белошапкина О.О. Использование агрохимикатов и биопрепаратов для защиты яблони и груши от парши // Субтропическое и декоративное садоводство. 2014. Вып. 51. С. 267–272.

2. Деревягина М.К., Васильева С.В., Зейрук В.Н., Белов Г.Л. Препараты, содержащие коллоидное серебро, против ризоктониоза, альтернариоза и фитофтороза картофеля // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2020. № 4. С. 54–66.

3. Журавлева Т.В., Медведева Л.М. Интегрированная система защиты яблони от парши // Южно-Уральский государственный аграрный университет. 2018. Т. 25. № 2. С. 217–222.

4. Каширская Н.Я., Цуканова Е.М., Кочкина А.М. Применение индукторов устойчивости в системе защиты яблони от парши // Сб. науч. тр. ГНУ СКЗНИИСиВ. 2013. Т. 2. С. 62–64.

5. Насонов А.И., Супрун И.И. Парша яблони: особенности возбудителя и патогенеза // Микология и фитопатология. 2015. Т. 49. Вып. 5. С. 275–285.

6. Пусенкова Л.И., Максимов И.В., Марданшин И.С. Эффективность природных регуляторов роста в активации продукционного процесса и устойчивости к болезням растений картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 32–35.

7. Семынина Т.В. Защита зерновых культур от семенной инфекции при переходе к органическому земледелию их возделывания // Защита растений от вредных организмов: Материалы X междунар. науч.-практ. конф. Краснодар: КубГАУ, 2021. С. 331–334.

8. Стеценко Л.А., Веденичева Н.П., Лихневский Р.В., Кузнецов В.В. Влияние абсцизовой кислоты и флуридона на содержание фитогормонов, полиаминов и уровень окислительного стресса в растениях Mesembryanthemum crystallinum L. при засолении // Известия РАН. Серия биологическая. 2015. № 2. С. 134–145.

9. Томашевич Н.С., Асатурова А.М. Разработка систем биологической защиты яблони от парши для технологий экологизированного сельского хозяйства // Сб. науч. тр. ФГБНУ ВНИИБЗР. 2018. С. 516–517.

10. Цыганова А.В., Цыганов В.Е. Негативная гормональная регуляция развития симбиотических клубеньков. II. Салициловая, жасмоновая и абсцизовая кислоты // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 1. С. 3–14.

11. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 15–20.

12. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д., Можарова И.П. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства. М.: ВНИИА, 2009. 60 с.

13. Горьков А. А. Биопрепараты в посевах пшеницы / А. А. Горьков // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 42-50. – EDN HHAUBU.

14. Горьков А. А. Эффективность использования биопрепаратов в повышении устойчивости озимой пшеницы к стрессам / А. А. Горьков, Н. Е. Павловская, В. С. Сидоренко // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 2(89). – С. 33-39. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.2.33. – EDN HFYYOE.

Yaroslavkina N.Yu., Solokhina I.Yu., Lushnikov A.V., Gorkova I.V.
The Role of Growth Regulators in Plant Disease Resistance

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The study of the role of plant growth regulators in the formation of resistance to pathogens is an important area of modern plant physiology and protection. Salicylic, jasmonic, and abscisic acids are key signaling molecules involved in the induction of protective responses under biotic stress [1]. Brassinosteroids and other phytohormones modulate the immune response of plants by activating the expression of resistance genes [2]. The use of synthetic and natural growth regulators at concentrations of 10^{-6}–10^{-8} M increases the resistance of crops to fungal, bacterial, and viral diseases [3]. The mechanism of protective action is associated with the activation of the antioxidant system, the synthesis of phytoalexins, and pathogenesis-related

proteins [4]. This work demonstrates the potential of using growth regulators as an environmentally friendly alternative to chemical fungicides in integrated plant protection systems.

Keywords: plant growth regulators, phytohormones, disease resistance, salicylic acid, jasmonic acid.

УДК 634.75

Джеду[1] Э.В., Горькова[1] И.В., Костромичёва[1] Е.В., Гагарина[1] И.Н., Лушников[1] А.В., Горьков[1,2] А.А.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ

[1]ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

[2]ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»

Аннотация. Изучение продуцентов ризосферных бактерий имеет огромное значение для экологической микробиологии, агрономии (в качестве биоудобрений или средств биологического контроля) и продовольственной безопасности. Они способствуют росту растений выделяя фитогормоны, фиксируя атмосферный азот, переводя в растворимую форму фосфор из минералов, помогают улучшить здоровье почв и повысить устойчивость растений к стрессам окружающей среды, таким как засуха, холод и т. д. Рассмотрены физиолого-биохимических свойства Paenibacillus sp. как потенциального агента биотехнологии.

Ключевые слова: Paenibacillus, ризосфера, кинетика, фитомодуляторы.

Введение. В ризосфере несколько видов *Paenibacillus* участвуют в фиксации атмосферного азота, растворении фосфатов и калия, производстве фитогормонов и антимикробных метаболитов, а также в поглощении растениями микроэлементов. Их изучение имеет огромное значение для экологической микробиологии, агрономии (в качестве биоудобрений или средств биологического контроля) и продовольственной безопасности, поскольку некоторые виды могут ухудшать качество пищевых продуктов или продуцировать токсины [2].

Бактерии рода *Paenibacillus* представляют собой микроорганизмы в форме прямых, часто тонких палочек (бацилл), ширина которых обычно составляет от 0,5 до 1 мкм, а длина — от 2 до 5 мкм; они являются аэробными или факультативными анаэробами и относятся к отделу Bacillota**.** Они встречаются преимущественно в почве, ризосфере растений,

воде и отложениях. Первоначально идентифицированный как *Bacillus* на основании морфологических критериев, этот род был выделен в отдельный род в 1993 году в результате таксономической ревизии. Его латинское название, означающее «почти Bacillus», отражает эту историю, хотя оба рода в настоящее время относятся к разным семействам.

Некоторые виды, такие как *Paenibacillus polymyxa*, приносят пользу сельскому хозяйству. Они способствуют росту растений, фиксируя атмосферный азот, растворяя фосфор и производя фитогормоны, а также помогают улучшить здоровье почв и повысить устойчивость растений к стрессам окружающей среды, таким как засуха, холод и т. д. Бактерии, способствующие росту растений (PGPB), представляют собой группу полезных микроорганизмов, широко распространенных в ризосфере, то есть в почве или внутренних тканях растений, и тесно связанных с метаболизмом корней растения-хозяина**.** В связи с сокращением использования пестицидов и химических удобрений в современном сельском хозяйстве интерес к PGPB растёт. Они обладают высоким потенциалом для повышения урожайности растений в качестве природных биоудобрений и могут использоваться в качестве долгосрочного экологически устойчивого решения для удобрения почв, что позволяет снизить негативное воздействие на экосистему и получить более экологически устойчивый конечный продукт. PGPB оказывают стимулирующее воздействие на рост растений посредством прямых и косвенных механизмов [3]**.** К прямым механизмам относятся фиксация атмосферного азота, солюбилизация фосфора, синтез сидерофоров и выработка фитогормона индол- -3-уксусной кислоты (IAA), а также растительных гормонов (индолов, цитокининов и гиббереллинов) с целью улучшения реакции растений на биотические и абиотические стрессы**.** Косвенный механизм включает активацию защитных механизмов растений, конкуренцию за ресурсы и секрецию антимикробных веществ с целью ограничения проникновения патогенных организмов в ризосферу. Виды *рода Paenibacillus* могут бороться с фитопатогенами растений с помощью различных механизмов, в частности, путем продукции липопептидов (таких как фузарицидин, паенимиксин и пелгипептин), индукцию системной устойчивости (ISR), выработку гидролитических ферментов (хитиназы, целлюлазы и глюканазы) и летучих органических соединений [1].

Материалы и методика исследований. В микробиологии подготовка питательных сред и стерилизация оборудования являются критически важными этапами, обеспечивающими получение надежных, воспроизводимых и свободных от загрязнений результатов. Эти процессы направлены на уничтожение всех форм микробиологической жизни (бактерии, грибы, вирусы, споры); создание оптимальных условий для

роста или подавления целевых микроорганизмов; предотвращении ложноположительные или ложноотрицательные результаты, тем самым избегая ошибочных интерпретаций или рисков для здоровья.

Результаты и их обсуждение. Исследование амилолитической активности штамма *Paenibacillus* (в частности, *Paenibacillus amylolyticus*) выявило его способность продуцировать ферменты, такие как α-амилазы, способные расщеплять связи крахмала с целью его преобразования в простые сахара (мальтоза, глюкоза;эти штаммы способны метаболизировать широкий спектр субстратов, в том числе такие сахара, как D-арабиноза, L-ксилоза, адонитол, D-мелезитоза, D-ликсоза, L/D-фукоза, D-тагатоза, L-арабитол, рамноза и мелибиоза, а также несахарные субстраты, такие как щелочная фосфатаза, кислые фосфатазы, α-глюкозидаза, α-фукозидаза, глицерин, 5-кето-D-глюконат, ONPG и амигдалин.

Исследование кинетики роста *Paenibacillus* заключается в моделировании и отслеживании изменения бактериальной биомассы во времени. Оно обычно проводится в жидкой среде с нейтральным pH и оптимальной температурой, которая, в зависимости от вида, составляет от 28 °C до 40 °C.

Кривая роста этих спорообразующих бактерий делится на четыре ключевых этапа:

- Фаза латентности (Lag): бактерии адаптируются к новой среде, они ещё не делятся, но синтезируют ферменты, необходимые для усвоения питательных веществ из среды
- Экспоненциальная (логарифмическая) фаза: биомасса растёт в логарифмическом темпе. Клетки делятся с максимальной и постоянной скоростью. Бактериальная популяция удваивается через регулярные промежутки времени. Условия окружающей среды являются оптимальными
- Стационарная фаза: скорость роста равна скорости гибели. Питательные вещества истощаются, а отходы накапливаются. Часто именно в этой фазе *Paenibacillus* начинает спорообразование или выработку вторичных метаболитов.
- Фаза спада (или гибели): Количество жизнеспособных бактерий уменьшается из-за неблагоприятных условий. Питательные вещества исчерпываются, а среда становится слишком токсичной; уровень гибели превышает уровень деления, что приводит к быстрому сокращению популяции живых бактерий.

Параметры и моделирование

Для описания этой кинетики оцениваются несколько параметров:

- Удельный темп роста μ: выражается в единицах h^{-1}, определяет скорость размножения бактерий в экспоненциальной фазе.

- Время генерации (или время удвоения): рассчитывается по формуле:$t = \frac{\ln(2)}{\mu}$; оно представляет собой время, необходимое для удвоения бактериальной популяции.

Результаты кинетических параметров показали высокий биотехнологических потенциал бактерий и рекомендованы для дальнейших исследований в качестве биопрепаратов.

Список литературы

1. Васильченко Н. Г., Механцева К. В., Иванов Ф. Д., Пуликова Е. П., Чистяков В. А., Усатов А. В., Брень А. Б., Рудой Д. В. Биотехнологически перспективные свойства бактерий родов Bacillus и Paenibacillus, выделенных из ризосферы пшеницы озимой (Triticum aestivum L.). Часть 1 // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2024. №4-1 (224-1).

2. Ха Т. З., Канарский А. В., Канарская З. А., Щербаков А. В., Щербакова Е. Н. Перспектива применения бактерий рода Paenibacillus в промышленной биотехнологии для получения биопрепаратов сельскохозяйственного назначения // Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2020. №3 (47).

3. Yi, W., Chen, C. & Gan, X. Активные метаболиты эндофита Paenibacillus polymyxa Y-1 из Dendrobium nobile для борьбы с бактериальными заболеваниями риса. Front. Chem., 2022 10, 879724.https://doi.org/10.3389/fchem.2022.879724

Dzhedu E.V., Gorkova I.V., Kostromicheva E.V., Gagarina I.N., Lushnikov A.V., Gorkov A.A.

BIOTECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RHIZOSPHERE BACTERIA

Orel State Agrarian University N.V. Parakhin

Abstract. The study of rhizosphere bacterial producers is of great importance for environmental microbiology, agronomy (as biofertilizers or biological control agents), and food security. They promote plant growth by releasing phytohormones, fixing atmospheric nitrogen, and converting phosphorus from minerals into soluble form. They help improve soil health and increase plant resistance to environmental stresses such as drought, cold, etc. The physiological and biochemical properties of Paenibacillus sp. as a potential biotechnological agent are discussed.

Key words: Paenibacillus, rhizosphere, kinetics, phytomodulators.

УДК 633.11.577.19

Горьков А.А.,[1,2] Сидоренко В.С.[2]

ЗИМОСТОЙКОСТЬ ПШЕНИЦЫ И СПОСОБЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

[1]ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

[2]ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»

Аннотация. Зимостойкость является основным ограничением для озимых культур в регионах с умеренным климатом и, следовательно, важной целью селекции при выведении новых сортов озимой пшеницы. Агротехнические приёмы имеют значимое место в подготовке растений к зимнему периоду. Развитию корневой системы, накоплению сахаров в узлах кущения в осенний период применяют листовые подкормки биоудобрений на основе метаболитов микробной ферментации соломы и целлюлозосодержащих отходов.

Ключевые слова: криопротекторы, биоудобрение, озимая пшеница, корнеобразование, урожайность.

Поиск эффективных и экологически безопасных приёмов повышения зимостойкости пшеницы остается актуальным.

Зимостойкость является основным ограничением для озимых культур в регионах с умеренным климатом и, следовательно, важной целью селекции при выведении новых сортов озимой пшеницы. Однако на зимостойкость влияет множество факторов окружающей среды, что затрудняет фенотипический отбор в полевых условиях из-за нерегулярного возникновения или отсутствия повреждений в ходе полевых испытаний. С другой стороны, агротехнические приёмы имеют значимое место в подготовке растений к зимнему периоду. Чистый пар или рано убираемые зернобобовые культуры помогают накопить в почве влагу и питательные вещества, что напрямую влияет на силу растений перед зимовкой. Важно с учетом региона соблюдать сроки посева, чтобы не допустить перерастания: если пшеница слишком активно развивается осенью, она хуже проходит фазу закаливания. Для развития корневой системы необходимы такие элементы как фосфор и калий, они также способствуют накоплению углеводов (сахаров), которые работают как криопротекторы. При осенней обработке в фазу кущения можно применять листовые подкормки для стимуляции накопления защитных веществ.

Большую ценность приобретают биоудобрения, в состав которых входят активные метаболиты, повышающие устойчивость растений к стрессовым факторам окружающей среды [2, 3].

Озимая пшеница - широко распространенная высокоурожайная культура. По сравнению с яровой, озимая пшеница обладает более мощной корневой системой, хорошо использует весеннюю влагу, быстро развивает вторичные корни. Корневая система озимой пшеницы способна использовать влагу нижележащих горизонтов почвы. Однако все преимущества озимых посевов могут быть реализованы лишь тогда, когда они успешно перезимуют и им будут созданы благоприятные условия для весенне-летнего развития.

По данным, представленными Мазаловым В.И. (Шатиловская СХОС) [1] на выщелоченном тяжелосуглинистом, среднемощном черноземе в условиях юго-восточной зоны Орловской области, наибольшей урожайностью отличаются следующие сорта озимой пшеницы селекции ФИЦ Немчиновка и Белгородский ФАНЦ РАН: Немчиновская 85, Эритроспермум 2418/10 (7,0 т/га), Эритроспермум 708/12, Немчиновская 57, Синтетик, Ариадна. Особенно ценным является адаптация данных сортов к климатическим изменениям и повышенная зимостойкость. Например, сорт Ариадна имеет высокие значения показателей: стрессоустойчивость (-0,7 т/га), генетическая гибкость (7,6), коэффициент адаптивности (КА=1,10), гомеостатичность (Hom=1,04), селекционная ценность (Sc=4,52), коэффициент регрессии (bi=0,57), уровень стабильности (ПУСС=147), отмечено также низкая величина коэффициента вариации (V=5%). Применяемые оценочные показатели указывают на высокую реакцию сортов противостоять действию стресс факторов среды.

В условиях тёмно-серых лесных, среднесуглинистых, средне окультуренных почв на полях севооборота селекционного центра ФНЦ ЗБК, проводились испытания новых сортообразцов, показавшие высокие баллы перезимовки. Отмечено также, что применение биоудобрений способствовало увеличению зимостойкости (табл.1).

В состав биоудобрений были включены метаболиты почвенных микроорганизмов, ферментированных на отходах переработки растениеводческой продукции, в т.ч. солмы. Культуральная жидкость микроорганизмов включает органические кислоты, аминокислоты, пептиды, полисахариды, ферменты, витамины, антибиотики, сидерофоры, летучие органические вещества, гормоноподобные регуляторы. Комплекс метаболитов повышают доступность элементов питания за счет перевода нерастворимой формы фосфора в растворимую, обеспечивая корнестимуляцию. Образование защитных веществ -криопротекторов активируют реакции растения к закаливанию.

Таблица 1 – Зимостойкость пшеницы мягкой озимой

Вариант	Перезимовка, балл		Полегание, балл	
	2023	2024	2024	2025
Скипетр, стандарт	**4-**	**5**	**3**	**3-**
№ 1	4-	4	4-	4+
№1′	**4+**	**5-**	**4+**	**5**
№2	5-	4+	3+	4-
№2′	**5**	**5**	**4-**	**4+**
№3	4-	4	4	4+
№3′	**5-**	**5**	**5-**	**5**

′-обработанные биоудобрениями

При обработке биоудобрениями, выявлено, что увеличивается балл перезимовки опытных сортообразцов. В вегетационный летний период устойчивость растений к полеганию возрастает. Урожайность этих сортообразцов также была выше, при обработке биоудобрениями.

Таким образом, биоудобрения на основе микробной ферментации являются перспективными для повышения зимостойкости, урожайности и устойчивости озимой пшеницы к полеганию.

Библиографический список

1. Стебаков В.А., Мазалов В.И., Небытов В.Г. Урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы в экологическом испытании на выщелоченном черноземе Орловской области. Зернобобовые и крупяные культуры. 2026. № 2 (58): 89-99. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-89-99

2. Изучение биологической активности опытных образцов новых биоудобрений на яровой пшенице / И. В. Горькова, И. Н. Гагарина, А. Ю. Попова [и др.] // Вестник аграрной науки. – 2025. – № 2(113). – С. 3-9. – DOI 10.24412/2587-666X-2025-2-3-9.

3. Патент № 2785674 C1 Российская Федерация, МПК A01C 1/06. Средство для предпосевной обработки семян ярового ячменя и озимой пшеницы: № 2022106351: заявл. 09.03.2022: опубл. 12.12.2022 / Н. Е. Павловская, И. Н. Гагарина, И. В. Горькова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина".

Gorkov A.A.,[1,2] Sidorenko V.S.[2]

WINTER HARDINESS OF WHEAT AND WAYS TO INCREASE IT

[1]*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin"*
[2]*Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Legumes and Cereal Crops"*

Abstract. Winter hardiness is the main limitation for winter crops in temperate regions and, therefore, an important breeding goal when developing new winter wheat varieties. Agrotechnical practices play a significant role in preparing plants for the winter period. Foliar applications of biofertilizers based on metabolites of microbial fermentation of straw and cellulose-containing waste are used to promote root system development and sugar accumulation in tillering nodes in the fall.

Key words: cryoprotectors, biofertilizer, winter wheat, root formation, yield.

УДК 606:579.6

Горьков[1,2] А.А., Яковлева[1] И.В., Горькова[1] И.В., Лушников[1] А.В.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ НА КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ ПШЕНИЦЫ

[1]*ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орел*
[2]*ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»*

Аннотация. Представлены результаты исследования по изучению ростовых показателей пшеницы под влиянием БП, содержащие природные растительные компоненты, адаптогены, микроэлементы. Обработка семян озимой пшеницы биоудобрением -адаптером обеспечивает усиление корнеобразование изучаемых сортов в 1,5-2 раза. Показано, что высота растения зависит на 50% от общего количества корешков, а длина главного корня на 78%. Биоудобрения, имеющие в своем составе цинк, не оказывают повышение на данный показатель.

Ключевые слова. Озимая пшеница, биоудобрения, микроэлементы.

Изменение подходов ведения сельскохозяйственного производства с учетом развития биотехнологий позволит увеличить урожайность без увеличения производственных мощностей. В Орловской регионе сельское хозяйство по-прежнему считается важным сектором экономики. Климат, географическая структура и сельскохозяйственные земли региона повышают ее потенциал производства и конкурентоспособность. Факторами, обуславливающими важность сельскохозяйственного сектора, являются его крайняя зависимость от чрезвычайно чувствительного спроса

и предложения как на семенной матариал, так и на саму продукцию, а также на обеспечение органическими, микробиологическими и химическими удобрениями. Низкая эластичность предложения сельскохозяйственной продукции является серьезной проблемой. Это приводит к значительным колебаниям цен. Поэтому важным является поддержка со стороны правительства, чтобы создать баланс в сельскохозяйственном производстве и обеспечить своих граждан достаточным количеством продовольствия по оптимальным ценам.

Необходима и поддержка и по внедрению в производство современных биотехнологий, использования биоудобрений, что направлено на повышение устойчивости производства и качества производимой продукции. Применение биоудобрений становиться всё более актуальным, так как многие годы интенсификации не прошли даром и во многих почвах отмечена тенденция исчезновения полезных групп микроорганизмов и в то же время повышение численности и разнообразия вредных видов, что вызывает резкое и часто необратимое падение почвенного плодородия.

Характерной особенностью высших растений является их способность синтезировать огромное разнообразие вторичных соединений, к которым относятся лектины и биофлавоноиды. Эти вещества различны как по строению, так и по выполняемым функциям. На основе данных веществ были созданы композиции, позволяющие при обработке растений регулировать биосинтез отдельных групп веществ, выполнять защитные функции, играть важную роль в процессах фотосинтеза и дыхания, роста, развития, репродукции и иммунитета растений.

Озимая пшеница генетически должна обладать более мощной корневой системой, которая хорошо использует весеннюю влагу, иметь способность быстро развивать вторичные корни для использования влаги нижележащих горизонтов почвы. Следует учитывать, что озимая пшеница предъявляет высокие требования к агротехнике. Одним из условий получения высоких урожаев является внесение органических и минеральных удобрений, а также обработка биоудобрением – адаптером роста.

В этой связи нами были проведены исследования по изучению ростовых показателей пшеницы под влиянием БП, содержащие природные растительные компоненты, адаптогены, микроэлементы.

На рис. 1 представлены данные длины зависимости главного корня от варианта обработки.

Было показано, что обработка БП, содержащими лектины способствует увеличению данного показателя на 37%, БП, содержащими БФ на 34%, БП, содержащими и лектины, и БФ на 18%. В связи с этим

использовать препарат с двумя разными группами компонентов в составе не рекомендуется.

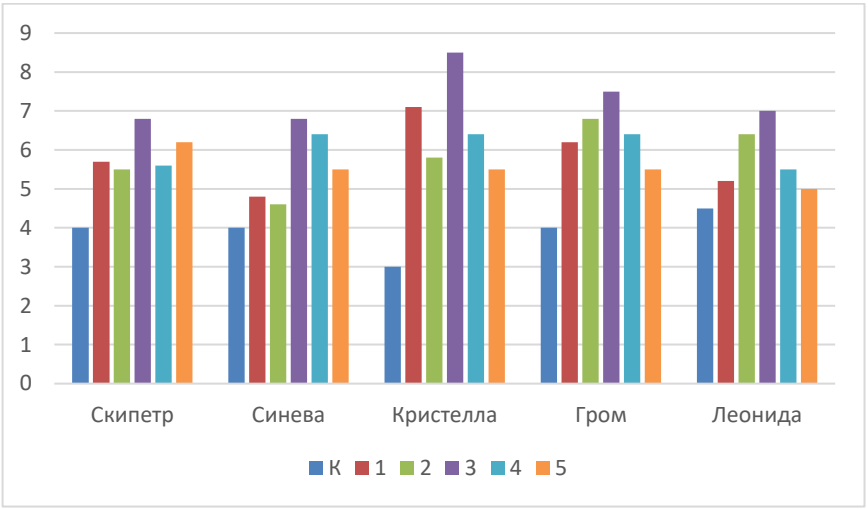


Рисунок 1 – Длина корней проростков пшеницы, см

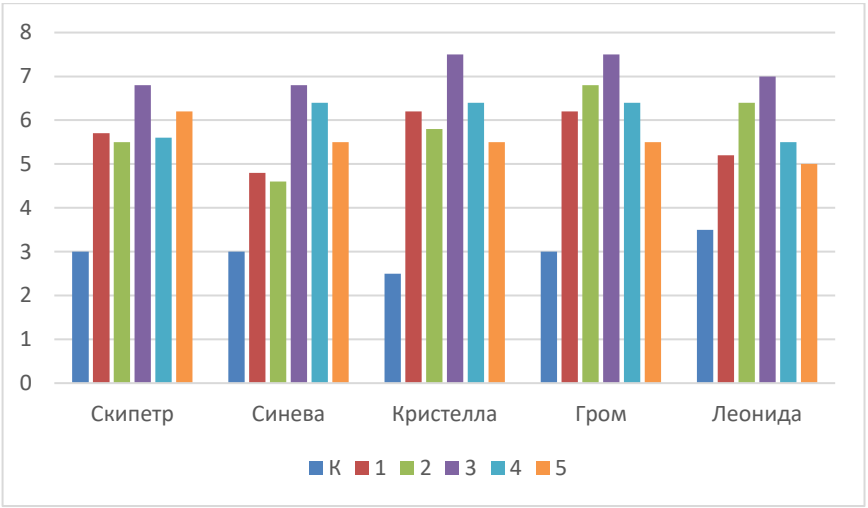


Рисунок 2 – Масса корней проростков пшеницы, г

Добавление к препаратам цинка не увеличивает длину корня, в то время как использование водного экстракта биогумуса увеличивает на 41% длину корня в сравнении с контролем в опытах с БП, где лектины и БФ содержатся однокомпонентно. В вариантах совместного присутствия лектинов и БФ такого синергического воздействия не наблюдается.

На рисунке 2 представлен прирост массы корней при обработке в опытных вариантах. Было показано увеличение массы в 1,5 – 2 раза, что положительно сказывается на адаптационных свойствах самих растений.

При изучении высота проростков выявлена зависимость на 50% от общего количества корешков и на 78% от длины главного корня. Как и при исследовании предыдущего показателя, биоудобрения, имеющие в своем составе цинк, не оказывают повышение на высоту растений. Использование БП обеспечивает дополнительный рост растений пшеницы.

Таким образом, изучаемые компоненты положительно влияют на корнеобразование пшеницы.

Список литературы

1. Volkov V.A., Voronkov M.V., Misin V.M., Yamskova O.V., Romanova V.S., Kurilov D.V., Gagarina I.N., Pavlovskaya N.E., Gorkova I.V., Lushnikov A.V. New plant growth stimulants based on water-soluble nanoparticles of n-substituted monoamino-acid derivatives of fullerene C60 and the study of their mechanisms of action //Biophysics. 2020. Т. 65. № 4. С. 635-641.

2. Горькова И.В. Биогенетический комплекс флавоноидов гречихи /В сборнике: Биологизация и продовольственная безопасность - векторы развития современного АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, 2019. - С. 37-42.

3. Родимцев С.А., Павловская Н.Е., Вершинин С.В., Зелюкин В.И., Горькова И.В. Моделирование условий вегетации с использованием отклонений текущих значений NDVI от среднемноголетних показателей //Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 3. С. 591-603.

4. Воронков М.В., Ямскова О.А., Романова В.С., Курилов Д.В., Павловская Н.Е., Горькова И.В., Лушников А.В., Мисин В.М., Волков В.А. Взаимосвязь антиоксидантных свойств и размеров наночастиц аминокислотных производных фуллерена С60 с ростостимулирующей активностью /В сборнике: Окисление, окислительный стресс, антиоксиданты. лекции и тезисы, 2019. - С. 238-240.

5. Павловская Н.Е., Ботуз Н.И., Гагарина И.Н. Получение экологически безопасной продукции на основе использования биогумуса //Вестник аграрной науки. 2018. № 3 (72). С. 66-73.

6. Исследование действия биопрепарата на основе гуматов и микроэлементов на морфометрические показатели и урожайные данные озимой пшеницы / Н. Е. Павловская, И. Н. Гагарина, Д. Б. Бородин, А. Ю.

Попова // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 1(100). – С. 93-99. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.1.93. – EDN WDTTPP.
7. Гагарина, И. Н. Исследование влияния новых комплексных микроудобрений на биологическую активность проростков сельскохозяйственных культур / И. Н. Гагарина, А. Ю. Попова // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 4(52). – EDN QUHHME.
8. Действие регуляторов роста и Биостимулятора на антиоксидантный статус Triticum vulgare L. И Hordeum vulgare L / Н. Е. Павловская, И. Н. Гагарина, А. Ю. Попова [и др.] // Вестник ИрГСХА. – 2023. – № 118. – С. 32-46. – DOI 10.51215/1999-3765-2023-118-26-35. – EDN UOECWZ.
9. Повышение продуктивного потенциала сельскохозяйственных культур с использованием микроудобрений, созданных на основе адаптивных агробиотехнологий / И. Н. Гагарина, И. В. Горькова, А. Ю. Попова [и др.] // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 6(105). – С. 11-16. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.6.11. – EDN CGMTQR.
10. Влияние биоорганического удобрения на урожай гороха посевного / И. Н. Гагарина, А. Ю. Попова, И. В. Горькова [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 4(64). – DOI 10.51419/202144412. – EDN NHKHEX.
11. Биометрическая характеристика и Структура урожая озимой пшеницы под воздействием биоорганического удобрения / И. Н. Гагарина, И. В. Горькова, А. Ю. Попова [и др.] // Вестник аграрной науки. – 2024. – № 3(108). – С. 12-17. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2024.3.12. – EDN THFXYU.
12. Gorkova I. Ways to increase the biologyzation of crop production / I. Gorkova, I. Gagarina, A. Popova // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 542. – P. 03001. – DOI 10.1051/e3sconf/202454203001. – EDN TLZDDK.

Gorkov A.A., Yakovleva I.V., Gorkova I.V., Lushnikov A.V.

A STUDY OF THE INFLUENCE OF COMPONENTS ON WHEAT ROOT FORMATION

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Orel

Abstract. The article presents the results of a study examining wheat growth performance under the influence of biofertilizers containing natural plant components, adaptogens, and microelements. Treatment of winter wheat seeds with an adaptor biofertilizer increases root formation of the studied varieties by 1.5-2 times. It was shown that plant height depends on the total number of roots by 50%, and the length of the main root by 78%. Biofertilizers containing zinc do not improve this indicator.

Keywords: Winter wheat, biofertilizers, microelements.

УДК 631.811.98:632.938:633.1:633.11

Прудникова Е.Г., Коношина С.Н.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЛЕКТИНОВ НА МОРФОГЕНЕЗ И РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрена оценка эффективности препарата на основе лектинов для стимуляции роста и оптимизации морфогенеза яровой пшеницы. Применение препарата на этапе предпосевной обработки семян позволило улучшить стартовые показатели культуры: повысить всхожесть, ускорить формирование корневой системы и увеличить биомассу проростков. Выявленные закономерности дают возможность подобрать оптимальную рабочую концентрацию для полевых условий. Полученные данные могут быть использованы при разработке агроприёмов, направленных на повышение полевой всхожести и устойчивости яровой пшеницы на ранних стадиях прорастания к абиотическим факторам.

Ключевые слова: лектинсодержащий препарат, антиоксидантные ферменты, урожайность.

Большой интерес и практическое значение для растениеводства представляет направленность селекционной работы на поиск и отбор видов растений, обладающих устойчивостью к различным патогенам. Согласно многочисленным данным последнего времени, высокая концентрация лектинов в растениях препятствует жизнедеятельности и размножению в них паразитических микроорганизмов, грибов, насекомых и их проникновению внутрь растительных тканей [1,2]. Агглютинин зародышей пшеницы (АЗП) является типичным представителем так называемых «злаковых лектинов».

Участие лектинов в защитных механизмах можно объяснить присутствием их в свободном и ассоциированном с клеточными стенками состояниях. Предполагается, что лектины могут участвовать в обезвреживании патогенных вирусов, бактерий и грибов в проводящих тканях высших растений. Взаимодействие лектинов с микроорганизмами способствует специфическому узнаванию патогена. В результате патоген подвергается воздействию со стороны растения – хозяина и формируется реакция устойчивости, или продолжается его дальнейшее развитие – восприимчивости к болезни [3,4].

Материалы и методы

В лабораторных условиях проведены испытания лектинсодержащего препарата (содержание лектина как действующего

вещества 12.7 мг/мл$^{-1}$) на тест-систему растений. Семена яровой пшеницы сорта Дарья обработаны лектинами в концентрации 10^{-2} и 10^{-7} %. Контрольные семена замачивались в дистиллированной воде (4 часа). В качестве второго контроля использовался промышленный препарат Эпин. По указанной выше схеме обработки посевного материала был заложен и полевой эксперимент.

Оценку влияния лектинов на ростовые процессы пшеницы проводили визуально. Измерения активности окислительных ферментов пероксидазы и каталазы проводили в корнях и наземной части растений пшеницы - с 4-х по 6-е сутки (до фазы выхода в трубки).

Активность пероксидазы определяли методом Бояркина. Метод основан на измерении оптической плотности продуктов реакции, образовавшихся при окислении бензидина за определенный промежуток времени.

Содержание малонового диальдегида (МДА) исследовали на основе реакции взаимодействия этого соединения с тиобарбитуровой кислотой (ТБК).

Опыты проводили в четырехкратной повторности. Статистический анализ экспериментальных данных проводили на IBM PC с помощью программ MS EXCEL.

Результаты

При визуальном наблюдении за ростом проростков пшеницы установлено, что промышленный препарат Эпин и лектинсодержащий препарат (с концентрацией белка 10^{-2} и 10^{-7}%) одинаково активно усиливали ростовые процессы в растениях пшеницы. Это проявлялось в усиленном росте наземной части проростков и более развитой корневой системе. При этом контрольные растения (вода) отставали в росте и развитии корней от описанных выше вариантов.

На протяжении роста проростков пшеницы отмечалось увеличение активности пероксидазы, поскольку в это время происходит активный рост зеленого проростка (рис.1). При этом наиболее высокая активность пероксидазы в тканях растений пшеницы отмечена у обработанных растворами лектинов зародыша пшеницы, по сравнению с Эпин - обработанными и контрольными растениями. Только на 5-е сутки наблюдается низкая активность пероксидазы у растений пшеницы, обработанных лектином пшеницы (10^{-7}%).

Наиболее высокое значение пероксидазной активности в корнях проростков пшеницы отмечалось на 5-е сутки, а к 6-ым суткам значение уменьшалось, и было иногда даже несколько ниже, чем на 4-е сутки прорастания. Наиболее высокое значение пероксидазной активности в корнях проростков отмечено у растений, обработанных более концентрированным раствором лектина пшеницы.

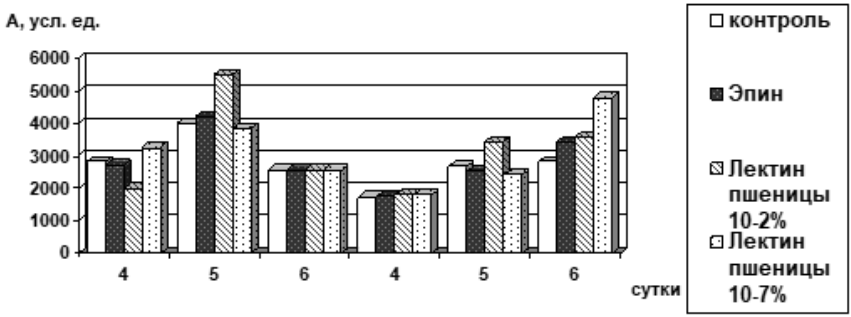


Рис. 1. Активность пероксидазы в корнях и проростках пшеницы.

Каталазная активность, напротив, по мере роста проростков существенно снижалась и в корнях и зеленых тканях проростков пшеницы (рис. 2). При этом у проростков пшеницы, обработанных более высокой концентрацией лектина пшеницы (10^{-2}М), уменьшение активности каталазы происходило более резко, скачкообразно. Наиболее плавно и незначительно отмечалось уменьшение каталазной активности у проростков пшеницы, обработанных разведенным раствором лектина и соответствовало уровню Эпин - обработанных растений.

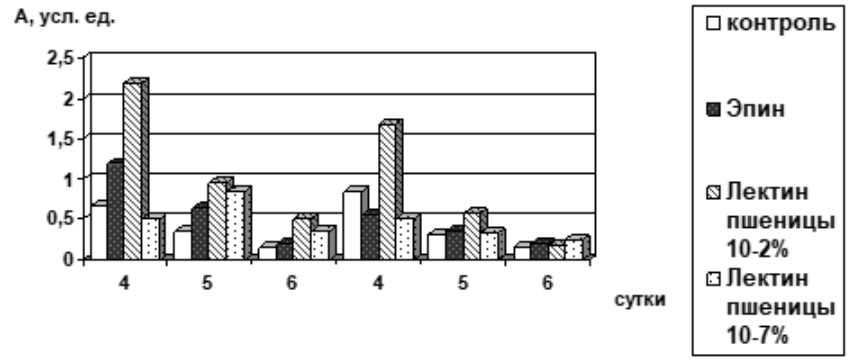


Рис.2. Активность каталазы в корнях и проростках пшеницы.

Наиболее высокое значение каталазной активности было у 4-суточных проростков пшеницы, стимулированных раствором лектина пшеницы с высокой концентрацией (10^{-2}М). Увеличение каталазной активности в корнях проростков пшеницы наблюдалось у 5 суточных растений пшеницы, обработанных лектином более высокой степени

разведения – 10^{-7}М. У 6-ти дневных проростков в корнях активность каталазы была выше, чем у растений пшеницы как в варианте с Эпином, так и в контроле.

О результате продукционного процесса в целом, как правило, судят по количеству и качеству урожая. Результаты полевых исследований показали, что урожайность яровой пшеницы сорта Дарья, на участке с использованием лектинсодержащего препарата в концентрации $5*10^{-2}$% составила 31,19 ц/га, против 28,90 ц/га в контроле. Качество клейковины пшеницы удовлетворительно слабое: в контроле и опыте соответственно 82,5 и 80 у.е. Массовая доля клейковины в зерне пшеницы в контроле и опыте 28,8% и 31,2%, что соответствует второму классу качества. Таким образом, использование препарата из лектина пшеницы позволило увеличить содержание клейковины на 2,4%.

Выводы

Результаты проведенных исследований показали повышение ферментативной активности антиоксидантной системы защиты: пероксидазы и каталазы, а также усиление процессов роста растений на стадии проростков.

Обработка лектинсодержащим препаратом способствует не только количественному увеличению урожая зерна пшеницы, но и улучшает его качество.

Список литературы

1. Косенко Л.В. Сравнительная характеристика углеводсвязывающих свойств лектинов из семян бобовых растений // Физиология растений. – 2002. – Т.49, №5. – С.718-724.

2. Кириченко Е.В., Маличенко С.М. Влияние лектинов бобовых растений на проявление симбиотических свойств клубеньковыми бактериями в бобово-ризобиальном симбиозе // Физиология растений. - 2000.- Т.47, №2.- С.221-225.

3. Зубарева К.Ю., Прудникова Е.Г. Влияние биопрепаратов на начальные ростовые процессы семян сои// Вестник аграрной науки. - 2020. - № 5 (86). - С. 33-38.

4. Гагарина И.Н., Прудникова Е.Г., Павловская Н.Е. Биотехнологический подход к созданию и использованию лектинсодержащих препаратов// В сборнике: Материалы Третьего съезда Общества биотехнологов России имени Ю.А. Овчинникова. Москва – 2005 - С. 102.

5. Ответная реакция пшеницы на обработку почвенными метаболитами по накоплению гидроксикоричных кислот / А. А. Горьков, И. В. Яковлева, И. В. Горькова, Е. В. Костромичева // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения : Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский

государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 28-33. – EDN BBWLWT.

6. Эффективность внекорневой подкормки яровой пшеницы / А. А. Горьков, В. С. Сидоренко, И. В. Горькова [и др.] // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения : Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 359-364. – EDN YSUDUV.

7. Влияние биоорганических удобрений на структурные элементы продуктивности яровой пшеницы в условиях полевого опыта (2024-2025 гг.) / И. В. Горькова, К. А. Шатохин, А. А. Горьков, И. В. Яковлева // Биология в сельском хозяйстве. – 2025. – № 4(49). – С. 38-43. – EDN SFPJUK.

8. Исследование биоудобрения на основе ферментолизатов растительных отходов на морфометрические показатели яровой пшеницы на ранних стадиях развития / И. В. Горькова, Е. В. Костромичева, А. А. Горьков [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 4(64). – DOI 10.51419/202144408. – EDN MCLEVE.

Prudnikova E.G., Konoshina S.N.

EFFECT OF A LECTIN-BASED PREPARATION ON MORPHOGENESIS AND GROWTH PROCESSES OF SPRING WHEAT

Federal State Educational Establishment of Higher ProfessionalTraining "Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin"

Annotation. The article discusses the evaluation of the effectiveness of a lectin-based preparation for stimulating growth and optimizing the morphogenesis of spring wheat. The use of the preparation at the stage of pre-sowing seed treatment improved the starting performance of the crop: increased germination, accelerated the formation of the root system, and increased the biomass of seedlings. The identified patterns make it possible to select the optimal working concentration for field conditions. The obtained data can be used in the development of agricultural practices aimed at increasing the field germination and resistance of spring wheat to abiotic factors at the early stages of germination.

Keywords: lectin-containing preparation, antioxidant enzymes, yield.

РАЗДЕЛ 3. ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВЫХ ДОБАВОК

УДК 636.084.02

Гнеушева И.А., Солохина И.Ю., Горькова И.В., Лаптина Ю.А.

АМИНОКИСЛОТЫ – ОПТИМАЛЬНАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ВЫГОДНАЯ РЕЦЕПТУРА КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия
ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр "Немчиновка", р.п. Новоивановское, г. Москва., Россия

Аннотация. В статье показана эффективность применения кормовых аминокислот в кормлении сельскохозяйственных животных, включая птицу. Производство аминокислот – это высокотехнологичные научные процессы. Как элемент «точной настройки», кристаллические формы аминокислот способствуют снижению количества неусвоенного протеина, связаны с функциональным влиянием на здоровье кишечника животных, сокращают проценты ввода более дорогих белковых компонентов в кормах и напрямую влияют на уменьшение выбросов неусвоенного азота в окружающую среду.

Ключевые слова: инновационные продукты, аминокислоты, кормление, животноводство

Аминокислоты – органические соединения, которые имеют функциональную карбоксильную и аминную группу. Разнообразие этих соединений достаточно широко, известно около 500 аминокислот. [2].

Основная функция аминокислот - образование белков, участие в стимуляции энергетического обмена, регуляции кровообращения, метаболических процессах, а также в передаче наследственной информации в живых организмах [3].

Недостаточное обеспечение аминокислотами животного организма приводит к серьезным нарушениям жизненно важных функций организма, поэтому ведение эффективного животноводства в настоящее время невозможно без обращения пристального внимания к аминокислотному питанию животных [1].

Высокий потребительский спрос на продукцию животноводства в мире является основополагающим фактором активного развития сектора кормопроизводства и, соответственно, увеличения использования аминокислот в качестве кормовых добавок для кормления сельскохозяйственных животных.

Незаменимые аминокислоты должны поступать животным вместе с кормом. Дефицит хотя бы одной незаменимой аминокислоты замедляет синтез белка, снижает продуктивность животного, увеличивает риск развития заболевания, трудно поддающихся лечению (кетоз, ацидоз и др.) [4, 5].

Аминокислоты являются основными структурными единицами молекул белковых веществ. Аминокислоты или их производные входят в состав ферментов, гормонов, пигментов и других биологически активных веществ, играющих важную роль в пищеварительных и обменных процессах в организме. Таким образом, корма для животных должны содержать оптимальные количества как незаменимых, так и заменимых аминокислот.

В настоящее время в животноводстве наблюдается ситуация, что протеиновое кормление животных включает в себя использование недорогого и доступного растительного протеина, не являющегося полноценным с точки зрения незаменимых аминокислот. Использование в кормлении животного белка является дорогим.

В сложившейся зоотехнической практике рабочие кормовые рецепты для животноводства всегда рассчитываются с использованием синтетических форм аминокислот. Научные исследования подтверждают полное, 1005-е усвоение кристаллических форм аминокислот, чего нельзя сказать о протеин-связанных аминокислотах любого вида кормового сырья, где не существует полного усвоения.

Сегодня есть общие правила применения, баланса и уровня аминокислот в рационах животным, основанные на более высоких значениях для молодняка и более низких для старших возрастных групп, в оптимальном соотношении с энергией кормов.

Молодняк животных испытывает более высокую потребность в незаменимых аминокислотах. Организм должен получать достаточное количество главной лимитирующей кислоты с кормом для того, чтобы и другие аминокислоты могли эффективно использоваться для синтеза белка.

В тоже время для жвачных животных критерием биологической полноценности протеина является уровень распада аминокислот в рубце. Именно по этой причине в кормлении жвачных животных широкое применение находит использование защищенных форм аминокислот.

Самыми крупнотоннажными из аминокислот являются лизин и метионин. Россия обеспечена ими незначительно. В этой связи инвестиционные перспективы можно оценить весьма положительно.

Производство аминокислот – это высокотехнологичные научные процессы. А использование аминокислот в кормах для сельскохозяйственных животных, включая птицу, стало сегодня

неотъемлемой частью процесса формирования оптимальной и экономически выгодной рецептуры кормов. Как элемент «точной настройки», кристаллические формы аминокислот способствуют снижению количества неусвоенного протеина, связаны с функциональным влиянием на здоровье кишечника животных, сокращают проценты ввода более дорогих белковых компонентов в кормах и напрямую влияют на уменьшение выбросов неусвоенного азота в окружающую среду.

В настоящее время появляются на рынке новые кормовые высокобелковые концентраты – высокоэффективные продукты биотехнологического производств по глубокой переработке зерна, которые могут стать хорошим дополнением или альтернативой к различным схемам кормления с применением аминокислот.

Список литературы

1. Гнеушева И.А. Оптимизация состава природных сахаросодержащих сред для биосинтеза лизина микробными продуцентами / И. А. Гнеушева, А. В. Лушников, И. Ю. Солохина [и др.] // Биология в сельском хозяйстве. – 2025. – № 4(49). – С. 24-28.

2. Гнеушева И.А., Лушников А.В., Солохина И.Ю. Изучение белково-витаминного состава кормового комплекса на основе растительного сырья / Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: материалы VII международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. – Орел: Орловский ГАУ, 2024, с. 120

3. Гнеушева, И. А. Кормовые дрожжи - высокобелковый корм для сельскохозяйственных животных и птицы / И. А. Гнеушева, А. В. Лушников, И. Ю. Солохина // Пищевая индустрия в современных условиях: тренды и инновации : Сборник научных статей III Международной научно-практической конференции, приуроченной к празднованию 50-летия Орловского ГАУ 80-летия Победы в Великой Отечественной войне, Орел, 29 апреля 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, 2025. – С. 231-236.

4. Проворова Н.А. К вопросу о балансировании минерального питания животных /Н.А. Проворова, М.Е. Дежаткин //В сборнике: Кремний жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве. Материалы Национальной научно-практической конференции с Международным участием. Ульяновск, 2021 - С. 195-199.

5. Солохина, И. Ю. Эффективность применения кормового белково-витаминного комплекса в рационах телят симментальской породы / И. Ю.

Солохина, И. А. Гнеушева, А. В. Лушников // Биология в сельском хозяйстве. – 2026. – № 1(50). – С. 27-31.

Gneusheva I.A., Solokhina I.Yu., Gorkova I.V., Laptina Yu.A.

AMINO ACIDS – OPTIMAL AND ECONOMICALLY FAVORABLE FEED FORMULATION FOR ANIMAL HUSBANDRY

N.V. Parakhin Orel State Agrarian University, Orel, Russia
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center "Nemchinovka", Novoivanovskoye settlement, Moscow, Russia

Abstract. The article shows the effectiveness of using feed amino acids in feeding farm animals, including poultry. Production of amino acids is a high-tech scientific process. As an element of "fine-tuning", crystalline forms of amino acids help to reduce the amount of undigested protein, have a functional effect on the health of the animal's intestines, reduce the percentage of more expensive protein components in feed, and directly contribute to reducing the release of undigested nitrogen into the environment.

Keywords: innovative products, amino acids

УДК 636.084.02

Гнеушева И.А., Солохина И.Ю., Лушников А.В., Лаптина Ю.А.

ОБОСНОВАНИЕ БАЛАНСИРОВАНИЯ КОРМОВЫХ РАЦИОНОВ КРС ПО АМИНОКИСЛОТАМ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия
ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр "Немчиновка", р.п. Новоивановское, г. Москва., Россия

Аннотация. В статье обосновано применение в кормовых рационах КРС, особенно высокопродуктивных пород, добавок аминокислот в защищенной форме, позволяющих повысить продуктивность сельскохозяйственного животного. При этом, в настоящее время необходимы разработки биотехнологий получения этих форм добавок на основе, например, отходов сельскохозяйственного производства, позволяющих снизить себестоимость их получения и успешно конкурировать на рынке кормовых добавок не только в Росси и, но в других странах мира.

Ключевые слова: кормовые добавки, аминокислоты, защищенная форма, КРС

Балансирование кормового рациона крупного рогатого скота, особенно в условиях промышленного животноводства, позволяет компенсировать недостаток аминокислот, насытив организм животного необходимыми нутриентами тем самым предотвратив возникновение серьёзных болезненных состояний [2].

Используемый в кормлении КРС микробный протеин не всегда отличается высокой биологической ценностью по аминокислотному составу. Благодаря своевременному введению необходимых аминокислот в рацион можно не только повысить продуктивность, но и улучшить такие показатели как содержание белка в молоке, а также производственное количество молочного протеина [3].

Кроме этого, наличие в кормовом рационе необходимых аминокислот, например, метионина и холина, позволяет бороться с трудно поддающимся лечению заболевани1м в промышленном животноводстве – кетозом и ацидозом [1].

Кетоз и ацидоз возникает вследствие нарушения обмена веществ животных и требуют в лечении значительных средств и времени. Для того, чтобы снизить риск их возникновения, необходимо правильно разрабатывать кормовой рацион для животных с учетом потребности в конкретных аминокислотах [4, 5, 6].

Аминокислоты – необходимый материал для «строительства» тканей и молочного белка у коров. Их дефицит в настоящее время является распространённой проблемой в животноводстве. Обойтись в кормлении без них нельзя, так как недостаток этих веществ не позволяет использовать весь потенциал высокоудойных коров.

Основная сложность использования аминокислот в животноводстве является то, что в обычном виде аминокислоты легко подвергаются распаду в рубце и просто не успевают выполнить свою задачу. Для решения этой проблемы создаются защищенные формы аминокислот.

Наиболее важными аминокислотами для КРС являются метионин и лизин, так как именно они участвуют правильного синтеза белка в организме животного. Основную проблему вызывает разница в процентном соотношении этих аминокислот между транзитным протеином, поступающим в организм непосредственно из корма, и микробном протеине, проникающим из рубца. Именно в микробном содержание аминокислот существенного выше, что снижает эффективность усвояемости белка: место того, чтобы выполнить свою прямую задачу, формируя ткани и белок молока, он утилизируется в печени, что может привести к существенным проблемам в ее работе.

Для крупного рогатого скота наиболее важными аминокислотами являются:

- холин и метионин: в связке они препятствуют избыточному накоплению жира и вредных веществ в печени животного, а также выводит токсины и снижают уровень холестерина;

- лизин: улучшает процесс обмена веществ, а также благотворно влияет на кальциевый и глюкозный обмен, что особенно важно для дойных коров.

Для КРС существуют четко определенные нормы потребления аминокислот. Норма определяется по весу, а также по значению FCM: количеству молока в пересчете на 4% молочного жира. Так, для коров 600 кг живого веса нормы распределяются в следующей пропорции – FCM 0 - 28 г лизина и 9 г метионина в день, а FCM 45 – 179 г и 56 г соответственно.

Специализированные добавки с защищенными аминокислотами прекрасно справляются с целым рядом насущных кормовых задач. Среди наиболее продуктивных добавок можно выделить следующие:

- «Мековит» (компания Vetagro, Италия): содержит в своем составе холина хлорид, бетаин, витамины B_2, B_{12};

- «Рупрокол» (компания Vetagro, Италия): содержит в своем составе холина хлорид и пальмовое масло и др.

Биологическое действие добавки «Мековит» заключается в следующем:

- нормализуется липидный обмен в печени, улучшается расщепляемость накопленных жиров, улучшается молочная продуктивность;

- риск возникновения кетоза снижается на 17%, выбраковка по причине ке5тоза – на 50%;

- в молоке сокращается уровень соматических клеток;

- молочная продуктивность увеличивается на 7%;

- не нарушается процесс пищеварения, тем самым улучшается обмен веществ.

Биологическое действие добавки «Рупрокол» заключается в следующем:

- применяется при профилактике и лечении кетоза;

- регулирует работу ЖКТ;

- повышает качество молока по показателям белков и жиров;

- улучшает молочную продуктивность;

- улучшает воспроизводство;

- благотворно сказывается на обмене веществ.

Все добавки показывают высокую эффективность даже при небольшой дозировке. Они совместимы с любыми ингредиентами кормов, другими кормовыми добавками и лекарственными препаратами. Противопоказаний к применению не установлено.

Кормовые добавки для коров в защищенной форме (КДЗФ) разработаны таким образом, чтобы проходить через рубец, не подвергаясь воздействию его микробиоты, высвобождая биологически активные вещества в тонком кишечнике. Это позволяет значительно повысить эффективность усвоения питательных веществ, особенно аминокислот, жиров и микроэлементов, дефицитных для высокопродуктивных особей.

Для предотвращения быстрого распада и всасывания в рубце питательных и эссенциальных компонентов применяются различные технологии производства кормовых добавок:

– инкапсуляция, которая подразумевает покрытие мелких частиц защитной оболочкой, устойчивой к воздействию кислоты и ферментов;

– микрогранулирование — объединение ингредиентов в гранулы, повышающее устойчивость к разрушению;

– химическая модификация путем изменения химической структуры соединений, что замедляет процессы гидролиза при движении химуса по желудочно-кишечному тракту;

– физическая модификация (проводится путем фильтрации, кристаллизации, разделения на фракции с применением химических растворителей и без);

– применение соединений, ступенчато высвобождающих активные компоненты добавки за счет полимеризации и насыщения химических связей.

Нами обосновано, что в кормовые рационы КРС, особенно высокопродуктивных пород, необходимо вводить кормовые добавки аминокислот в защищенной форме, позволяющие повысить продуктивность сельскохозяйственного животного. При этом, в настоящее время необходимы разработки биотехнологий получения этих форм добавок на основе, например, отходов сельскохозяйственного производства, позволяющих снизить себестоимость их получения и успешно конкурировать на рынке кормовых добавок не только в Росси и, но в других странах мира.

Список литературы

1. Гнеушева И.А. Оптимизация состава природных сахаросодержащих сред для биосинтеза лизина микробными продуцентами / И. А. Гнеушева, А. В. Лушников, И. Ю. Солохина [и др.] // Биология в сельском хозяйстве. – 2025. – № 4(49). – С. 24-28.

2. Гнеушева И.А., Лушников А.В., Солохина И.Ю. Изучение белково-витаминного состава кормового комплекса на основе растительного сырья / Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: материалы VII международной научно-практической интернет-конференции по

актуальным проблемам в области биотехнологии. – Орел: Орловский ГАУ, 2024, с. 120

3. Гнеушева, И. А. Кормовые дрожжи - высокобелковый корм для сельскохозяйственных животных и птицы / И. А. Гнеушева, А. В. Лушников, И. Ю. Солохина // Пищевая индустрия в современных условиях: тренды и инновации : Сборник научных статей III Международной научно-практической конференции, приуроченной к празднованию 50-летия Орловского ГАУ 80-летия Победы в Великой Отечественной войне, Орел, 29 апреля 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, 2025. – С. 231-236.

4. Проворова Н.А. К вопросу о балансировании минерального питания животных /Н.А. Проворова, М.Е. Дежаткин //В сборнике: Кремний жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве. Материалы Национальной научно-практической конференции с Международным участием. Ульяновск, 2021 - С. 195-199.

5. Солохина, И. Ю. Эффективность применения кормового белково-витаминного комплекса в рационах телят симментальской породы / И. Ю. Солохина, И. А. Гнеушева, А. В. Лушников // Биология в сельском хозяйстве. – 2026. – № 1(50). – С. 27-31.

6. Подбор состава питательной среды и условий культивирования Saccharomyces cerevisiae - продуцента кормового белка / И. В. Горькова, И. А. Гнеушева, А. В. Лушников, И. Ю. Солохина // Биология в сельском хозяйстве. – 2025. – № 1(46). – С. 6-11. – EDN DQRXLX.

Gneusheva I.A., PhD, Solokhina I.Yu., Lushnikov A.V., Laptina Yu.A.

JUSTIFICATION OF AMINO ACID BALANCING OF CATTLE FODDER DIETS

N.V. Parakhin Orel State Agrarian University, Orel, Russia
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center "Nemchinovka", Novoivanovskoye settlement, Moscow, Russia

Abstract. The article substantiates the use of amino acid supplements in a protected form in the feed rations of cattle, especially high-yielding breeds, which allows to increase the productivity of the farm animal. At the same time, it is currently necessary to develop biotechnologies for obtaining these forms of additives based, for example, on agricultural waste, which will allow to reduce the cost of their production and successfully compete in the market of feed additives not only in Russia, but also in other countries of the world.

Keywords: feed additives, amino acids, protected form, cattle.

УДК 577.1:579.6:636.085

Ивушкина Н.В., Трудко А.В.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭТАП ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВЫХ ДОБАВОК

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрены особенности микробиологического синтеза аминокислот как ключевого этапа производства кормовых добавок. Проанализированы основные методы получения аминокислот с использованием микроорганизмов, механизмы регуляции их биосинтеза и условия ферментации. Особое внимание уделено промышленному производству таких аминокислот, как лизин, глутаминовая кислота и триптофан, а также их значению в кормлении сельскохозяйственных животных. Показано, что применение биотехнологических методов позволяет повысить эффективность кормов и продуктивность животноводства.

Ключевые слова: аминокислоты, микробиологический синтез, биотехнология, ферментация, лизин, кормовые добавки, микроорганизмы, продуктивность животных

Аминокислоты являются важнейшими компонентами белков и играют ключевую роль в обмене веществ живых организмов. В животноводстве особое значение имеют незаменимые аминокислоты, дефицит которых в кормах приводит к снижению продуктивности сельскохозяйственных животных. В связи с этим актуальным является разработка эффективных методов их получения, среди которых ведущую роль занимает микробиологический синтез. [1]

Микробиологический синтез аминокислот основан на способности микроорганизмов накапливать продукты метаболизма в культуральной среде. В качестве продуцентов используются бактерии родов Corynebacterium, Brevibacterium, Bacillus и др. [2] Биосинтез аминокислот осуществляется в условиях глубинной аэробной ферментации с использованием углеродсодержащих субстратов (глюкоза, меласса) и источников азота (аммонийные соли, мочевина).

Одним из ключевых факторов, определяющих эффективность процесса, является регуляция биосинтеза аминокислот. В клетке микроорганизма действует механизм обратной связи, при котором избыточное накопление конечного продукта ингибирует активность ферментов, участвующих в его синтезе. Для преодоления данного ограничения в промышленной биотехнологии применяются мутантные

штаммы с нарушенной системой регуляции, обеспечивающие сверхсинтез целевых аминокислот. [3]

Наибольшее промышленное значение имеют такие аминокислоты, как лизин, глутаминовая кислота и триптофан. Лизин широко используется в качестве кормовой добавки для балансирования рационов животных, особенно при кормлении зерновыми культурами, бедными данной аминокислотой. Глутаминовая кислота применяется как в кормовой, так и в пищевой промышленности, а триптофан играет важную роль в регуляции физиологических процессов. [4]

Процесс промышленного получения аминокислот включает несколько стадий (Рисунок 1): подготовку посевного материала, ферментацию, отделение биомассы, очистку и выделение целевого продукта. [5] Максимальный выход аминокислот достигается при переходе культуры из фазы активного роста в стадию стационарного состояния, что требует строгого контроля параметров среды.

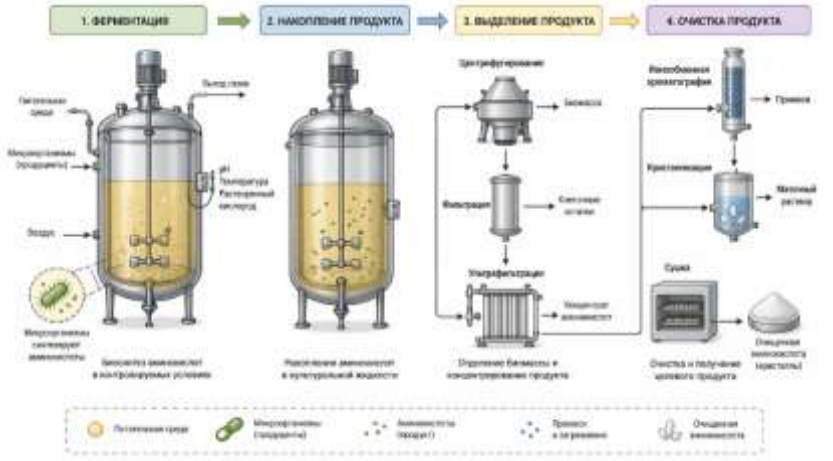


Рисунок 1 – Схема микробиологического синтеза аминокислот в биореакторе.

Микробиологический синтез аминокислот является ключевым этапом производства кормовых добавок, позволяющим получать биологически активные вещества в промышленном масштабе. Использование таких добавок способствует повышению усвояемости кормов, улучшению обмена веществ и увеличению продуктивности животных. Таким образом, развитие биотехнологических методов синтеза аминокислот имеет важное значение для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства.

Список литературы

1. Патент № 2346038 C2 Российская Федерация, МПК C12N 1/21, C12N 15/09, C12N 1/20. Способ ферментативного получения аминокислот и производных аминокислот из семейства фосфоглицератов: № 2003122076/13: заявл. 18.07.2003: опубл. 10.02.2009 / Т. Майер; заявитель Ваккер Хеми АГ.
2. Яшин Н. В. Разработка методов синтеза аминокислот циклопропанового ряда – конформационно-жестких и биоизостерных аналогов природных аминокислот: специальность 02.00.03 "Органическая химия»: диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук / Яшин Николай Владимирович, 2017. – 323 с.
3. Патент № 2093999 C1 Российская Федерация, МПК A23K 1/00, A23K 1/16, A23K 1/20. Способ получения кормовой добавки и кормовая добавка для сельскохозяйственных животных: № 94008622/13: заявл. 16.03.1994: опубл. 27.10.1997 / Б. Вольфрам, Л.Д. Франц, Х. Ульрих [и др.].
4. Патент № 2138968 C1 Российская Федерация, МПК A23K 1/14, A23K 1/17. Способ получения кормовой добавки и кормовая добавка: № 93057192/13: заявл. 17.12.1993: опубл. 10.10.1999/Б. Ш. Мэри, В. В. Питер; заявитель Эли Лилли энд Компани.
5. Ресурсосберегающая установка для получения пиролизного топлива / Ю. Н. Рыжов, Т. С. Боварь, Д. И. Крылов, А. В. Трудко // Профессия инженер: Сборник статей по материалам XI Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Орел, 14 апреля 2023 года / Под общей редакцией А.Л. Севостьянова. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2023. – С. 299-304.

Ivushkina N.V., Trudko A.V.

MICROBIOLOGICAL SYNTHESIS OF AMINO ACIDS AS A KEY PROCESS IN FEED ADDITIVE PRODUCTION

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University N.V. Parakhina»

Abstract. The article examines the features of microbiological synthesis of amino acids as a key stage in the production of feed additives. The main methods for obtaining amino acids using microorganisms, the mechanisms of regulation of their biosynthesis, and fermentation conditions are analyzed. Particular attention is paid to the industrial production of such amino acids as lysine, glutamic acid, and tryptophan, as well as their importance in feeding farm animals. It is shown that the use of biotechnological methods makes it possible to increase feed efficiency and livestock productivity.

Key words: amino acids, microbiological synthesis, biotechnology, fermentation, lysine, feed additives, microorganisms, animal productivity.

УДК 636.084.4

Комоликова И.В., Комоликов А.С.

БИОТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье представлен обзор современных биотехнологических подходов в производстве кормов для сельскохозяйственных животных. Рассматриваются ключевые направления: использование ферментных препаратов, пробиотических и пребиотических добавок, разработка альтернативных источников белка.

Ключевые слова: биотехнологические подходы в производстве кормов, ферментные препараты, пробиотики, пребиотики, альтернативные источники белка.

Введение. Перед современным птицеводством стоит ряд взаимосвязанных проблем: растущий спрос на высококачественную продукцию на фоне ограниченности кормовых ресурсов, необходимость сокращения себестоимости при сохранении качества и безопасности продукции, а также повышение требований к экологической устойчивости производства. Традиционная система кормопроизводства, опирающаяся на антибиотики и синтетические стимуляторы роста, в значительной степени себя исчерпала, поскольку связана с риском формирования антибиотикорезистентности и накопления вредных веществ в продукции [1-3].

Биотехнологии предоставляют принципиально иные возможности, позволяющие повысить эффективность использования кормов, улучшить здоровье животных и уменьшить экологический след производства.

Ферментные препараты. Ферменты являются биологическими катализаторами, ускоряющими химические реакции расщепления питательных веществ [4]. В отличие от антибиотиков, ферментные препараты не оказывают прямого антимикробного действия, но создают условия для оптимального функционирования пищеварительной системы и кишечной микробиоты

Ключевым трендом последних лет является переход от простых ферментных композиций к комплексным препаратам, сочетающим ферментативную активность с пробиотическими свойствами. Примером такого подхода служит разработка российских ученых – препарат «Натуфорт», представляющий собой ферментативный пробиотик (штамм микроорганизма *Enterococcus spp*.) в комбинации с комплексом ферментов, обладающих целлюлазной, ксиланазной, амилолитической и β-глюканазной активностью [5]. Уникальность данного препарата

заключается в том, что ферментные комплексы штамма бактерии, в отличие от чистых единичных ферментов, воздействуют на различные компоненты структурной клетчатки корма как растворимые, так и нерастворимые. Это обеспечивает максимально полное расщепление растительного сырья и высвобождение питательных веществ. Особого внимания заслуживает тот факт, что сложные ферментные системы в составе пробиотика объединены в целлюлосомы – структуры, образующиеся на клеточной стенке целлюлозолитических бактерий. Эти выступы представляют собой стабильные ферментные комплексы, которые прочно связываются со стенкой бактериальной клетки, но при этом достаточно гибкие, чтобы эффективно взаимодействовать с расщепляемыми субстратами: целлюлозой, гемицеллюлозой и другими некрахмалистыми полисахаридами.

Проблема импортозависимости в сфере ферментных препаратов остается острой для России. По данным экспертов, российский рынок ферментных препаратов почти на 80% обеспечивается поставками из-за рубежа. В этой связи активизируются работы по созданию собственных технологий производства гидролитических ферментов. Сотрудниками отдела биотехнологии Федерального центра разработана технология биосинтеза кормовых гидролитических ферментов, на основе которой создана кормовая добавка «Амизим». Исследования подтвердили, что ферменты, входящие в состав препарата, при воздействии температуры до 90°С в течение 10 минут сохраняют высокую активность. Важно также отметить, что разработка не обладает эмбриотоксическим, тератогенным и мутагенным действием, что подтверждает её безопасность для животных [6].

Пробиотики. Пробиотики представляют собой живые микроорганизмы, которые при скармливании в адекватных дозах оказывают положительное воздействие на организм животного. Их использование в кормопроизводстве рассматривается как эффективная альтернатива антибиотикам, особенно в контексте глобальной проблемы роста антибиотикорезистентности. Пробиотические микроорганизмы продуцируют ферменты, расщепляющие сложные питательные вещества, а также создают неблагоприятные условия для развития патогенной микрофлоры за счёт выработки органических кислот и бактериоцинов [1, 2, 7, 8].

Особое положение среди пробиотических препаратов занимают спорообразующие бактерии рода Bacillus, в частности Bacillus subtilis. Данные микроорганизмы характеризуются высокой устойчивостью к неблагоприятным воздействиям — нагреванию, высушиванию, низким значениям pH, что делает их идеальными компонентами комбикормов, подвергаемых гранулированию.

По мнению многих исследователей, спорообразующие пробиотики признаны наиболее эффективными для применения в технологии выращивания молодняка сельскохозяйственных животных и птицы. Основная масса бактерий в этих пробиотиках представлена спорами, благодаря чему они сохраняют жизнеспособность при воздействии разнообразных агрессивных факторов, проходят через кислую среду желудка и попадают в тонкий кишечник.

Пребиотики. К числу важнейших биологически активных веществ относятся пребиотики, занимающие одно из ведущих мест среди функциональных пищевых продуктов. Данная группа характеризуется способностью корректировать состав кишечной микрофлоры организма-хозяина. Пребиотики представляют собой вещества немикробного происхождения, оказывающие положительное влияние на организм за счёт избирательной стимуляции роста либо повышения метаболической активности нормальной кишечной микрофлоры [9].

Согласно современной классификации, к пребиотикам относят: олигосахариды (раффинозу, стахиозу, лактулозу); фруктоолигосахариды (инулин, олигофруктозу); маннаноолигосахариды; модифицированный крахмал; пектин; гемицеллюлозы; фруктаны; хитин; ксилоолигосахариды; арабиногалактоолигосахариды; изомальтоолигосахариды; изомальтулозу; галактоолигосахариды; гентиоолигосахариды; циклодекстрины; палатинозу; ксилоглюкоолигосахариды; пищевые волокна; лектинаны; гетероглюканы и другие соединения.

Пребиотики являются компонентами корма, которые избирательно стимулируют рост и активность полезных микроорганизмов в кишечнике. В отличие от пробиотиков, пребиотики не требуют сохранения жизнеспособности микроорганизмов при хранении и технологической обработке, что служит их важным технологическим преимуществом [3, 7].

Биоконверсия вторичных ресурсов. Одним из приоритетных направлений биотехнологии кормов является использование вторичных ресурсов пищевой и перерабатывающей промышленности. В Казахстане разрабатывается технология производства высокопитательных комбикормов с пробиотическим эффектом, основанная на использовании мультибелкового сырья животного происхождения, включая отходы мясоперерабатывающей промышленности: мясокостную, кровяную и костную муку, а также гидролизаты [10]. Как отмечают разработчики, данные компоненты являются источником полноценного белка, незаменимых аминокислот и минеральных веществ. Разрабатываемая технология учитывает особенности переработки сырья с различными физико-химическими характеристиками и направлена на оптимизацию процессов измельчения, дозирования и смешивания, что позволяет обеспечить однородность и безопасность комбикормов.

Использование нетрадиционного сырья. Интересной инновационной разработкой является создание кормовой добавки на основе ферментированной хвои. Студентка Томского государственного университета Эмили Кляйн разработала добавку VitaFir, в которой хвоя перерабатывается молочнокислыми бактериями с помощью анаэробной ферментации [11].

Ключевое преимущество этой технологии заключается в том, что в процессе брожения специальные штаммы молочнокислых бактерий выполняют две функции: во-первых, естественным путем расщепляют вредные смолы, повышая биодоступность витаминов; во-вторых, сами продуцируют молочную кислоту, которая консервирует продукт и придает ему пробиотические свойства.

Добавки с использованием хвои способны улучшать показатели крови животных, повышать надои и сокращать сервис-период, что подтверждает перспективность данного направления.

Синбиотики и постбиотики. В числе перспективных направлений – создание синбиотических препаратов, сочетающих пробиотики и пребиотики, а также постбиотиков (метаболитов пробиотических микроорганизмов, обладающих биологической активностью).

Особую актуальность приобретают исследования влияния синбиотиков на продуктивность, жизнеспособность и сохранность птицы. Это связано с необходимостью поиска компонентов, которые при совместном применении с пробиотиками (на основе различных штаммов) усиливали бы эффективность других биологически активных добавок — витаминно-минеральных премиксов, комплексных препаратов, включающих витамины и аминокислоты, фитодобавок и других. [12, 13].

Заключение. Биотехнологии в производстве кормов для животных представляют собой динамично развивающуюся область, объединяющую достижения микробиологии, генетики, биохимии и инженерных наук.

В России активно развиваются научные исследования и практические разработки в области биотехнологии кормов. Создаются новые ферментные препараты, пробиотики и пребиотики, разрабатываются технологии глубокой переработки кормового сырья. Вместе с тем сохраняется высокая зависимость от импорта ферментных препаратов, что требует дальнейшего развития отечественной производственной базы.

Приоритетными направлениями на перспективу являются: создание синтетических микробных консорциумов, разработка технологий направленной модификации микробиома животных, использование геномных технологий для совершенствования кормовых культур, развитие систем точного кормления на основе анализа индивидуальных потребностей животных.

Список литературы

1. Абрамов П.Н., Петрова Ю.В., Рябчик М.П. Влияние пробиотика на мясные качества и безопасность мяса бройлеров // Эффективное животноводство. 2025. № 2 (199). С. 86-88.

2. Епимахова Е.Э., Растоваров Е.И., Самокиш Н.В. Влияние пробиотиков на баланс питательных веществ цыплят-бройлеров // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3 (14). С. 63-70.

3. Околелова Т.М., Енгашев С.В. Научные основы кормления и содержания сельскохозяйственной птицы: монография. М.: РИОР, 2021. 439 с.

4. Саммыева А.С. Ферменты: структура, классификация и роль в биохимических процессах // Наука и мировоззрение. 2025. № 45. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fermenty-struktura-klassifikatsiya-i-rol-v-biohimicheskih-protsessah (дата обращения: 21.04.2026).

5. Вершина эволюции ферментных препаратов / Е.А.Йылдырым, Г.Ю.Лаптев, Л.А.Ильина [и др.] // Сельскохозяйственные вести. 2024. № 4. С. 20-23.

6. Баранов А.О., Куценогий П.К., Новикова Т.С. Перспективы импортозамещения ферментов и ферментных препаратов в сельском хозяйстве и промышленности россии // ЭКО. 2023. №2 (584). С. 34-45.

7. Шацких Е.В., Галиев Д.М., Нуфер А.И. Продуктивность бройлеров при замене в рационе кормовых антибиотиков на ростостимулирующие кормовые добавки // Птица и птицепродукты. 2019. №6. С. 26-28.

8 The use of probiotics in animal feeding for safe production and as potential alternatives to antibiotics / M.M.J. Arsène [et al.] // Veterinary World. 2021. Vol. 14(2). P. 319-328.

9. Скворцова Л.Н. Использование пребиотических препаратов - реальный путь выращивания здорового молодняка // URL: https://pticainfo.ru/article/ispolzovanie-prebioticheskikh-preparatov-realnyy-put-vyrashchivaniya-zdorovogo-molodnyaka/

10. Технологию производства высокобелковых кормов разрабатывают в Казахстане // URL: https://eldala.kz/novosti/zhivotnovodstvo/24452-tehnologiyu-proizvodstva-vysokobelkovyh-kormov-razrabatyvayut-v-kazahstane

11. Студентка ВИША ТГУ разработала кормовую добавку из хвои для КРС // URL: https://news.tsu.ru/news/studentka-visha-tgu-razrabotala-kormovuyu-dobavku-iz-khvoi-dlya-krs/

12. Оценка эффективности действия синбиотика на микробиом кишечника цыплят-бройлеров в условиях промышленной птицефабрики / И.И. Кочиш, О.В. Мясникова, И.Н. Никонов [и др.] // Птицеводство. 2023. №6. С. 29-34.

13. Буяров В.С., Метасова С.Ю. Эффективность применения синбиотикА «ПроСтор» в птицеводстве // Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. 2019, Т. 161, кн. 3. С. 408-421.

Komolikova I.V., Komolikov A.S.

BIOTECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF FEED FOR FARM ANIMALS

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin"

Abstract. The article presents an overview of modern biotechnological approaches in the production of feed for farm animals. The key areas are considered: the use of enzyme preparations, probiotic and prebiotic additives, and the development of alternative protein sources.

Key words: biotechnological approaches in feed production, enzymatic preparations, probiotics, prebiotics, alternative sources of protein.

УДК 636.086.782

Мирошниченко И.В., Сопина Д.Д., Железцова К.О., Абрамович Е.И.

ДРЕВЕСНЫЕ ОТХОДЫ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»

Аннотация. В статье рассмотрен потенциал использования отходов деревоперерабатывающих производств в качестве сырья для биотехнологического производства. На основе обзора литературы предложена схема получения кормовых добавок (белкового и белково-ферментного препаратов) на основе гидролизатов древесины. Использование в качестве продуцентов плесневых грибов *Trichoderma reesei* и *Fusarium graminearum* позволит сократить объем отходов при производстве целевых продуктов.

Ключевые слова: древесные отходы, утилизация отходов, кормовая добавка, плесневые грибы.

В России ежегодно образуется до 30 млн тонн древесных отходов, которые оказывают значительное влияние на окружающую среду, затрагивая атмосферу, водные объекты, почву и здоровье человека. Основные проблемы связаны с образованием отходов, их утилизацией, выбросами в процессе производства и воздействием на экосистемы [1, 3,

5]. К возможным способам минимизации негативного воздействия древесных отходов на окружающую среду можно отнести:

• утилизацию и переработку отходов – их можно использовать для получения энергии (например, в котельных), производства новых материалов (ДСП, композитов), компостирования;

• использование экологически чистых технологий – например, водорастворимых красителей и клеев, замкнутых циклов водоснабжения, систем очистки воздуха;

• ответственное лесопользование – выборочная рубка, посадка новых деревьев, контроль за состоянием лесов помогают снизить негативное воздействие на окружающую среду;

• очистка сточных вод, особенно содержащих химические загрязнители (например, формальдегид);

• контроль за выбросами – использование систем аспирации, очистка воздуха, соблюдение технологических регламентов позволят минимизировать загрязнение [3, 7, 9, 11].

Таким образом, эффективное управление отходами деревообработки и внедрение экологически безопасных технологий позволяют снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Наряду с компостированием возможны и другие способы переработки древесных отходов с использованием методов биотехнологии. Они отличаются безопасностью для человека и окружающей среды, так как для своей реализации не требуют экстремальных условий – использования повышенных температур и давления, опасных веществ и высоких концентраций реагентов. Еще одним преимуществом является экономия ресурсов (энергии и реагентов). Например, в природе деструкцию целлюлозы и лигнина осуществляют высшие и микроскопические грибы. Для деструкции древесного сырья в условиях предприятий, как правило, используют кислотный или щелочной гидролиз как предварительную обработку. Следующим этапом могут быть как раз методы биотехнологии, позволяющие получить ценные конечные продукты – удобрения, кормовой белок, биологические средства защиты растений, ферментные препараты, органические кислоты, витамины и др.

Внедрение методов биотехнологии позволяет реализовать глубокую переработку древесных отходов, что отвечает современным тенденциям ресурсосбережения, и получить хозяйственно ценные продукты, максимально сократив объем отходов.

Цель данной работы – на основе литературных данных разработать технологическую цепочку утилизации богатых целлюлозой отходов с использованием методов биотехнологии с получением хозяйственно ценных продуктов – кормовых добавок (ферментно-белкового препарата и микопротеина).

На каждом этапе реализации проекта предусмотрено использование методов биотехнологии (за исключением предобработки сырья и выделения сахаров): ферментативный гидролиз с использованием ферментных препаратов микробного происхождения, поверхностная твердофазная ферментация лигнина с получением кормовой добавки – ферментного препарата, глубинная ферментация раствора сахаров с получением белковой кормовой добавки – микопротеина.

Преимущество технологий конечных продуктов – в максимально возможном сокращении объемов отходов, особенно твердых. Кормовые добавки представляют собой измельченный «корж», состоящий из частиц питательной среды, оплетенной мицелием плесневого гриба-продуцента, и сухой остаток после выпаривания влаги из культуральной жидкости.

Содержание проекта. В качестве сырья для глубокой переработки предложены опилки осины. Выход длинноволокнистой целлюлозы из осины ниже, чем из хвойных пород. В ее древесине содержится от 56,4 до 65,9 % полисахаридов. При этом содержание легко- и трудногидролизуемых полисахаридов – соответственно 20,3–26,5 и 39,4–44,0 %; содержание гемицеллюлоз – 24,5 % от массы абсолютно сухой древесины. Лигнина, пентозанов и экстрактивных веществ в ней содержится соответственно 21,3, 22,5 и 1,5 %.

Лиственная древесина содержит большое количество более чувствительная к конечной температуре варки, чем хвойная, и требует более низкой температуры варки (не выше 150–160°С). Минимальная продолжительность заварки осиновой древесины составляет около 0,5 ч. Растворение лигнина древесины осины начинается уже при 100–105°С. Гидролиз же древесины хвойных пород требует более жестких условий, вследствие чего образуется большее количество фурфурола, являющегося токсичным для микроорганизмов, и дальнейшее расщепление промежуточных продуктов требует их более тщательного разделения, а следовательно, дополнительных затрат [10].

Этап 1 – предобработка. Для получения пентоз-насыщенного раствора сахара (преимущественно ксилозы и арабинозы) из древесной щепы будет применен кислотный гидролиз в аппарате перколяционного типа. Древесные отходы предварительно будут измельчены на щепорезе до размера частиц примерно 3–5 мм. Сырье будет замочено в растворе с низкой концентрацией серной кислоты, затем подогрето до 130°С под давлением 0,2 Мпа. Время обработки – 2 ч. Затем продукт будет быстро охлажден и отделен от остатков твердой фазы (лигнина и нерасщепленной целлюлозы) посредством сепаратора [6, 8].

Конечные продукты этапа представляют собой раствор, богатый моносахарами (ксилозой и арабинозой), пригодный для дальнейшего

использования в различных производственных процессах, а также твердую фракцию – лигнин и нерасщепленную целлюлозу.

Этап 2 – ферментативный гидролиз. В предварительной емкости с водой будут смешаны сухие ферментные препараты (содержащие целлюлазу, гемицеллюлазы, амилазу, пектиназы), в реактор вручную будет загружено подготовленное сырье, с помощью насоса будет введен раствор фермента. Условия проведения: подогрев до +40+45°С, давление атмосферное, оптимум pH – 4,0–5,0, соотношение воды и перерабатываемого сырья – 0,8:1. Норма ввода ферментов (в сумме) – 20 г/т сырья (масса твердой фракции, полученной после предподготовки).

Ферменты последовательно расщепляют целлюлозу до глюкозы (целлюлоза→фрагменты→целлобиоза→глюкоза); гемицеллюлозу, крахмал – до С-5- и С-6-сахаров, пектин – до С-5- и С-6-сахаров и уксусной кислоты.

Результатом ферментативной обработки является образование двух типов продуктов: растворимая фракция – содержит свободные сахара (глюкозу), пригодные для дальнейшей переработки (производство этанола, органических кислот и других продуктов биохимического синтеза); осадок – включает частично деградированные фрагменты лигнина и несостоявшиеся остатки целлюлозы и гемицеллюлозы [12].

По окончании гидролиза продукт разделяется на твердую и жидкую фракцию при помощи фильтр-пресса.

Этап 3 – очистка С-5- и С-6-сахаров производится путем ультрафильтрации на мембранном аппарате.

Этап 4-1 – получение кормовой добавки – ферментного препарата. Для получения кормовой добавки (ферментного препарата) в качестве продуцента выбран плесневый гриб *Trichoderma reesei*. Он синтезирует комплекс гидролитических ферментов, включая целлюлазы, ксиланазы и β-глюканазы, которые способствуют разрушению целлюлозы и гемицеллюлоз.

Культивирование будет происходить на твердой питательной среде, в основе которой – гидролизный лигнин, обогащенный раствором С-5-сахаров, полученных на предыдущих этапах. Дополнительные компоненты – кукурузный экстракт, сульфаты аммония и магния, монофосфат калия. Использование С-5 сахаров обеспечит эффективное вовлечение гемицеллюлозной фракции сырья в биоконверсию, что повысит экономическую эффективность процесса.

Исходная влажность среды – 58–60 %, температура культивирования – 28–30°С, pH среды – 4,5–5,0, аэрация – 1–2 объема воздуха на объем среды в минуту; общая продолжительность – 48–72 ч. В течение первых 10–12 ч конидии прорастают при 28°С. В последующие 14–18 ч и далее процессы метаболизма ослабевают, но синтез ферментов

еще продолжается; происходит быстрый рост мицелия, усиливается термогенез, аэрация будет максимальной (до 60 объемов стерильного воздуха на объем камеры/ч). Для предотвращения высыхания конидий влажность воздуха повысится практически до 100 %. Полученный пек (скрепленные мицелием частицы среды) будет измельчен и подсушен до остаточной влажности около 10–12 % [2].

Одновременно с синтезом ферментов происходит накопление биомассы гриба, представляющей собой микробный белок (микопротеин), таким образом, получается кормовая ферментно-белковая добавка.

Этап 4-2 – получение белковой кормовой добавки – микопротеина. В проекте для производства микопротеина планируется использовать плесневый гриб *Fusarium graminearum*. В качестве источника углерода и энергии он использует глюкозу, способен расти при кислых pH, при которых подавляется рост бактерий, что снижает риск загрязнения культуры. Источником азота являются соли аммония.

Условия глубинного культивирования: температура – 30°С, аэрация среды, перемешивание с помощью пузырьков газа.

Получаемая суспензия с 1–2,5 %-ным содержанием микробной биомассы по сухому веществу будет подвергаться сгущению в несколько этапов и термообработке, в ходе которой в течение 10–40 мин при 75–90°С практически все клетки штамма-продуцента и сопутствующая микрофлора погибнут, а также разрушится РНК. Затем суспензия будет сгущена и высушена до остаточной влажности около 10 % [4]. Возможно гранулирование.

Заключение. Преимуществами предлагаемого проекта являются: мягкие условия предварительной подготовки (кислотного гидролиза) древесных отходов и переработки промежуточных продуктов (гидролиз с помощью раствора ферментов и плесневых грибов *Trichoderma reesei* и *Fusarium graminearum*), сокращение объема отходов – по окончании ферментации культура продуцента не отделяется от питательной среды, высушивается вместе с ней, измельчается и/или гранулируется и в таком виде реализуется.

Список литературы

1. Апанасюк А.В., Бельская Г.В. Воздействие предприятий деревообрабатывающей промышленности на окружающую среду // 72-я студенческая научно-техническая конференция Белорусского национального технического университета: сборник материалов. Минск: БНТУ, 2016. 18–21.

2. Биотехнология / Т.Г. Волова. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 1999. 252 с.

3. Влияние обработки древесины на экологию // Мебельная фабрика «Термодрево». URL: https://termodrevo.ru/vlijanie-obrabotki-drevesiny-na-jekologiju

4. Волова Т.Г. Введение в биотехнологию: учеб. пособие. Красноярск: ИПК СФУ, 2008. 183 с.

5. Зайцев В.А. Промышленная экология: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 382 с.

6. Зиатдинова Д. Ф., Сафин Р. Г., Просвирников Д. Б. Исследование влияния высокотемпературной обработки на свойства продуктов, полученных методом паровзрывного гидролиза лигноцеллюлозного материала // Вестник Казанского технологического университета. 2011. №12(14). С. 58–66.

7. Кислицына С.Н., Шитова И.Ю. Способы переработки отходов деревообрабатывающей промышленности: учеб. пособие. Пенза: ПГУАС, 2016. 140 с.

8. Корольков И.И. Перколяционный гидролиз растительного сырья. М.: Лесная промышленность, 1990. 272 с.

9. Промышленная аспирация и утилизация отходов деревообработки: технологии и оборудование // Extxe.com. URL: https://extxe.com/20922/ohrana-okruzhajushhej-sredy-na-derevoobrabatyva jushhih-predprijatijah/?ysclid=mno80oz7a825834115

10. Романов М.Е. Совершенствование технологии производства сульфатной целлюлозы из смеси березовой и осиновой древесины: дисс. … канд. техн. н. Архангельск, 2015. 102 с.

11. Штепа В.Н., Дубина А.В., Россоха Е.В. Формирование подходов минимизации негативного экологического воздействия сточных вод деревообрабатывающих производств на водные объекты // Прыроднае асяродде Палесся і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурсакарыстання: зборнік навуковых прац. Брэст: Альтернатива, 2025. С. 153–156.

12. Шубаков А. А., Михайлова Е. А., Мартынов В. В. Биоконверсия целлюлозосодержащего сырья. Ферментативный гидролиз целлюлозы (обзор литературы) // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2022. №4(56). С. 27–38.

Miroshnichenko I.V., Sopina D.D., Zheleztsova K.O., Abramovich E.I.

WOOD WASTE AS A RAW MATERIAL FOR PRODUCING FEED ADDITIVES

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin»

Abstract. This article examines the potential for using wood processing waste as a feedstock for biotechnology production. Based on a literature review, a process is proposed for producing feed additives (protein and protein-enzyme drugs) using wood hydrolysates. Using *Trichoderma reesei* and *Fusarium graminearum* as producers will reduce waste in the production of target products.

Keywords: wood waste, waste recycling, feed additive, mold fungus.

УДК 619:636.06

Дедкова А.И., Сергеева Н.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ПРИОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОРОСЯТ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», г. Орёл

Аннотация. *В статье изложены материалы исследований по применению настоев лекарственных растений для коррекции отъемного стресса поросят, а также* комплексного использования средств природного происхождения качестве стресс – корректоров. Настои лекарственных растений из листьев крапивы, подорожника, плодов шиповника и рябины применялись для нормализации обмена веществ и повышения общей иммунологической резистентности организма.

Ключевые слова: лекарственные растения, стресс, продуктивность свиней, сохранность поросят, среднесуточный прирост.

В нашей стране свиноводство традиционно считается одной из высокорентабельных животноводческих отраслей, позволяющая вести промышленное производство мяса с применением интенсивных технологий и получением в короткий срок реальных экономических результатов. Отрасль характеризуется высокой потребительской и энергетической ценностью производимой продукции, небольшими сроками выращивания поголовья на убой.

В настоящее время стрессы остаются актуальной проблемой животноводства. Они наносят большой экономический ущерб, складывающийся из потерь вследствие замедленного роста, снижения продуктивных качеств молодняка, увеличения заболеваемости, а также затрат, связанных с, проведением профилактических и лечебных мероприятий. Интенсивное ведение животноводства предполагает учет физиологических возможностей организма животных на всех этапах их индивидуального развития [1].

Особенно много различных неблагоприятных стресс-факторов в свиноводстве. Отъем служит особенно сильным стрессором для поросят, включающим отлучение от матери и формирование новых групп, перевод животных в другое помещение, переход от материнского молока на новый состав рациона, изменение микроклимата, вакцинацию и др.

Комплекс реакций, возникающих в ответ на дестабилизирующее воздействие стрессоров и направленных на сохранение гомеостаза и жизни поросят во многом определяется уровнем, запасом и мобильностью резистентности организма животных. Поэтому их профилактика, в первую очередь, должна быть направлена на повышение уровня клеточных и гуморальных механизмов защиты [3,4].

Таким образом, поиск новых лекарственных средств для коррекции отъёмного стресса, а также комплексное использование средств природного происхождения и антиоксидантов в качестве стресс - корректоров имеет большое научное и практическое значение.

Цель исследований – повышение продуктивности и сохранности поросят-отъемышей в условиях отдельно взятого хозяйства.

Задачи исследования – изучить влияние выпаивания настоев различных трав на:

- ✓ рост и развитие поросят-отъемышей;
- ✓ сохранность поросят-отъемышей;
- ✓ откормочные качества подсвинков;

Согласно соответствующей схеме, были проведены научно-хозяйственные опыты (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта при отъёме в 60-ти дневном возрасте

группа	Кол-во животных, голов	Суточная доза настоя, мл			
		крапива	подорожник	шиповник	рябина
Контр.	4	-	-	-	-
1	4	45	-	-	-
2	4	-	20	-	-
3	4	-	-	45	-
4	12	-	-	-	45

Перед началом опытов поросят взвешивали, проводили клинический осмотр: определяли состояние кожного покрова и отдельных систем организма (дыхательной, сердечной, пищеварительной).

Было сформировано 5 групп животных, которые были аналогами по возрасту, породе и продуктивности родителей.

Поросятам-сосунам выпаивали настои различных растений за 20 дней перед отъёмом в возрасте 60 дней.

Для исследования подбирали клинически здоровых поросят-сосунов, разного пола, находящихся на подсосе, в возрасте 40 дней. Условия содержания и уровень кормления поросят в опытных группах были одинаковыми и соответствовали зоотехническим нормам.

Поросята контрольной группы не получали настоев витаминных растений, 1-ой опытной – получали настой из листьев крапивы, 2-ой опытной – настой из листьев подорожника, 3-ей опытной – настой из плодов шиповника и 4-ой опытной – настой из плодов рябины.

Микроклимат в помещении поддерживали путём подачи по системе воздуховодов подогретого атмосферного воздуха и локального обогрева (ИКУФ-1) новорождённых поросят. Параметры микроклимата поддерживали в пределах допустимых зоогигиенических норм. Таким образом, отрицательное влияние рациона и микроклимата на организм поросят исключалось.

Отъем поросят от свиноматки – это один из сложнейших процессов в жизни малышей, которые полностью переходят на питание кормами без добавки молока матери. В большинстве хозяйств распространена практика отлучать потомство от матери после достижения двухмесячного возраста. До этого срока отъем считается ранним и экономически необоснованным, так как для рациона малышей необходимы дорогостоящие молочные корма и концентраты высокого качества.

Поросята тяжело переносят отъем от свиньи, так как это сопровождается не только изменением рациона питания, но и определенным стрессом. Необходимо время, чтобы подготовить крох к столь серьезному событию. Подготовка к отъему происходит в несколько последовательных этапов [70].

Технология выращивания поросят отъемышей подразумевает питание крох не меньше 5 раз за сутки свежеприготовленной пищей, с соблюдением равных временных интервалов. Отъемыши на первых порах весьма чувствительны к желудочно-кишечным инфекциям, поэтому корм должен оставаться в загоне всего на полтора часа, затем оставшуюся пищу убирают. В качестве корма поросенок такого возраста употребляет все те продукты, которые постепенно вводились в качестве прикорма.

Молодняк на две недели оставляют в привычном загоне, чтобы минимизировать стресс от разлуки с матерью, затем его можно переводить в предназначенное для поросят место. Содержат отъемышей большими группами, до 25 голов, и только поросят, которые весят менее 16 кг в два месяца, соединяют в группы до 14 особей для увеличенного откорма.

Технология кормления молодняка рассчитана на суточную прибавку в весе 400 грамм. Рацион содержит рыбную, костную и травяную муку из люцерны и клевера, обязателен молочный обрат. С пятого дня после отъема суточную дозу корма постепенно увеличивают и через две недели доводят до 1,5 ЭКЕ на малыша.

Отъемышам дают дерть из овса и ячменя, отруби из пшеницы, муку из гороха. Обязательны в рационе вареные овощи – картофель, морковь и свекла. В летний период поросятам предлагают бобовые культуры вместе с ботвой.

Настои лекарственных растений из листьев крапивы, подорожника, плодов шиповника и рябины применяются для нормализации обмена веществ и повышения общей иммунологической резистентности организма.

В результате проведённых исследований установлено, что животные контрольной и всех опытных групп имели одинаковую живую массу при рождении (крупноплодность) (рис.1).

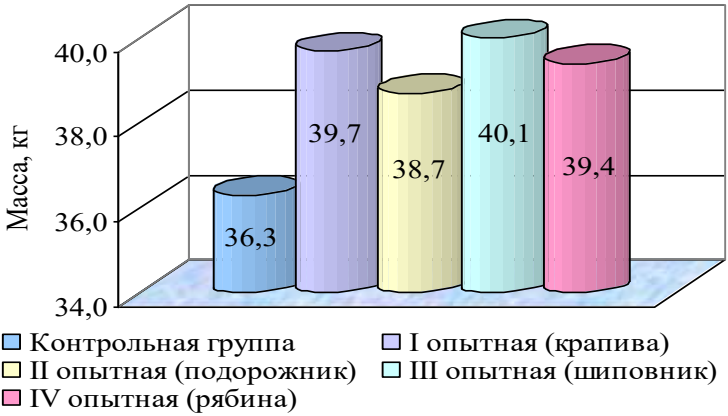


Рисунок 1 - Средняя масса одной головы в 4–х месячном возрасте, при отъёме поросят в 60 дней

Живая масса при рождении находилась в пределах от 1,04 кг во второй опытной группе до 1,09 кг – в контрольной группе.

Данные, приведённые в таблице 2, свидетельствуют о том, что средняя масса молодняка к отъёму у поросят всех групп была одинаковая (от 15,7 кг до 16,2 кг) как и средняя живая масса поросят-сосунов при рождении (1,04 – 1,09 кг).

Средняя масса поросят-отъёмышей к 4-х месячному возрасту в контрольной и опытных группах заметно различалась.

В контрольной группе поросята в среднем весили 36,3 кг, при получении поросятами настоя крапивы их масса увеличивалась на 9,4 % (P < 0,001), настоя подорожника – на 6,6 % (P < 0,05), настоя шиповника – на 10,5 % (P < 0,001) и настоя рябины – на 8,5 % (P < 0,01) больше (рис. 1).

Среднесуточные приросты, были выше у поросят, получавших настои крапивы (322,1 г) и шиповника (325,3 г). Наибольшим приростом отличались поросята 3-й опытной группы, получавшие настои шиповника. Их прирост был выше, по сравнению с поросятами контрольной, 1-й, 2-й и 4-й опытных группами на 31,9 г; 3,2 г; 11,5 г и 5,8 г соответственно или в среднем на 7,0% – 10,8% (рис.3).

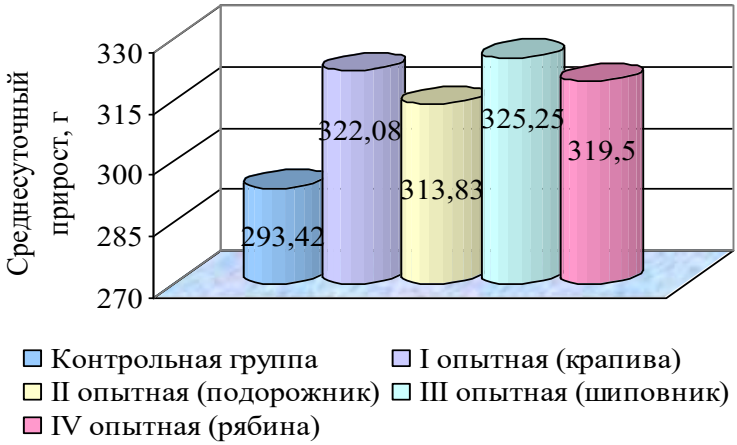


Рисунок 2 - Среднесуточные приросты поросят-отъемышей от рождения до 4-х месячного возраста, при отъеме поросят в 60 дней.

Сохранность поросят от отъёма до 4-х месячного возраста была более высокой в 1-ой (91,7%) и 3-ей (100%) опытной группах, а во 2-ой и 4-ой опытной группах сохранность поросят была равной показателю контрольной группы – 83,3%.

Объяснить полученные результаты можно наличием в плодах шиповника и листьях крапивы значительного количества витаминов и других биологических активных веществ, среди которых важнейшее значение для формирования защитных сил организма у молодняка имеют витамины А, Е и С, которые способствуют повышению жизнеспособности и снижению заболеваемости животных.

Наличие адаптогенного действия настоев крапивы, подорожника, шиповника и рябины проявляется повышением общей неспецифической сопротивляемости организма животных за счет влияния на стресс-

лимитирующие системы организма, улучшением темпов роста молодняка и, в конечном итоге, повышением их сохранности и продуктивности.

Таким образом, предполагается возможность за 20 дней до отъёма поросят использования настоев из лекарственных растений в качестве средств, повышающих сопротивляемость организма животных к действию различных стресс-факторов.

Применение настоев из лекарственных растений позволяет повысить сохранность и продуктивность поросят после отъема.

Список литературы

1. Дедкова, А. И. Изучение влияния лекарственных растений на интенсивность роста и откормочную продуктивность свиней / А. И. Дедкова, Н. Н. Сергеева, В. Н. Дедков // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1(28). – С. 48-49.

2. Дубцова Г.Н. Оценка биологически активных веществ сухого экстракта шиповника / Г.Н. Дубцова, И.У. Кусова, И.К. Куницына // Пищевая промышленность. - 2018. - № 5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-biologicheski-aktivnyh-veschestv-suhogo-ekstrakta-shipovnika (дата обращения: 03.05.202).

3. Клоуз В. Этот трудный послеотъемный период // Животноводство России. – 2007. - №9. – С. 31-33.

4. Dedkova A., Sergeyeva N. Application of feed additives derived from fermented spring wheat straw in broiler poultry farming. E3S Web of Conferences. III International Conference “Energy Efficiency and Energy Saving in Technical Systems” Vol. (279). No. (5). id.03015. 2021 DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127903015.

.

Dedkova A.I., Sergeyeva N.N.

INCREASING THE PRODUCTIVITY OF WEANING PIGS BY APPLICATION OF MEDICINAL PLANTS

Orel State Agrarian University Named After N. V. Parahin, Orel

Annotation. The article presents research materials on the use of herbal infusions to correct the weaning stress of piglets, as well as the integrated use of natural products as stress correctors. Infusions of medicinal plants from nettle leaves, plantain, rose hips and mountain ash were used to normalize metabolism and increase the overall immunological resistance of the body.

Keywords: medicinal plants, stress, productivity of pigs, safety of piglets, average daily gain.

УДК 574/577

Ярославкина Н.Ю., Яковлева И.В., Гнеушева И.А., Горькова И.В.

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ (ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЛАЖНОСТИ, РН) НА СКОРОСТЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. Скорость деструкции растительных остатков определяется совокупностью биотических и абиотических факторов, среди которых температура, влажность и pH выступают основными регуляторами активности микробных сообществ. Исследование закономерностей влияния данных факторов на процессы минерализации имеет фундаментальное значение для понимания механизмов функционирования почвенных экосистем, формирования плодородия почв и управления круговоротом углерода в условиях меняющегося климата. В статье рассматриваются современные представления о механизмах воздействия температуры, влажности и кислотности среды на скорость биодеструкции целлюлозосодержащих материалов, анализируются экспериментальные данные, по количественной оценке, эффектов абиотических факторов, особенности минерализации растительных остатков различного биохимического состава в зависимости от условий среды.

Ключевые слова. растительные остатки, температура, влажность, pH, целлюлоза, минерализация, микробные сообщества

Разложение растительного материала микроорганизмами – один из центральных процессов функционирования наземных экосистем, обеспечивающий замыкание круговорота биогенных элементов и поддержание почвенного плодородия. Ежегодно в мире образуется более 120 млн тонн растительных остатков сельскохозяйственных культур, большая часть которых подвергается микробной деструкции [1].

Скорость и направленность процессов биодеградации растительного материала определяются сложным взаимодействием биотических и абиотических факторов. Среди абиотических параметров температура, влажность и кислотность среды (pH) выступают основными регуляторами метаболической активности микробных сообществ-деструкторов.

Температурный режим непосредственно влияет на скорость ферментативных реакций, проницаемость клеточных мембран, растворимость субстратов и продуктов метаболизма. Влажность контролирует доступность воды как растворителя и среды для диффузии ферментов, определяет аэрацию субстрата и активность различных

физиологических групп микроорганизмов. Кислотность среды воздействует на ионизацию функциональных групп ферментов, структуру микробных клеток, растворимость питательных веществ и соотношение различных микробных групп в деструктивных сообществах.

Понимание механизмов и закономерностей влияния абиотических факторов на процессы микробной деструкции растительного материала имеет не только фундаментальное, но и прикладное значение. Оно необходимо для прогнозирования трансформации органического вещества в почвах, оптимизации технологий компостирования и биоконверсии органических отходов, управления плодородием в агроэкосистемах, оценки последствий климатических изменений для функционирования почвенного покрова [2].

Целью исследований была систематизация современных знаний о влиянии температуры, влажности и pH на скорость микробиологического разложения растительного материала на основе анализа результатов экспериментальных исследований.

Механизмы микробиологической деструкции растительного материала

Растительные остатки представляют собой сложный комплекс органических соединений различной биохимической природы и степени устойчивости к биодеградации. Основными компонентами растительного материала являются целлюлоза (15–45%), гемицеллюлозы (10–35%), лигнин (5–30%), пектиновые вещества (2–10%), белки (2–15%), липиды, зольные элементы [3].

Микробиологическое разложение растительных остатков осуществляется за счет гидролитической и окислительной активности разнообразных микробных сообществ. В процессе деструкции последовательно разлагаются легкодоступные (растворимые углеводы, крахмал, белки), среднедоступные (целлюлоза, гемицеллюлозы, пектины) и труднодоступные (лигнин, кутин, суберин) компоненты растительной биомассы [4].

Целлюлоза, составляющая структурную основу растительных клеточных стенок, разрушается комплексом целлюлолитических ферментов: эндоглюканазами, экзоглюканазами (целлобиогидролазами) и β-глюкозидазами, продуцируемыми бактериями (представители родов Cellulomonas, Bacillus, Clostridium) и микромицетами (Trichoderma, Aspergillus, Penicillium). Гемицеллюлозы гидролизуются ксиланазами, маннаназами и другими специфическими ферментами. Лигнин, обладающий наибольшей устойчивостью к биодеградации, разрушается преимущественно грибами белой гнили посредством окислительных ферментов (лакказы, пероксидазы) с участием низкомолекулярных медиаторов [5].

Влияние температуры на скорость микробиологической деструкции

Преимущественное разложение легкодоступных компонентов на начальных стадиях процесса может маскировать температурный отклик устойчивых соединений. После истощения лабильной фракции температурная чувствительность деструкции возрастает, особенно для медленно разлагаемых растительных остатков [8].

Оптимальный температурный диапазон для разложения целлюлозы составляет 20–35°C, при этом при температуре ниже 5°C и выше 45°C активность целлюлолитических микроорганизмов резко снижается. Однако в естественных условиях и при компостировании процессы деструкции могут протекать в более широком температурном интервале благодаря адаптации микробных сообществ и участию термофильных микроорганизмов при высоких температурах [9].

При культивировании целлюлозоразрушающих микроорганизмов на питательных средах отмечено, что повышение температуры инкубации с 20 до 30°C увеличивает скорость разложения целлюлозы в 1,5–2 раза. При дальнейшем повышении температуры до 40°C скорость возрастает еще на 20–30%, однако при 45°C и выше наблюдается резкое снижение целлюлолитической активности мезофильных штаммов.

Роль влажности в процессах биодеградации растительного материала

Оптимальная влажность для активной биодеградации растительного материала в почве соответствует 60–80% от полной влагоемкости, что обеспечивает баланс между доступностью воды и аэрацией субстрата. При влажности ниже оптимальной ограничивается диффузия субстратов и ферментов, снижается физиологическая активность микроорганизмов. При избыточном увлажнении нарушается газообмен, дефицит кислорода подавляет аэробные процессы, что приводит к замедлению деструкции и преобладанию анаэробных превращений [12].

При изучении разложения соломы с применением микробиологических препаратов-деструкторов показано, что наибольший эффект биопрепаратов проявляется при оптимальной для микробиоты влажности почвы. В условиях недостаточного увлажнения эффективность биопрепаратов снижается, так как ограничивается метаболическая активность внесенных микроорганизмов [6].

Интересно отметить, что увеличение влажности после кратковременной засухи может вызывать резкую активизацию микробной деструкции – так называемый «эффект увлажнения», когда вклад разложения растительной подстилки в общее почвенное дыхание возрастает с 5 до 37% [7].

Влияние pH на процессы микробной деструкции

Кислотность среды существенно влияет на процессы микробиологической деструкции растительного материала, воздействуя на структуру и активность микробных клеток, ионизацию функциональных групп ферментов, растворимость питательных веществ, состав микробных сообществ.

Большинство целлюлозоразрушающих бактерий проявляют оптимальную активность при нейтральных или слабощелочных значениях pH (6,5–7,5), тогда как многие целлюлолитические грибы активны в более широком диапазоне pH и могут функционировать при кислых значениях (pH 4,0–6,0). Высокая кислотность почвы (pH < 5,0) замедляет микробиологическую активность и процессы минерализации органического вещества [10].

В исследованиях на черноземных почвах показано, что известкование кислых почв (доведение pH с 5,0–5,5 до 6,0–6,5) способствует активизации микробных процессов и ускорению разложения растительных остатков. Убыль льняного полотна (метод аппликаций для оценки целлюлолитической активности почвы) на известкованных участках была на 15–20% выше, чем на контрольных [11].

При разработке технологий ускоренного компостирования растительных остатков и органических отходов установлено, что поддержание pH компостной массы в оптимальном диапазоне (6,5–7,5) за счет внесения кальцийсодержащих материалов улучшает условия для целлюлозоразрушающих микроорганизмов и ускоряет процессы биоконверсии.

Кислотность среды также влияет на соотношение различных физиологических групп микроорганизмов в деструктивных сообществах. При низких значениях pH возрастает роль грибов в процессах разложения, при нейтральных и щелочных – активизируются бактериальные сообщества, обеспечивающие более полную минерализацию органического вещества [12].

Взаимодействие факторов и особенности разложения различных типов растительного материала

При разложении растительных остатков различного происхождения в почве отмечена следующая последовательность по убыванию скорости деструкции: надземная масса и корни клевера (легкоразлагаемые) > листья осины (среднеразлагаемые) > солома и корни ячменя, тонкие корни и ветви деревьев (медленноразлагаемые). За 278 суток инкубации при 22°C и влажности 30% минерализация углерода составила 70–80% для клевера, 40–50% для листьев осины, 20–30% для соломы злаков и древесных остатков [8].

Степень измельчения растительного материала также влияет на скорость его разложения через изменение доступной поверхности для

микробной колонизации. Увеличение дисперсности растительных остатков в 2–3 раза (с частиц 10–20 мм до 2–5 мм) ускоряет процессы деструкции на 30–50% [13].

Результаты и обсуждения.

Знание закономерностей влияния абиотических факторов на скорость микробиологической деструкции растительного материала имеет важное прикладное значение для решения ряда практических задач.

В агрономической практике эти данные используются для оптимизации технологий заделки растительных остатков в почву. При необходимости ускорения разложения соломы и пожнивных остатков применяют биопрепараты-деструкторы в сочетании с азотными удобрениями (5 кг азота на 1 тонну соломы), обеспечивают оптимальное увлажнение и аэрацию почвы.

В технологиях компостирования органических отходов и производства органических удобрений регулирование температуры, влажности и pH компостной массы позволяет управлять скоростью и направленностью процессов биоконверсии, получать качественный компост за 2–3 месяца вместо 6–12 месяцев при традиционных методах.

При разработке стратегий адаптации сельского хозяйства к климатическим изменениям учитываются прогнозируемые изменения температурного и гидрологического режимов, их влияние на скорость минерализации органического вещества почв и баланс углерода в агроэкосистемах [14].

Список литературы

1. Ерёмин Д.И., Любимова А.В. К вопросу о целесообразности использования агрохимикатов, ускоряющих разложение послеуборочных остатков // Земледелие. 2025. № 3. С. 15–20.

2. Русакова И.В. Биопрепараты для разложения растительных остатков в агроэкосистемах // Juvenis scientia. 2018. № 9. С. 4–9.

3. Дедов А.А., Несмеянова М.А., Дедов А.В. Влияние темпов разложения растительных остатков на лабильное органическое вещество почвы и урожайность культур севооборота // Земледелие. 2017. № 4. С. 6–9.

4. Головацкая Е.А., Никонова Л.Г. Разложение растительных остатков в торфяных почвах олиготрофных болот // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 3 (23). С. 137–151. 5. Семенова М.В., Гусаков А.В., Телицин В.Д., Синицын А.П. Ферментативная деструкция целлюлозы: особенности кинетического взаимодействия литических полисахаридмонооксигеназ и индивидуальных целлюлаз // Прикладная биохимия и микробиология. 2021. Т. 57. № 5. С. 477–484.

6. Морыганов П.А., Галашина В.Н., Кузнецов О.Ю. Изучение влияния биодеструкторов на целлюлозу и природные примеси льноволокон // Химия растительного сырья. 2015. № 2. С. 225–237.

7. Масталыгина Е.Е., Абушахманова З.Р., Гуйван М.Ю., Бровина С.Д., Овчинников В.А., Пантюхов П.В. Применение метода Штурма в исследовании кинетики биоразложения целлюлозы и ее производных // Журнал прикладной химии. 2022. Т. 95. Вып. 11–12. С. 1448–1461.

8. Семенов В.М., Лебедева Т.Н., Зинякова Н.Б., Хромычкина Д.П., Соколов Д.А., Лопес де Гереню В.О., Кравченко И.К., Ли Х., Семенов М.В. Зависимость разложения органического вещества почвы и растительных остатков от температуры и влажности в длительных инкубационных экспериментах // Почвоведение. 2022. № 7. С. 860–875.

9. Василькова Т.И., Павлова Н.Н., Оржеховская В.В. Влияние биопрепаратов на урожайность и качество семян подсолнечника // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2020. С. 138–144.

10. Gladkov G.V., Kimeklis A.K., Orlova O.V., Lisina T.O., Kichko A.A., Bezlepsky A.D., Andronov E.E. Dynamics of Cellulose Degradation by Soil Microorganisms from Two Contrasting Soil Types // Microorganisms. 2024. Vol. 12. № 8. P. 1728.

11. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2016. 356 с.

12. Донченко Л.В., Темников А.В., Веревкина А.С. Исследование способов улучшения студнеобразующей способности свекловичного пектина // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2020. С. 394–399.

Yaroslavkina N.Yu., Yakovleva I.V., Gneusheva I.A., Gorkova I.V.

THE EFFECT OF ABIOTIC FACTORS (TEMPERATURE, HUMIDITY, PH) ON THE RATE OF MICROBIOLOGICAL DECOMPOSITION OF PLANT MATERIAL

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin"

Abstract. The rate of decomposition of plant residues is determined by a combination of biotic and abiotic factors, among which temperature, humidity, and pH are the main regulators of microbial community activity. Studying the patterns of influence of these factors on mineralization processes is fundamental for understanding the mechanisms of functioning of soil ecosystems, the

formation of soil fertility, and the management of carbon cycling in a changing climate. The article discusses the current understanding of the mechanisms of the effect of temperature, humidity and acidity of the environment on the rate of biodegradation of cellulose-containing materials, analyzes the experimental data on the quantitative assessment of the effects of abiotic factors, the features of the mineralization of plant residues of different biochemical composition depending on the environmental conditions.

Keywords. plant residues, temperature, humidity, pH, cellulose, mineralization, microbial communities

УДК 636.084.02

Гнеушева И.А., Солохина И.Ю., Лушников А.В.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты рассчета экономической эффективности применения биологически активной кормовой добавки, приготовленной на основе отходов сельскохозяйственного производства (соломы), обогащенной аминокислотами для молодняка крупного рогатого скота. Использование биологически активной кормовой добавки, приготовленной на основе отходов сельскохозяйственного производства (соломы), обогащенной аминокислотами в кормлении молодняка крупного рогатого скота, является экономически выгодным и способствует повышению рентабельностям производства.

Ключевые слова: отходы сельскохозяйственного производства, кормовые добавки, витамины, минералы, аминокислоты, биохимические показатели крови

В настоящее время сбалансированному по нутриентам питанию при получении продукции животноводства и птицеводства уделяют достаточно пристальное внимание в связи с тем, что в условиях промышленного введения сельскохозяйственной практики, где животные и птица содержатся в закрытых помещениях и в малоподвижном виде, потребность организма в питательных веществах возрастает. Дефицит минеральных компонентов вызывает ряд заболеваний, таких как гипокальцемия, остеодистрофия, кетоз и прочие, что, безусловно, снижает продуктивность животного организма и птицы [2].

Современные исследования направлены на разработку эффективных способов и рецептур кормовых средств на основе отходов сельскохозяйственного производства, богатых органическими и минеральными соединения, с целью получения экологически чистой и высококачественной продукции животноводства и птицеводства [3].

Цель данной научной работы – рассчитать экономическую эффективность применения биологически активной кормовой добавки, приготовленной на основе отходов сельскохозяйственного производства (соломы), обогащенной аминокислотами для молодняка крупного рогатого скота. Исследование проводилось в производственных условиях КФХ Лебедев Александр Алексеевич (Болховский район Орловской области) на телятах черно-пестрой породы. Для проведения исследования был осуществлен подбор групп – аналогов телочек 3-месячного возраста с учетом происхождения и живой массы. Было сформировано 2 группы (контрольная и опытная) по 10 голов в каждой. Животные групп находились в одинаковых условиях содержания и кормления. Телятам опытных групп включали дополнительно в рацион кормовую добавку в количестве 100 гр. на одну голову в сутки.

Состав биологически активной кормовой добавки – «сырой» протеин 36%, «сырая» клетчатка 12%, нутриенты (аминокислоты, включая лизин) [1].

Изучая эффективность скармливания добавки, произвели расчеты, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Экономическая эффективность применения биологически активной кормовой добавки

Показатель, ед	Контрольная группа	Опытная группа
Количество телят, гол	10	10
Продолжительность опыта, дней	150	150
Среднесуточный прирост, грамм	502	760
Затраты корма на 100 грамм веса, руб/кг	1,19	0,94
Норма ввода кормовой добавки, грамм	-	100
Расход кормовой добавки на весь период эксперимента, кг	-	90
Стоимость кормовой добавки, руб/тонну	-	60000
Цена реализации телят,	-	750

руб/кг		
Условная прибыль, руб	-	1125000
Чистый доход, руб	-	748250
Себестоимость 1 кг телятины, руб	640	520
Рентабельность производства 1 кг телятины, %	-	15

В ходе опыта установлено, что использование биологически активной кормовой добавки на основе отходов сельскохозяйственного производства (соломы), обогащенной аминокислотами, при введении в рацион телят, является экономически выгодным.

Анализ полученных данных показал, что при одинаковом количестве телят в группе с использованием кормовой добавки с аминокислотами происходило повышение увеличения массы тела животного организма. При этом снижались затраты корма на производство 1 кг мяса. За 150 дней опыта получено от 10 опытных телят 1,12 тонн мяса. Учитывая, что цена реализации телятины в среднем 750 руб., то чистый доход составляет в размере 748250 рублей.

Таким образом, использование биологически активной кормовой добавки, приготовленной на основе отходов сельскохозяйственного производства (соломы), обогащенной аминокислотами в кормлении молодняка крупного рогатого скота, является экономически выгодным и способствует повышению рентабельностям производства.

Список литературы:

7. Гнеушева И.А., Лушников А.В., Солохина И.Ю. Изучение белково-витаминного состава кормового комплекса на основе растительного сырья / Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: материалы VII международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. – Орел: Орловский ГАУ, 2024, с. 120

8. Проворова Н.А. К вопросу о балансировании минерального питания животных /Н.А. Проворова, М.Е. Дежаткин //В сборнике: Кремний жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве. Материалы Национальной научно-практической конференции с Международным участием. Ульяновск, 2021 - С. 195-199.

9. Ушкова О.Ю., Лопатина С.А. Использование биологически активных добавок в кормлении коров и экономический эффект от их применения // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2014. № 2.

Gneusheva I.A., Solokhina I.Yu., Lushnikov A.V.

ECONOMIC EFFECT OF USING FEED ADDITIVES BASED ON AGRICULTURAL PRODUCTION WASTE

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Oryol, Russia

Annotation. The article presents the results of calculating the economic efficiency of using biologically active feed additives prepared on the basis of agricultural waste (straw) enriched with amino acids for young cattle. The use of biologically active feed additives prepared on the basis of agricultural waste (straw), enriched with amino acids in the feeding of young cattle is economically beneficial and helps to increase the profitability of production.

Keywords: agricultural waste, feed additives, vitamins, minerals, amino acids, biochemical parameters of blood

УДК 635.21: 57.085

Аршинов Н.И., Яковлева И.В.

БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫЕ ДОБАВКИ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация: Современное птицеводство и животноводство не может существовать без использования кормовых добавок, в том числе белково-витаминные добавки представляющих собой однородная смесь высокобелковых кормов, минеральных и биологически активных веществ. Их используют для создания комбинированных кормов, обогащения протеином, макро- и микроэлементами, витаминами и другими веществами. Их преимуществом перед другими добавками являются: обеспечивают животных необходимыми питательными веществами; повышают иммунитет; улучшают пищеварение и обмен веществ; выступают профилактическими средствами от различных инфекций; позволяют сократить расход основного корма и сроки выращивания молодняка; уменьшают расходы на лечение и утилизацию больных особей. Тем не менее добавки не могут использоваться в качестве основного корма. В статье рассмотрены некоторые из этих добавок.

Ключевые слова: кормовые добавки, белково-витамино-минеральные комплексы (БВМК), премиксы, азотосодержащие добавки.

Главным преимуществом всех видов белково-витаминых добавок (БВД) является возможность сокращения расхода основного корма, а

также улучшение качества конечного продукта (мяса, молока и яиц). Иные преимущества зависят от конкретной добавки.[1]

Премиксы — это концентрированные смеси биологически активных веществ, таких как витамины, минералы, аминокислоты и другие добавки, которые используются для улучшения и балансировки рациона сельскохозяйственных животных.[2] Некоторые виды премиксов:

- Витаминные. Включают в себя основные витамины (A, D, E, K и другие), необходимые для поддержания иммунной системы животных.
- Минеральные. Обеспечивают организм животных такими элементами, как кальций, фосфор, магний, цинк и железо, которые важны для здоровья костей, зубов, обмена веществ и общего состояния.
- Аминокислотные. Содержат необходимые аминокислоты, которые обеспечивают нормальный рост и развитие тканей животных.
- Смесевые. Это комплексные добавки, которые включают витамины, минералы и аминокислоты для обеспечения полноценного питания. [3]

Премиксы положительно влияет на здоровье животных: укрепляет иммунную систему; улучшает пищеварение; оздоровляют кости и мышцы.

Главными недостатками премиксов, являются высокая цена и возможность передозировки, которая в отдельных случаях может привести к смерти скота.[4]

Также к БВД относятся азотсодержащие кормовые добавки. Они представляют собой химические заменители растительного белка, которые используют при недостаточном содержании протеинов в кормах. Суть использования азотсодержащих добавок заключается в том, что в рубце коровы минеральный азот разлагается на аммиак и углекислый газ, аммиак поглощается микроорганизмами, которые и производят усваиваемый белок.

Некоторые виды возможных азотсодержащих добавок:

- Мочевина (карбамид). Белый кристаллический порошок или бесцветные кристаллы без запаха, солоновато-горьковатого вкуса.
- Фосфат мочевины (амидофосфат). Аморфный белый порошок, который выпускают в виде гранул.
- Аммонийные соли: сульфат аммония, уксуснокислый аммоний и другие.
- Карбамидный концентрат. Получают из измельчённого злакового зерна, богатого крахмалом (70–80%), карбамида (15–25%) и бентонита натрия (5%) с помощью экструдирования.
- Аммиачная вода. Прозрачная, летучая жидкость с острым запахом аммиака, сильнощелочной реакции. [5]

Главными преимуществами данного вида кормовых добавок являются обогащение рациона азатом, макро- и микроэлементами, а также улучшение пищеварения животных.

Главным недостаткам азатсодержащих добавок является то, что при употреблении в больших количествах приводит к отравлению, которое может привести к неизлечимым повреждениям микрофлоры рубца и обмена веществ. Также употребление кормовых добавок беременными животными негативно отражается на будущем потомстве.[6]

Также одним из основных видов БВД являются белково-витамино-минеральные комплексы (БВМК), они являются концентрированной смесью протеинов и биологически активных компонентов, которые восполняют дефицит питательных веществ в корме.[7] В состав БВМК входят:

- Белки. Их получают из субстратов растительного и животного происхождения: зерновых культур, продуктов переработки сои и подсолнечника, сухой молочной сыворотки, дрожжей.
- Аминокислоты. Могут быть водо- и жирорастворимыми. Основные: лизин, метионин, триптофан, цистин, треонин.
- Витамины. К базовым относятся: витамины группы В, А, Е, D3, К. Дополнительно в комплекс вводятся витамины, необходимые для конкретного вида животных.
- Минералы. Их источником являются органические и неорганические субстраты, содержащие: поваренную соль, известняк, монокальцийфосфат, железо, селен, йод, цинк, медь, кобальт.
- Вещества, улучшающие вкусовые качества корма.[8]

Преимуществами БВМК являются улучшение иммунитета, усваемости питательных веществ, ускорение роста и набора мышечной массы. Недостатками являются высокая стоимость и трудность контроля качеста.[9]

Список литературы.

1. Использование в животноводстве белково-витаминных добавок/ Бочкарёва А.А., Андреева А.Е.
2. Премиксы в кормлении крупного рогатого скота/ Николаев С.И., Чехранова С.В., Агапова О.Ю., Кучерова И.А.
3. Интернет ресурс: https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/stati/premiksy-v-zhivotnovodstve-produktivnoe-deistvie-i-vlijanie-na-immunnuyu-sistemu.html
4. Интернет ресурс: https://rosstip.ru/news/2578-chto-takoe-premiksy-dlya-organicheskogo-zhivotnovodstva-i-kak-oni-pomogayut
5. Интернет ресурс: https://www.ukorona.ru/articles/kormovye-dobavki-dlya-krs/

6. Интернет ресурс: https://xn--33-6kcd8amulssi.xn--p1ai/menu/kombikorm-purina/dlya-yaichnoj-pticy/bmvd-dlya-yaichnoj-pticy-10-25kg.html?ysclid=m9st5xe00309355585
7. Интернет ресурс: https://amaprom.com/articles/klassifikatsiya-kormovyh-dobavok
8. RU2161417C2\ В.П. Ермоленко А.Ф. Кайдалов В.К. Давыденко А.В. Хмельницкий
9. Интернет ресурс: https://fermentpark.com/about/news/service-scientific/news/bmvd-and-premix-what-is-the-difference/?ysclid=m9sur70j1120575123

Arshinov N.I., Yakovleva I.V.

PROTEIN AND VITAMIN SUPPLEMENTS USED IN ANIMAL HUSBANDRY.

Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel

Abstract: Modern poultry and animal husbandry cannot exist without the use of feed additives, including protein and vitamin supplements, which are a homogeneous mixture of high-protein feeds, minerals and biologically active substances. They are used to create combined feeds, enrich with protein, macro- and microelements, vitamins and other substances. Their advantages over other supplements are: they provide animals with essential nutrients; enhance immunity; improve digestion and metabolism.; They act as preventive measures against various infections; they reduce the consumption of basic feed and the time needed to raise young animals; they reduce the cost of treatment and disposal of sick individuals. However, additives cannot be used as the main feed. The article discusses some of these additives.

Keywords: feed additives, protein-vitamin-mineral complexes (BVMC), premixes, nitrogen-containing additives.

УДК: 615.217:619

Клейменова Н.В., Сазонова В.В., Прусакова В.А.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОТИВОРВОТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОБАК

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье проведен сравнительный анализ противорвотных препаратов у собак. Выполнен обзор литературы и инструкций к метоклопрамиду, ондансетрону, маропитанту и дименгидринату. Установлено, что антагонисты NK1-рецепторов (маропитант) обладают наиболее широким спектром действия, включая кинетозы. Метоклопрамид эффективен при гастропарезе и рефлюксе, но бесполезен при укачивании. Дименгидринат применим только для профилактики кинетозов. Маропитант — препарат выбора при неясной причине рвоты или тяжелом состоянии. При гастроэзофагеальном рефлюксе предпочтителен метоклопрамид, при остром гастроэнтерите — ондансетрон. Применение антиэметиков требует исключения кишечной непроходимости.

Ключевые слова. противорвотные средства, собаки, рвота, маропитант, метоклопрамид, ондансетрон, кинетозы, гастроэнтерит, хроническая болезнь почек.

Рвота является одним из наиболее частых симптомов в практике ветеринарного врача, работающего с мелкими домашними животными. Она сопровождает широкий спектр патологических состояний: от острых гастроэнтеритов и панкреатитов до хронической почечной недостаточности, вестибулярных синдромов и побочных эффектов химиотерапии. Многообразие причин требует от клинициста не только правильной диагностики, но и обоснованного выбора противорвотного препарата.

С физиологической точки зрения рвота представляет собой защитный механизм, направленный на очищение желудочно-кишечного тракта от токсичных или недоброкачественных веществ. Однако в условиях патологии она быстро трансформируется в деструктивный процесс. Неукротимая или длительная рвота приводит к опасным последствиям: дегидратации, тяжелым электролитным нарушениям (гипохлоремия, гипокалиемия, метаболический алкалоз), аспирационной пневмонии и разрыву пищевода. Именно поэтому своевременное и

адекватное применение антиэметиков является критически важным компонентом интенсивной терапии.

Цель настоящей статьи — провести сравнительную характеристику противорвотных средств, применяемых у собак, по следующим группам: антагонисты дофаминовых D2-рецепторов (метоклопрамид), антагонисты серотониновых 5-НТ3-рецепторов (ондансетрон, доласетрон), антагонисты NK1-рецепторов (маропитант), а также антигистаминные и М-холиноблокаторы (дименгидринат, скополамин). В рамках статьи будут сопоставлены механизмы действия, эффективность при различных типах рвоты, профиль безопасности и ограничения каждой группы для оптимизации выбора терапии у собак.

Рвотный центр не является анатомически обособленным ядром, а представляет собой функциональное объединение нейронов ретикулярной формации продолговатого мозга, которое получает афферентные сигналы от четырех основных зон (таб.1).

Таблица 1. Основные зоны, инициирующие рвоту

Зона	**Локализация**	**Основные рецепторы**	**Источник стимулов**
Триггерная зона хеморецепторов (Chemoreceptor Trigger Zone, CTZ)	Area postrema (дно IV желудочка, вне гематоэнцефалического барьера)	Дофамин D2, серотонин 5-НТ3	Токсины, лекарства, уремия, электролитные нарушения
Желудочно-кишечный тракт (энтерохромаффинные клетки)	Слизистая оболочка ЖКТ	Серотонин 5-НТ3	Гастрит, энтерит, панкреатит, гастропарез
Вестибулярный аппарат	Внутреннее ухо, вестибулярные ядра ствола мозга	Гистамин Н1, ацетилхолин М1 (мускариновые)	Кинетозы (укачивание), вестибулярные синдромы
Кора и лимбическая система	Высшие отделы ЦНС	Нейрокинин NK1 (субстанция Р)	Боль, страх, стресс, внутричерепная гипертензия

Понимание локализации и нейротрансмиттерного профиля каждой из этих зон имеет решающее значение для выбора эффективного противорвотного препарата у собак.

Первой и наиболее изученной зоной является триггерная зона хеморецепторов, расположенная на дне четвертого желудочка. Критической особенностью этой зоны является ее локализация вне гематоэнцефалического барьера, что позволяет нейронам CTZ напрямую контактировать с циркулирующими в крови токсинами, лекарственными средствами и метаболитами. На мембранах клеток CTZ экспрессированы два основных типа рецепторов: дофаминовые D2-рецепторы и серотониновые 5-HT3-рецепторы. Именно через CTZ реализуется рвота при уремии, кетоацидозе, гиперкальциемии, а также при введении химиопрепаратов и опиоидных анальгетиков.

Вторым важнейшим источником рвотных стимулов является желудочно-кишечный тракт. В слизистой оболочке ЖКТ, преимущественно в энтерохромаффинных клетках, синтезируется и хранится около 90% всего серотонина организма. При воспалительных процессах (гастроэнтерит, панкреатит), механическом растяжении или воздействии токсинов происходит массивный выброс серотонина, который активирует 5-HT3-рецепторы на афферентных волокнах блуждающего нерва. Эти сигналы затем передаются напрямую в рвотный центр, минуя CTZ. Именно поэтому при остром гастроэнтерите блокаторы 5-HT3-рецепторов (ондансетрон) высокоэффективны, тогда как антагонисты дофамина могут быть недостаточно действенны.

Третьей зоной, имеющей большое клиническое значение, является вестибулярный аппарат. Рецепторы гистамина H1 и мускариновые ацетилхолиновые рецепторы M1, расположенные в вестибулярных ядрах ствола мозга, активируются при избыточной стимуляции полукружных каналов во время движения. У собак, особенно чувствительных к укачиванию, этот механизм является доминирующим. Сигналы от вестибулярного аппарата поступают в рвотный центр через отдельный путь, который не задействует дофаминовые или серотониновые рецепторы. Следовательно, блокаторы D2- и 5-HT3-рецепторов, включая метоклопрамид и ондансетрон, совершенно бесполезны при кинетозах. Напротив, антигистаминные препараты (дименгидринат) и М-холиноблокаторы (скополамин) эффективны именно для профилактики укачивания.

Наконец, четвертая зона представлена высшими отделами центральной нервной системы — корой головного мозга и лимбической системой. Здесь ключевую роль играет нейропептид субстанция Р, являющаяся лигандом для нейрокининовых NK1-рецепторов. Активация этого пути происходит при боли, страхе, стрессе, а также при повышении

внутричерепного давления. Сигналы от коры и лимбики поступают в рвотный центр напрямую, минуя все остальные зоны. Именно поэтому антагонисты NK1-рецепторов (маропитант) обладают уникальной способностью купировать рвоту центрального генеза, включая психогенную и постишемическую.

Метоклопрамид является классическим представителем антагонистов дофаминовых D2-рецепторов, который также обладает слабой блокадой 5-НТ3-рецепторов в высоких дозах. Основной механизм его противорвотного действия заключается в блокаде D2-рецепторов в триггерной зоне хеморецепторов (area postrema), что предотвращает активацию рвотного центра циркулирующими в крови токсинами и метаболитами. Кроме того, метоклопрамид оказывает выраженное прокинетическое действие, обусловленное блокадой дофаминовых рецепторов в желудочно-кишечном тракте и повышением чувствительности мускариновых рецепторов к ацетилхолину. Это приводит к усилению антродуоденальной координации, ускорению опорожнения желудка и повышению тонуса нижнего пищеводного сфинктера.

У собак метоклопрамид показан в первую очередь при гастроэзофагеальном рефлюксе, особенно в условиях общей анестезии, когда регургитация желудочного содержимого может привести к аспирационной пневмонии. Препарат также эффективен при послеоперационной рвоте, связанной с остаточным действием опиоидных анальгетиков или нарушением моторики желудка. Еще одним важным показанием является гастропарез различного генеза, в том числе на фоне диабета или после хирургических вмешательств на желудке. При хроническом гастрите и диспепсии метоклопрамид может применяться в составе комплексной терапии.

Существует несколько клинически значимых ограничений. Метоклопрамид абсолютно неэффективен при кинетозах (укачивании), поскольку вестибулярный путь активации рвотного центра не включает дофаминовые рецепторы. Препарат может вызывать поведенческие побочные эффекты у собак, включая беспокойство, возбуждение, а в редких случаях — агрессию или обсессивно-компульсивные расстройства (прикусывание хвоста, «полет за мухой»). Со стороны желудочно-кишечного тракта возможны запоры вследствие усиления тонических сокращений. Наиболее важным противопоказанием является подозрение на механическую кишечную непроходимость, поскольку усиление моторики на фоне обтурации может привести к перфорации кишечника. Также метоклопрамид противопоказан при феохромоцитоме и эпилепсии.

Дозировки метоклопрамида у собак составляют 0,2–0,5 мг/кг внутривенно, подкожно или перорально каждые 6–8 часов. При

постоянной внутривенной инфузии возможна доза 1–2 мг/кг/сутки. У собак с почечной недостаточностью рекомендуется снижение дозы на 30–50% из-за замедленной элиминации препарата.

Ондансетрон и доласетрон представляют собой высокоселективные антагонисты серотониновых 5-НТ3-рецепторов. Их механизм действия является двойным: во-первых, они блокируют 5-НТ3-рецепторы на афферентных окончаниях блуждающего нерва в слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта, предотвращая передачу сигнала от энтерохромаффинных клеток к рвотному центру; во-вторых, они проникают через гематоэнцефалический барьер (хотя и в ограниченном количестве) и блокируют 5-НТ3-рецепторы непосредственно в триггерной зоне хеморецепторов. В отличие от метоклопрамида, ондансетрон и доласетрон не обладают прокинетической активностью и не влияют на моторику желудочно-кишечного тракта.

Основными показаниями для применения антагонистов 5-НТ3-рецепторов у собак являются рвота, обусловленная массивным выбросом серотонина. Это прежде всего рвота на фоне химиотерапии (препараты платины, циклофосфамид, доксорубицин), при которой ондансетрон является золотым стандартом наряду с маропитантом. Препараты также высокоэффективны при остром гастроэнтерите инфекционной природы, включая парвовирусный энтерит, когда воспаление слизистой оболочки приводит к колоссальному выбросу серотонина. При панкреатите ондансетрон также может быть полезен, хотя уступает маропитанту из-за отсутствия блокады NK1-рецепторов, участвующих в передаче болевого сигнала.

К числу преимуществ антагонистов 5-НТ3-рецепторов относится высокая эффективность при тяжелой, неукротимой рвоте, включая рвоту рефрактерную к метоклопрамиду. Препараты практически не вызывают седативного эффекта, что важно у амбулаторных пациентов. Они не влияют на моторику желудочно-кишечного тракта, что делает их безопасными при подозрении на кишечную непроходимость (однако назначение любого антиэметика до исключения непроходимости остается спорным). Кроме того, ондансетрон и доласетрон не вызывают экстрапирамидных нарушений и поведенческих реакций, характерных для метоклопрамида.

Недостатки включают относительно высокую стоимость, особенно при длительном применении. У сук описано редкое, но серьезное побочное явление — вагинальное кровотечение, механизм которого до конца не изучен, но связывают с серотонинергической регуляцией сосудистого тонуса. Также возможны головная боль (у собак не регистрируется объективно), запоры вследствие угнетения перистальтики, а при быстром внутривенном введении — транзиторная брадикардия.

Доласетрон обладает более длительным периодом полувыведения (8 часов против 3–4 часов у ондансетрона), что позволяет вводить его реже. Дозировка ондансетрона у собак составляет 0,5–1 мг/кг внутривенно или перорально каждые 8–12 часов; доласетрона — 0,5–1 мг/кг внутривенно или перорально каждые 24 часа.

Маропитант является единственным зарегистрированным для ветеринарии антагонистом нейрокининовых NK1-рецепторов. Его механизм действия принципиально отличается от всех остальных антиэметиков. Маропитант блокирует субстанцию Р — нейропептид, который служит ключевым медиатором в передаче рвотного сигнала на всех уровнях: от высших отделов центральной нервной системы (кора, лимбическая система) через триггерную зону хеморецепторов до периферических окончаний блуждающего нерва в желудочно-кишечном тракте. Кроме того, маропитант блокирует NK1-рецепторы в вестибулярных ядрах, что объясняет его эффективность при кинетозах. Таким образом, маропитант является единственным противорвотным препаратом широкого спектра действия у собак, который воздействует на все известные афферентные пути активации рвотного центра.

Показания к применению маропитанта у собак охватывают практически все клинические ситуации, сопровождающиеся рвотой. Препарат эффективен при укачивании (кинетозах), причем в отличие от дименгидрината и скополамина, которые действуют только профилактически, маропитант купирует уже развившуюся рвоту. При остром панкреатите маропитант является препаратом выбора благодаря одновременной блокаде рвотного рефлекса и субстанции Р, участвующей в передаче болевого сигнала. При хронической почечной недостаточности маропитант эффективно подавляет рвоту, обусловленную уремической стимуляцией CTZ, и при этом не оказывает нефротоксического действия. Препарат также показан при парвовирусном энтерите, гастроэнтеритах, химиотерапии, послеоперационной рвоте, а также при рвоте центрального генеза (внутричерепная гипертензия, менингит).

Ключевой особенностью маропитанта является продолжительность действия. При однократном подкожном введении в дозе 1 мг/кг терапевтическая концентрация сохраняется в течение 24 часов, что обеспечивает круглосуточную защиту от рвоты. При пероральном применении в форме таблеток (2 мг/кг один раз в сутки) биодоступность составляет около 25%, однако этого достаточно для профилактики кинетозов и лечения легкой рвоты. Важно отметить, что инъекционная форма маропитанта эффективна при любых типах рвоты, включая тяжелую и неукротимую, тогда как пероральная форма может быть недостаточно действенной при острых состояниях, сопровождающихся

нарушением всасывания. Препарат не оказывает седативного действия, не влияет на моторику ЖКТ и не вызывает экстрапирамидных расстройств.

В сравнительном аспекте маропитант по праву считается «золотым стандартом» антиэметической терапии у собак. Однако его существенным недостатком является высокая стоимость: маропитант дороже метоклопрамида в 5–10 раз в пересчете на курс лечения. Это ограничивает его применение в рутинной практике при доброкачественных, самоограничивающихся состояниях (например, легкий гастроэнтерит без дегидратации). Тем не менее, при тяжелой рвоте, панкреатите, хронической почечной недостаточности и в ситуациях с неясной этиологией маропитант остается препаратом выбора. Дозировка маропитанта у собак: 1 мг/кг подкожно однократно в сутки или 2 мг/кг перорально однократно в сутки. Препарат разрешен с 8-недельного возраста.

Скополамин и дименгидринат относятся к препаратам, действующим преимущественно на вестибулярный аппарат. Дименгидринат является блокатором гистаминовых H1-рецепторов, а скополамин — блокатором мускариновых M1-холинорецепторов. Оба препарата подавляют передачу сигнала от вестибулярных ядер ствола мозга к рвотному центру, тем самым предотвращая рвоту, вызванную избыточной стимуляцией полукружных каналов при движении. Важно понимать, что эти препараты практически не действуют на другие пути активации рвотного центра — CTZ, ЖКТ или корковые структуры.

Показания к применению дименгидрината и скополамина у собак крайне узки и ограничиваются кинетозами (укачиванием). Препараты эффективны при поездках в автомобиле, на корабле или в самолете у собак, страдающих вестибулярной чувствительностью. Клинические признаки кинетоза у собак включают слюнотечение, беспокойство, зевоту, а затем и рвоту. Ни дименгидринат, ни скополамин не показаны при рвоте, вызванной гастроэнтеритом, панкреатитом, почечной недостаточностью или любыми другими причинами, не связанными с движением.

Критическое замечание, которое необходимо донести до практикующих врачей, заключается в следующем: дименгидринат и скополамин эффективны **только профилактически**. Их необходимо ввести до начала движения, обычно за 30–60 минут до поездки. Если рвота уже началась, эти препараты бесполезны, поскольку рвотный центр уже активирован, и вестибулярный сигнал успел запустить эфферентную фазу рвотного рефлекса. В этой ситуации показаны маропитант (препарат выбора) или ондансетрон (менее эффективен при кинетозах, но все же лучше, чем ничего).

Побочные эффекты дименгидрината и скополамина обусловлены их периферическим и центральным антихолинергическим и

антигистаминным действием. Наиболее часто наблюдается седация — от легкой сонливости до глубокого угнетения центральной нервной системы, особенно у мелких пород собак и у пожилых животных. Также возможны сухость слизистых оболочек, задержка мочи вследствие расслабления детрузора мочевого пузыря, тахикардия, запоры и снижение слезоотделения. У некоторых собак, напротив, может возникать парадоксальное возбуждение, особенно при применении скополамина. Противопоказаниями являются закрытоугольная глаукома, гипертрофия предстательной железы с задержкой мочи, кишечная непроходимость и эпилепсия. Дозировка дименгидрината у собак составляет 4–8 мг/кг перорально за 30–60 минут до поездки, повторно не чаще чем каждые 8 часов. Скополамин применяется реже, обычно в составе комбинированных препаратов (например, с анальгетиками), в дозе 0,003–0,01 мг/кг подкожно или перорально.

Сравнительный анализ четырех основных противорвотных препаратов, применяемых в ветеринарной практике у собак — метоклопрамида, ондансетрона, маропитанта и дименгидрината — позволяет выявить существенные различия по механизму действия, спектру эффективности при различных типах рвоты, наличию дополнительных эффектов и профилю безопасности.

По основному механизму действия препараты принципиально различаются. Метоклопрамид является антагонистом дофаминовых D2-рецепторов, блокируя их преимущественно в триггерной зоне хеморецепторов. Ондансетрон относится к антагонистам серотониновых 5-HT3-рецепторов, действуя как на периферии (в желудочно-кишечном тракте), так и в центральной нервной системе. Маропитант представляет собой антагонист нейрокининовых NK1-рецепторов, блокируя субстанцию Р на всех уровнях организации рвотного рефлекса. Дименгидринат, в свою очередь, является блокатором гистаминовых H1-рецепторов, воздействуя преимущественно на вестибулярный аппарат.

Эффективность при укачивании (кинетозах) резко различается между препаратами. Метоклопрамид и ондансетрон полностью неэффективны при укачивании, поскольку вестибулярный путь активации рвотного центра не опосредован дофаминовыми или серотониновыми рецепторами. Маропитант, напротив, эффективен при кинетозах благодаря блокаде NK1-рецепторов в вестибулярных ядрах. Дименгидринат также эффективен при укачивании, однако его действие носит исключительно профилактический характер и требует введения до начала движения, тогда как маропитант способен купировать уже развившуюся рвоту.

При парвовирусном энтерите, сопровождающемся массивным воспалением слизистой оболочки кишечника и выбросом серотонина, эффективность препаратов также неодинакова. Метоклопрамид обладает

слабой эффективностью из-за того, что дофаминовый путь не является ведущим при данном состоянии. Ондансетрон демонстрирует высокую эффективность, поскольку блокирует основной медиатор — серотонин. Маропитант показывает наивысшую эффективность, так как блокирует субстанцию Р, участвующую не только в рвоте, но и в системной воспалительной реакции. Дименгидринат при парвовирусном энтерите полностью неэффективен, поскольку его механизм действия ограничен вестибулярным аппаратом.

При хронической почечной недостаточности, когда рвота обусловлена уремической стимуляцией триггерной зоны хеморецепторов, наблюдается сходная картина. Метоклопрамид обладает ограниченной эффективностью и часто недостаточен для контроля рвоты при выраженной уремии. Ондансетрон демонстрирует умеренную эффективность, однако уступает маропитанту. Маропитант является наиболее эффективным препаратом при ХПН благодаря блокаде субстанции Р, которая играет ключевую роль в рвоте центрального генеза. Дименгидринат, как и в предыдущем случае, полностью неэффективен.

Важным дополнительным свойством, влияющим на выбор препарата, является наличие прокинетического эффекта. Метоклопрамид, благодаря блокаде дофаминовых рецепторов в желудочно-кишечном тракте, усиливает моторику, ускоряет опорожнение желудка и повышает тонус нижнего пищеводного сфинктера. Это делает его препаратом выбора при гастроэзофагеальном рефлюксе и гастропарезе. Ондансетрон, маропитант и дименгидринат не обладают прокинетической активностью и не влияют на моторику желудочно-кишечного тракта. Отсутствие прокинетического эффекта у ондансетрона и маропитанта, с одной стороны, является недостатком при рефлюксе, но с другой стороны, делает эти препараты безопаснее при подозрении на кишечную непроходимость, поскольку они не усиливают перистальтику на фоне обтурации.

По наличию седативного эффекта препараты также различаются. Метоклопрамид иногда вызывает не столько седацию, сколько парадоксальные реакции в виде беспокойства, тревоги и обсессивно-компульсивных расстройств. Ондансетрон обладает минимальным седативным действием и в терапевтических дозах практически не влияет на уровень бодрствования пациента. Маропитант не вызывает седации, что является важным преимуществом при лечении амбулаторных пациентов. Дименгидринат, напротив, оказывает выраженное седативное действие, обусловленное его антигистаминной активностью, проникающей через гематоэнцефалический барьер. Этот эффект может быть как нежелательным (угнетение, сонливость), так и полезным (например, при необходимости успокоить тревожное животное во время поездки).

Наконец, формы выпуска доступные для применения у собак, варьируют. Метоклопрамид выпускается в таблетированной форме для перорального применения и в инъекционной форме (раствор для внутривенного и подкожного введения). Ондансетрон также доступен в виде таблеток и раствора для инъекций. Маропитант (оригинальный препарат Серения) выпускается в трех формах: таблетки для перорального применения, раствор для подкожных инъекций, а также паста для перорального введения, что удобно для длительного применения у хронических пациентов. Дименгидринат доступен только в таблетированной форме для перорального применения, что ограничивает его использование у собак с активной рвотой, когда пероральный прием невозможен.

Выбор противорвотного препарата у собак должен основываться на этиологии рвоты, клиническом состоянии пациента и наличии сопутствующих заболеваний. Предлагаемый алгоритм учитывает наиболее частые клинические сценарии.

При подозрении на механическую кишечную непроходимость (инородное тело, инвагинация, объемное образование) назначение любых противорвотных средств противопоказано до проведения диагностической визуализации (рентгенография с контрастированием, ультразвуковое исследование). Применение антиэметиков в этой ситуации может замаскировать симптоматику и отсрочить хирургическое вмешательство, что повышает риск перфорации кишечника и перитонита. При рвоте, вызванной кинетозами (укачивание в транспорте), оптимальным выбором является маропитант в дозе 2 мг/кг перорально за 2 часа до поездки или 1 мг/кг подкожно. Альтернативой служит дименгидринат в дозе 4–8 мг/кг перорально за 30–60 минут до поездки, однако следует учитывать, что дименгидринат эффективен только профилактически и не купирует уже развившуюся рвоту. Метоклопрамид и ондансетрон при укачивании неэффективны.

При остром гастроэнтерите легкой и средней степени тяжести без признаков дегидратации предпочтителен ондансетрон в дозе 0,5–1 мг/кг перорально каждые 8–12 часов. Альтернативой служит маропитант при наличии показаний к более мощному антиэметическому эффекту. Метоклопрамид может быть использован при сопутствующем гастропарезе, но его эффективность при чисто воспалительной рвоте ниже. При тяжелой рвоте на фоне парвовирусного энтерита, панкреатита или острой почечной недостаточности, а также при рвоте любой этиологии, сопровождающейся дегидратацией и невозможностью перорального приема препаратов, препаратом выбора является маропитант в инъекционной форме (1 мг/кг подкожно однократно в сутки). Ондансетрон

внутривенно или подкожно является альтернативой при ограниченном бюджете, однако его эффективность при панкреатите и уремии ниже.

При хронической почечной недостаточности с интермиттирующей рвотой маропитант является наиболее эффективным препаратом. Ондансетрон может быть использован как препарат второй линии. Метоклопрамид при ХПН малоэффективен, а дименгидринат бесполезен. При гастроэзофагеальном рефлюксе, гастропарезе и послеоперационной рвоте, связанной с нарушением моторики, предпочтителен метоклопрамид (0,2–0,5 мг/кг каждые 6–8 часов) благодаря его прокинетическому действию. Ондансетрон и маропитант при рефлюксе менее эффективны, так как не ускоряют опорожнение желудка.

При рвоте на фоне химиотерапии равно эффективны маропитант и ондансетрон, однако маропитант обеспечивает более длительную защиту (24 часа). Выбор определяется экономическими соображениями и наличием препаратов. В ситуациях, когда этиология рвоты неясна или имеется сочетание нескольких механизмов (например, панкреатит + боль + интоксикация), маропитант является препаратом выбора благодаря широкому спектру действия на все звенья рвотного рефлекса. При ограниченном бюджете и отсутствии признаков тяжелого состояния допустимо начать с ондансетрона или метоклопрамида, однако при отсутствии эффекта в течение 24 часов необходима смена препарата и пересмотр диагноза.

Таким образом, проведенный сравнительный анализ противорвотных препаратов у собак демонстрирует, что выбор антиэметика должен строго определяться этиологией рвоты. Ни один из существующих препаратов не является универсальным, за исключением маропитанта, который благодаря блокаде NK1-рецепторов эффективен при всех типах рвоты, включая кинетозы, уремию и панкреатит. Однако высокая стоимость ограничивает его рутинное применение. Метоклопрамид сохраняет клиническую ценность при гастроэзофагеальном рефлюксе и гастропарезе благодаря прокинетическому действию, но бесполезен при укачивании. Ондансетрон является препаратом выбора при тяжелой серотонин-опосредованной рвоте (паровирусный энтерит, химиотерапия), тогда как дименгидринат находит применение исключительно для профилактики кинетозов. Ключевым правилом остается исключение кишечной непроходимости до назначения любого антиэметика.

Список литературы

1. Андрюс, М. В. Исследование терапевтической эффективности маропитантсодержащих препаратов при блокировании рвоты в интраоперационных условиях / М. В. Андрюс, Н. В. Евдокимова, О. В.

Петрова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2023. — № 4. — С. 112-116.

2. Гильдиков, Д. И. Исследование переносимости нового противорвотного препарата на кошках и собаках / Д. И. Гильдиков, О. В. Петрова, В. В. Степанишин // Ветеринарная патология. — 2023. — Т. 22, № 3 (85). — С. 58-63.

3. Державец, Е. Д. Эффективность Маропекса для профилактики рвоты у собак при синдроме укачивания / Е. Д. Державец ; науч. рук.: В. В. Петров, Е. В. Романова // Студенты — науке и практике АПК : материалы 110-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов (г. Витебск, 30 мая 2025 г.). — Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2025. — С. 11-12.

4. Драчёв, И. С. Экспериментальное обоснование подходов к разработке патогенетических средств профилактики и купирования ранних постлучевых желудочно-кишечных нарушений / И. С. Драчёв, В. И. Легеза, А. Б. Селезнёв, А. Н. Гребенюк // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2019. — Т. 59, № 1. — С. 58-62.

5. Применения пробиотиков в многофакторном ингибировании Staphylococcus aureus / Н. А. Васина, И. В. Горькова, И. А. Гнеушева, А. Ю. Попова // Естественные и технические науки. – 2023. – № 6(181). – С. 35-38. – DOI 10.25633/ETN.2023.06.01. – EDN PAACWH.

6. Патент № 2764217 C1 Российская Федерация, МПК A61K 36/70, B01D 11/02. Способ получения экстракта, содержащего биологически активные соединения фенольной природы, из гречихи посевной: № 2021112311: заявл. 27.04.2021: опубл. 14.01.2022 / Н. Е. Павловская, И. В. Горькова, И. А. Гнеушева [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина". – EDN FCHQNA.

7. Васина Н. А., Горькова И. В., Гнеушева И. А. Исследование совместного влияния цефалоспоринового антибиотика и пробиотика // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения : Материалы V международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 08 декабря 2022 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 349-352. – EDN CXVXVP.

8. Гнеушева И. А., Лушников А. В. Получение энтеросорбентов на основе растительного сырья // Научные исследования - сельскохозяйственному производству : Материалы II Международной научно-практической Интернет-конференции, Орел, 23 марта 2023 года. – Орел: Издательство Картуш, 2023. – С. 90-93. – EDN LVIPMF.

9. Макеев В. А., Петросян К. В. Гастроэнтерит собак // Научный журнал молодых ученых. 2019. № 2 (15). С. 29-34.

Kleimenova N.V., Sazonova V.V., Prusakova V.A.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF ANTIEMETICS FOR DOGS

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The article provides a comparative analysis of antiemetic drugs in dogs. A review of the literature and instructions for metoclopramide, ondansetron, maropitant, and dimenhydrinate has been performed. NK1 receptor antagonists (maropitant) have been found to have the widest spectrum of action, including kinetoses. Metoclopramide is effective for gastroparesis and reflux, but it is useless for motion sickness. Dimenhydrinate is only applicable for the prevention of kinetosis. Maropitant is the drug of choice for an unclear cause of vomiting or a serious condition. Metoclopramide is preferred for gastroesophageal reflux, and ondansetron is preferred for acute gastroenteritis. The use of antiemetics requires the exclusion of intestinal obstruction.

Keywords. antiemetics, dogs, vomiting, maropitant, metoclopramide, ondansetron, kinetoses, gastroenteritis, chronic kidney disease.

УДК 615.276:619

Клейменова Н.В., Сазонова В.В., Клейменов И.С.*

НЕСТЕРОИДНЫЕ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В ПРАКТИКЕ ВЕТЕРИНАРНОГО ВРАЧА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева*

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос применения нестероидных противовоспалительных препаратов в практике ветеринарного врача. Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) давно применяются в повседневной ветеринарной практике и зарекомендовали себя в качестве надежного средства для контроля боли и воспаления у мелких домашних животных. Первым препаратом данной фармакологической группы является ацетилсалициловая кислота (аспирин), которая обладает хорошим жаропонижающим и противовоспалительным эффектом, но, к сожалению, имеет ряд побочных действий по причине слабой селективности при ингибировании фермента

циклооксигеназы, подавляя действие обеих его изоформ (разновидностей) – ЦОГ-1 и ЦОГ-2. По этой причине в настоящее время на первое место выходят более селективные НПВП из группы коксибов.

Ключевые слова: нестероидные противовоспалительные препараты, боль, воспаление, фармакологические эффекты, правила применения, животные

Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) давно применяются в повседневной ветеринарной практике и зарекомендовали себя в качестве надежного средства для контроля боли и воспаления у мелких домашних животных. Первым препаратом данной фармакологической группы является ацетилсалициловая кислота (аспирин), которая обладает хорошим жаропонижающим и противовоспалительным эффектом, но, к сожалению, имеет ряд побочных действий по причине слабой селективности при ингибировании фермента циклооксигеназы, подавляя действие обеих его изоформ (разновидностей) – ЦОГ-1 и ЦОГ-2. По этой причине в настоящее время на первое место выходят более селективные НПВП из группы коксибов [3, 5].

Основными показаниями к применению НПВП являются: воспалительные процессы; болевой синдром (используются при слабой или умеренной боли либо как компонент мультимодальной анальгезии); лихорадка. При острой боли рекомендовано применять неселективные НПВП, поскольку в первое время в очаге воспаления доминирует ЦОГ-1. Хроническая боль, в свою очередь, сопровождается активацией ЦОГ-2 и образованием большого количества провоспалительных простагландинов, поэтому акцент смещается преимущественно на высокоселективные ингибиторы ЦОГ-2. В случае хронического воспаления, например при остеоартрите, необходима длительная терапия НПВП [3, 5].

Использование НПВП в лечении животных показано в качестве симптоматического обезболивающего средства при широком круге заболеваний и патологических состояний:

1. При острой или хронической мышечно-скелетной боли, возникшей на фоне заболеваний опорно-двигательного аппарата.

2. Острые травмы и иные состояния, сопровождающиеся болью, связанной с повреждением или острым воспалением, в частности при стоматологических заболеваниях.

3. Боль в периоперационном периоде (как компонент анестезиологического пособия). Ветеринарные врачи-анестезиологи используют НПВП как часть мультимодальной анальгезии при широком спектре оперативных вмешательств, как монокомпонент для контроля умеренной и хронической боли, а также при амбулаторном послеоперационном лечении.

4. Почечная и билиарная колика.

5. Боль, связанная с онкологическими заболеваниями (как компонент паллиативной обезболивающей терапии).

6. Боль при гинекологических заболеваниях.

Основные положения, характеризующие эффективность НПВП:

1. Все НПВП в адекватных противовоспалительных дозах (средних и максимальных терапевтических) имеют равный анальгетический эффект.

2. Эффективность НПВП в целом зависит от дозы. Использование более высоких доз позволяет обеспечить более выраженное обезболивающее действие.

3. Использование инъекционных форм НПВП (в/в и в/м введение), а также водорастворимых препаратов для приема внутрь может иметь преимущество в скорости наступления обезболивающего эффекта в сравнении с приемом стандартных таблеток и капсул. В то же время нет однозначных данных о том, что применение НПВП в виде инъекций или водорастворимых форм для приема внутрь имеет преимущество перед пероральными формами по выраженности обезболивающего и противовоспалительного действия при проведении лечения более 1 дня.

4. НПВП в средних и максимальных терапевтических дозах при лечении хронической боли не уступают по эффективности «мягким» опиоидным препаратам.

5. Использование НПВП в периоперационном периоде (как компонента мультимодальной анальгезии) и в качестве дополнительного средства для контроля боли у онкологических больных позволяет повысить эффективность обезболивания, снизить потребность в наркотических анальгетиках и частоту НР, связанных с опиоидами [3, 4, 5].

Для того чтобы грамотно подобрать НПВП пациенту, необходимо разобраться в том, как эти препараты работают. Если анальгетики борются непосредственно с болью, то НПВП уменьшают оба самых неприятных симптома заболевания: и боль, и воспаление. Большинство препаратов этой группы являются неселективными ингибиторами фермента циклооксигеназы, подавляя действие ЦОГ-1 и ЦОГ-2. Циклооксигеназа отвечает за выработку простагландинов и тромбоксана из арахидоновой кислоты. Исходным субстратом для синтеза арахидоновой кислоты являются фосфолипиды клеточных мембран. Известно несколько изоформ ЦОГ, сходных по структуре, но выполняющих разные функции и участвующих в разных фазах воспаления [1, 4, 5].

Фермент ЦОГ-1 в норме присутствует в организме, продуцируя простагландины (PGD2, PGF2α и PGE2), представляющие собой медиаторы воспалительных и анафилактических реакций, и тромбоксаны (ТХА2), которые, в свою очередь, участвуют во многих физиологических

процессах, включая сосудистый гемостаз, гастропротекцию, почечный кровоток, свертывание крови, а также иммунные ответы.

Соответственно, при выборе неселективного НПВП нужно предусматривать возможные побочные реакции.

ЦОГ-2 постоянно присутствует в организме в малом количестве, увеличиваясь в период воспалительного процесса. Чем селективнее НПВП к ЦОГ-2, тем более выражено противовоспалительное действие и менее выражено влияние на синтез физиологических простагландинов, а значит, более благоприятен профиль безопасности препарата.

Классификация НПВП:

- высокоселективные ингибиторы ЦОГ-1: ацетилсалициловая кислота (зависит от дозы);

- преимущественные ингибиторы ЦОГ-1: ацетилсалициловая кислота, кетопрофен (используются для купирования послеоперационной и хронической боли, возможно применение кошкам и собакам);

- неселективные ингибиторы ЦОГ-1, ЦОГ-2;

- преимущественные ингибиторы ЦОГ-2: мелоксикам (применяется для купирования послеоперационной, острой и хронической боли, в зависимости от формы выпуска его можно применять или кошкам, или собакам либо и тем, и другим), карпрофен (применяется при острой и хронической боли, используется для лечения собак, а для кошек рекомендовано однократное применение);

- высокоселективные ингибиторы ЦОГ-2: робенакоксиб (применяется для купирования послеоперационной, острой и хронической боли, это единственный из коксибов, который можно назначать и кошкам, и собакам), фирококсиб (используется для купирования острой и хронической боли только у собак), мавакоксиб (применяется для купирования острой и хронической боли только у собак);

- антипиретики оказывают жаропонижающее действие: анальгин [2, 3, 4, 6].

Фармакологические эффекты НПВП:

1. Противовоспалительное действие:

а) снижение синтеза простагландинов (Pg);

б) снижение активации ядерных факторов;

в) изменение функциональной активности ионных каналов K, Na, Ca.

2. Анальгетическое действие. Снижение синтеза простагландинов (Pg). Простагландины выделяются в местах повреждения тканей и увеличивают чувствительность болевых рецепторов. Кроме того, ЦОГ-1 и ЦОГ-2 присутствуют и в спинном мозге, где продуцируемые простагландины функционируют как ноцицептивные нейротрансмиттеры независимо от воспалительного ответа. В стволе головного мозга НПВП

включаются в работу антиноцицептивной системы, ингибируя передачу болевых сигналов в заднем роге спинного мозга.

3. Жаропонижающее действие.

4. Антиагрегантное действие [1, 2].

Некоторые правила применения НПВП:

- избегайте одновременного использования НПВП и глюкокортикостероидов;

- избегайте применения фуросемида, соблюдайте осторожность при использовании ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента (АПФ), приема потенциально нефротоксичных препаратов, а также дополнительных препаратов с высоким содержанием белка;

- не рекомендуется использование НПВП у животных с признаками дегидратации, гиповолемии, застойной хронической сердечной недостаточности, почечной и печеночной дисфункции;

- обратите внимание, что существует мало данных, свидетельствующих о снижении риска возникновения побочных эффектов при уменьшении дозы НПВП. Исключением является исследование по мелоксикаму у кошек;

- помните, что некоторые пищевые добавки могут содержать аспирин или другие вещества, ингибирующие ЦОГ;

- можно использовать ингибиторы протонной помпы, антагонисты Н2-гистаминовых рецепторов для минимизации побочных эффектов ЖКТ [3, 4, 5.].

Таким образом, НПВП по праву занимают важное место в повседневной практике ветеринарного врача и являются наиболее широко используемой группой лекарственных средств для животных благодаря своей доступности, простоте применения и комплексному действию. Особенностью современных НПВП является существование многообразия лекарственных форм (таблеток, суспензий), в том числе для местного применения в виде мазей, гелей, спреев, а также свечей и препаратов для парентерального введения. Однако их назначение требует большого внимания и знаний от врача, чтобы среди многих препаратов индивидуально подобрать эффективное и безопасное средство.

Список литературы

1. Ельцова А.А., Бойко Т.В. Результаты анализа факторов, определяющих рациональное назначение нестероидных противовоспалительных лекарственных препаратов для животных // Вестник КрасГАУ. - 2019. - №1 (142). - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-analiza-faktorov-opredelyayuschih-ratsionalnoe-naznachenie-nesteroidnyh-protivovospalitelnyh-lekarstvennyh-preparatov.

2. Ельцова А.А., Бойко Т.В., Чуднов И.Е. и др. Обзор фармацевтического рынка нестероидных противовоспалительных препаратов, предназначенных для лечения животных // Мат-лы науч.-практ. (заочной) конф. с междунар. участием. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2015. – С. 105-109.

3. Каратеев А.Е., Насонов Е.Л., Яхно Н.Н., Ивашкин В.Т., Чичасова Н.В., Алексеева Л.И., Карпов Ю.А., Евсеев М.А., Кукушкин М.Л., Данилов А.Б., Воробьева О.В., Амелин А.В., Новикова Д.С., Драпкина О.М., Копенкин С.С., Абузарова Г.Р. Клинические рекомендации «Рациональное применение нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) в клинической практике» // Современная ревматология. - 2015. - №1. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskie-rekomendatsii-ratsionalnoe-primenenie-nesteroidnyh-protivovospalitelnyh-preparatov-npvp-v-klinicheskoy-praktike

4. Клейменова Н.В., Вольнова В.С. Нестероидные противовоспалительные средства в терапии мелких домашних животных / В сборнике: Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения. // Материалы V международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. - Орел, 2022. - С. 254-259.

5. Седько В. А. НПВП в практике ветеринарного врача-анестезиолога / Ветеринарный Петербург, 2020. - № 1 – стр. 28-29

6. Цыганов, И. В. Горькова, Е. В. Костромичева Особенности условий биосинтеза гентамицина // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения : Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 383-387. – EDN MDHBOV.

Kleymenova N.V., Sazonova V.V., Kleymenov I.S.*

NON-STEROIDAL ANTI-INFLAMMATORY DRUGS IN VETERINARY PRACTICE

N.V. Parakhin Oryol State Agrarian University
*I.S. Turgenev Oryol State University

Abstract. This article examines the use of non-steroidal anti-inflammatory drugs in veterinary practice. Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) have long been used in routine veterinary practice and have proven themselves to be a reliable means of controlling pain and inflammation in small animals. The first drug in this pharmacological group was

acetylsalicylic acid (aspirin), which has a good antipyretic and anti-inflammatory effect. Unfortunately, it has a number of side effects due to its weak selectivity in inhibiting the cyclooxygenase enzyme, suppressing the action of both its isoforms (varieties) – COX-1 and COX-2. For this reason, more selective NSAIDs from the coxibs group are currently gaining ground.

Keywords: nonsteroidal anti-inflammatory drugs, pain, inflammation, pharmacological effects, directions for use, animals

УДК 615.272:616.61-0088.9:619

Клейменова Н.В., Сазонова В.В., Клейменов И.С.*

ФОСФАТБИНДЕРЫ – ПРЕПАРАТЫ НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПОЧЕК

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева*

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос коррекции повышенного уровня фосфора в сыворотке крови и принцип применения фосфатбиндеров при ХБП у животных. Для пациентов с ХБП полезно постоянное снижение потребления фосфатов для поддержания концентрации фосфора в плазме на уровне ниже 1,5 ммоль/л на ранних стадиях и 1,9 ммоль/л на более поздних стадиях (но не менее 0,9 ммоль/л). В рекомендации IRIS по ведению пациентов с ХБП особый акцент сделан на контроле уровня фосфора в крови. В статье проведен анализ типов фосфат-связывающих препаратов, различающихся по составу и механизму действия.

Ключевые слова: фосфатбиндеры, хроническая болезнь почек, метаболизм фосфора, гиперфосфатемия, животные

При хронической болезни почек (ХБП) прогрессируют нарушения фосфорно-кальциевого обмена, что обусловлено снижением функции почек в результате уменьшения количества нефронов. Гиперфосфатемия, снижение синтеза активного витамина D вызывают каскад осложнений, включающих снижение всасывания кальция и увеличение продукции паратиреоидного гормона (ПТГ).

Почки играют центральную роль в метаболизме фосфора. Фосфор свободно фильтруется в почечных клубочках и реабсорбируется в почечных канальцах. Таким образом, экскреция фосфора является результатом клубочковой фильтрации за вычетом канальцевой реабсорбции микроэлемента. Если потребление фосфора с пищей остается

постоянным, снижение скорости клубочковой фильтрации приведет к задержке фосфора и, в конечном счете, к гиперфосфатемии. Однако на ранних стадиях хронической болезни почек концентрация фосфора в сыворотке крови остается хорошо регулируемой из-за компенсаторного снижения реабсорбции фосфора в почечных канальцах. Адаптация почечных канальцев происходит как следствие фосфатурических эффектов ФГФ23 (фактор роста фибробластов) и ПТГ (паратиреоидного гормона). Однако, когда скорость клубочковой фильтрации снижается более чем на 20% от нормы, этот адаптивный эффект достигает своего предела, и возникает гиперфосфатемия. В патофизиологической основе этого синдрома лежит задержка фосфатов, вызванная сниженной способностью пораженных почек выводить фосфор. Гиперфосфатемия ассоциирована с прогрессированием ХБП и ухудшением прогноза у пациентов. Контроль уровня фосфатов крайне важен у пациентов со стойкой гиперфосфатемией [2, 3, 4].

Основными последствиями задержки фосфора и гиперфосфатемии являются прогрессирование ХБП, вторичный почечный гиперпаратиреоз и связанная с ним остеодистрофия. Замечена связь между увеличением смертности и повышенными концентрациями фосфора в сыворотке крови у людей, кошек и собак с ХБП.

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что для пациентов с ХБП полезно постоянное снижение потребления фосфатов для поддержания концентрации фосфора в плазме на уровне ниже 1,5 ммоль/л на ранних стадиях и 1,9 ммоль/л на более поздних стадиях (но не менее 0,9 ммоль/л). В рекомендации IRIS по ведению пациентов с ХБП особый акцент сделан на контроле уровня фосфора в крови.

Для достижения этой цели можно последовательно применять следующие меры:

1. Ограничение содержания фосфатов в корме (клиническая почечная диетотерапия).

2. Если после начала диетотерапии концентрация фосфатов в плазме сохраняется на уровне выше целевого, стоит использовать кишечные фосфатбиндеры, такие как карбонат (ацетат) кальция, гидрооксид алюминия, севеламер и карбонат лантана. Требуемая доза будет варьировать в зависимости от количества потребляемого с кормом фосфора и от стадии заболевания почек [1, 4].

Фосфатбиндеры – соединения, которые вводят перорально с пищей, чтобы «задержать» фосфор в кишечнике, тем самым увеличивая его выведение с калом. Крайне важно чтобы фосфатбиндеры принимались во время еды. Препараты для связывания фосфора должны быть смешаны с едой, либо поступить в ЖКТ сразу после кормления или в течение 30 минут после него. Только тогда эти лекарства будут препятствовать

поступлению фосфора в организм. Если пациент получает пищу несколькими порциями в день, общую суточную дозу препарата следует разделить и вводить в каждое кормление. Фосфатбиндеры наиболее эффективны при применении в сочетании с диетой с ограниченным содержанием фосфора. Но нужно обратить внимание, что пациенты с уровнем фосфора в желаемом диапазоне имеют риск развития гиперкальциемии. В этом случае крайне важен мониторинг кальция в сыворотке крови и ограничение использования препаратов, содержащих кальций [2, 5].

Существует несколько типов фосфатбиндеров, которые различаются по составу и механизму действия (табл. 1).

Таблица 1. - Сравнение основных фосфатбиндеров

Тип фосфатбиндера	Эффективность	Безопасность при длительном применении	Влияние на уровень кальция	Стоимость
Гидроксид алюминия	Высокая	Низкая (ограничение по длительности)	Не влияет	Низкая
Карбонат кальция	Средняя-высокая	Средняя-высокая (контроль кальция)	Повышает	Средняя – выше среднего
Севеламер	Высокая	Высокая	Не влияет	Выше среднего
Карбонат лантана	Высокая	Высокая	Не влияет	Выше среднего
Хитозан	Низкая-средняя	Высокая	Не влияет	Средняя

Вот основные виды:

- Гидроксид алюминия: эффективный и недорогой препарат. Однако, его нельзя использовать длительно из-за риска накопления алюминия в организме. Обычно назначается короткими курсами (не более 2–3 недель) для быстрого снижения фосфора. Пример – Альмагель (зеленый).

- Карбонат кальция: более мягкий и безопасный препарат для длительного применения. Помимо связывания фосфора, он также поставляет кальций в организм, что может быть полезно при ХБП.

Противопоказан при повышенном уровне кальция в крови. Торговые названия: Ренал, Нефроантитокс, Ипакитине, Пронефра.

- Севеламер: современный и эффективный фосфатбиндер, который не содержит кальция и алюминия. Хорошо переносится и безопасен для длительного применения. Активно используется в классической медицине. Торговое название: Селамерекс/Севэлла.

- Карбонат лантана: еще один современный и безопасный фосфатбиндер. Минимальный риск побочных эффектов. Эффективно снижает уровень фосфора. Не содержит кальций в своем составе, то есть можно использовать при гиперкальциемии.

- Хитозан: натуральный фосфатбиндер, получаемый из панцирей ракообразных. Часто входит в состав кормовых добавок для почек. Обладает свойством энтеросорбента.

Компания ООО «Неотерика Рус» выпустила препарат нефроланвет, основное действующее вещество которого – карбонат лантана. Это соединение легко связывается в кишечнике с фосфором и выводится в виде фосфата лантана с фекалиями, практически не усваиваясь в кишечнике. Удобная форма, доступная цена и вкусовые качества нефроланвет позволяют пациентам успешно удерживать уровень фосфора сыворотки крови на целевом уровне.

В ряде случаев может потребоваться комбинация фосфатбиндеров. Пациентам на поздних стадиях ХБП может быть уже недостаточно рациона с ограничением фосфора и одного фосфатбиндера. Тогда мы подключаем второй препарат. Например, кошка может получать рацион, в котором уже есть карбонат кальция в достаточном количестве и препарат алюминия гидроксида. Если у нее будет сохраняться гиперфосфатемия, то мы рассмотрим добавление карбоната лантана или севеламера карбоната [1].

В заключение необходимо подчеркнуть, что хроническая болезнь почек – это сложный многофакторный процесс, многие звенья которого до сих пор остаются неясными. Ошибкой было бы думать, что только назначение фосфатбиндеров и нормализация уровня неорганического фосфора (Pi) в сыворотке способны кардинально решить проблему лечения нарушений фосфорно-кальциевого обмена и многообразных последствий этих нарушений.

Список литературы

1. Войтова Л.Ю., Медведев И.Н., Зеленова Е.М. Динамика биохимического состава крови в ответ на экспериментальное применение фосфатбиндеров в модели третьей стадии хронической почечной недостаточности, выполненной на кошках // Современные проблемы науки и образования. - 2016. - № 6. -

URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=25352

2. Войтова Л.Ю., Медведев И.Н., Зеленова Е.М. Экспериментальная оценка коррекционных возможностей фосфатбиндеров в отношении экскреторной функции почек на модели хронической почечной недостаточности у кошек // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5.

3. Иванов Д.Д. Фосфорно-кальциевый обмен при хронической болезни почек // Почки. - 2012. - №1. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fosforno-kaltsievyy-obmen-pri-hronicheskoy-bolezni-pochek

4. Колбин А.С., Курылев А.А., Котенко О.Н., Волгина Г.В. Анализ медицинской технологии коррекции гиперфосфатемии при хронической болезни почек // Качественная клиническая практика. - 2013. - №3. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-meditsinskoy-tehnologii-korrektsii-giperfosfatemii-pri-hronicheskoy-bolezni-pochek

5. Феденева А. Роль фосфатбиндеров в терапии хронической болезни почек // Современная ветеринарная медицина. – 2022. - № 6. – стр. 10-11

6. Шутов Е.В. Использование в рутинной практике фосфатбиндера – оксигидроксида железа и его влияние на осложнения хронической болезни почек // Эффективная фармакотерапия. - 2024. - №42. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-v-rutinnoy-praktike-fosfatbindera-oksigidroksida-zheleza-i-ego-vliyanie-na-oslozhneniya-hronicheskoy-bolezni-pochek

Kleymenova N.V., Sazonova V.V., Kleymenov I.S.*

PHOSPHATE BINDERS – MEDICATIONS ESSENTIAL FOR PATIENTS WITH CHRONIC KIDNEY DISEASE

N.V. Parakhin Oryol State Agrarian University
*I.S. Turgenev Oryol State University

Abstract. This article examines the correction of elevated serum phosphorus levels and the principle of using phosphate binders in CKD in animals. Patients with CKD benefit from a continuous reduction in phosphate intake to maintain plasma phosphorus concentrations below 1.5 mmol/L in the early stages and 1.9 mmol/L in later stages (but not less than 0.9 mmol/L). The IRIS guidelines for the management of patients with CKD place particular emphasis on monitoring blood phosphorus levels. This article analyzes different types of phosphate binders, differing in composition and mechanism of action.

Keywords: phosphate binders, chronic kidney disease, phosphorus metabolism, hyperphosphatemia, animals

УДК 636.085.2

Лищук А.П., Малахова Н.А., Пискунова О.Г.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ВИТАМИНОВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы роли витаминов в жизнедеятельности животных. Витамины являются незаменимыми регуляторами обмена веществ, обеспечивающими здоровье, продуктивность, плодовитость и функциональную деятельность животных и птицы.

Ключевые слова: повышение продуктивности, биосинтез, витамин А, каротин, крупный рогатый скот, телята, птица, тонкий отдел кишечника, печень.

Витамины входят в состав коферментов, то есть являются небелковыми компонентами сложных ферментов (витамины группы В).

Витамины стимулируют биосинтез физиологически активных белков (витамины А, группы D, К и др.), катализируют окислительно-восстановительные реакции (витамины А, С), участвуют в образовании клеточных гормонов

Витамины поступают в организм в минимальных количествах (100-200 мг), поэтому не являются энергетическим материалом, не идут на построение тканей организма, но являются физиологически активными веществами. Большинство витаминов не образуется в организме и должно поступать с кормом. [1]

Витамины в кормлении крупного рогатого скота.

Витамины являются незаменимыми регуляторами обмена веществ, обеспечивающими здоровье, продуктивность, плодовитость и функциональную деятельность животных и птицы. Входя в соединения со специфическими белками и в состав ферментных систем, витамины выполняют функции биологических катализаторов химических реакций или реагентов фотохимических процессов, протекающих в живых клетках. Существенная роль принадлежит витаминам в работе биологических мембран. Витамины проявляют биологическую активность в весьма малых концентрациях. Это обстоятельство свидетельствует о том, что они не являются пластическими и энергетическими материалами.[3]

Витамины являются жизненно необходимыми компонентами сбалансированного кормления. Но некоторым животным не обязательно нужны все известные витамины, так как их организм способен к самостоятельному биосинтезу отдельных биологически активных веществ. Ряд витаминов вырабатывается микрофлорой, населяющей содержимое

преджелудков у жвачных и толстого кишечника у других видов. Какое-то количество этих витаминов, по-видимому, всасывается в тонком кишечнике и используется организмом.[3]

Можно только отметить, что внутренние источники витаминов исключают развитие в организме явных признаков авитаминозов, однако они не ликвидируют скрытые формы их дефицита - гиповитаминозы и болезни витаминной недостаточности. В свою очередь гиповитаминозы при современных формах интенсивного содержания животных могут существенно снижать приросты массы, плодовитость, и другие показатели продуктивности, а также увеличивать падеж, в частности от инфекционных болезней. Скрытая витаминная недостаточность наносит большой ущерб животноводству: снижается усвояемость корма, повышается себестоимость животноводческой продукции, сокращается ее количество. При гиповитаминозах понижается также содержание витаминов в молоке, масле.

Минимальной потребностью в витаминах можно считать такое их количество, которое должно ежедневно получать животное, чтобы устранить симптомы или предотвратить появление витаминной недостаточности.

Оптимальная потребность подразумевает такую дозировку витаминов, которая у животных обеспечивает наилучшие нормы продуктивности, прироста, усвоения корма и здоровье.[5]

Использование малых количеств витаминных и других добавок требует минимальных размеров их частиц, однако увлекаться значительным уменьшением размеров частиц не следует, так как это приводит к снижению стабильности препарата, в частности ретинолов и кальциферолов, а также к ухудшению сыпучести формы. Так, микрогранулы ретинолов и кальциферолов имеют лучшую стабильность при размере частиц свыше 150 мкм. Поэтому правильнее стремиться не к минимальному, а к оптимальному размеру частиц витаминов, исходя из всех влияющих на это факторов.[3]

Для производства полноценных сбалансированных кормов применяют следующие витамины: ретинола ацетат и ретинола пальмитат (витамин А), эргокальциферол (витамин D2), холекальциферол (витамин D3), токоферол (витамин Е), менадион (витамин К3), тиамин (витамин В1), рибофлавин (витамин В2), пантотеновую кислоту (витамин В3), холин (витамин В4), никотиновую кислоту (витамин РР), пиридоксин (витамин В6), фолиевую кислоту (витамин Вс или В9), цианокобаламин (витамин В12), аскорбиновую кислоту (витамин С) и биотип (витамин Н).[5]

Для сохранения равномерного состава микрофлоры рубца необходимо, чтобы главный компонент основного корма был постоянным в течение круглого года, т. е. при пастбищном и особенно во время

стойлового периода. Животные на последней трети стельности (коровы и нетели) получают такое же питание, как и коровы с удоем 10--15 кг молока. Возрастающая интенсификация производства молока, концентрация поголовья и связанное с этим сокращение пастбищ настоятельно требуют регулярных минеральных и витаминных добавок к кормам. Особое значение придается Ca, P, Mg, Mn, Fe, Cu, Co, Zn, J и витаминам A, D и E.

Суточная потребность в период стельности - 65 000 ИЕ витамина А, 10 000 ИЕ витамина D2 и 1000 ИЕ витамина Е в условиях промышленного содержания должна удовлетворяться дачей витаминно-минеральных смесей в течение 8 недель до отела и 8 недель после отела.

Парентеральное введение этих витаминов следует применять лишь в качестве экстренной терапии в неблагополучных стадах и в тех случаях, когда продолжительные добавки их в корм не оправдали себя.

Примерная суточная потребность в питательных и минеральных веществах и витаминах нетели (или коровы) на 7--9-м месяце стельности составляет: масса сухого вещества - 14000 г, крахмальные эквиваленты - 6000 г, переваримый белок - 900 г, кальций - 75 г, фосфор - 50 г, железо - 850 мг, медь - 140 мг, марганец - 500 мг, цинк - 500 мг, кобальт - 1,4 мг, йод - 5 мг, витамин А- 65 000 ИЕ, витамин D2 - 5 000 - 10 000 ИЕ, витамин Е - 1 000 ИЕ.[3]

Список литературы

1. Валдман А.Р. Значение витаминов в питании сельскохозяйственных животных и птицы. /Издательство академии наук, Москва, 1998

2. Лищук А.П. Биотехнология в ветеринарии. //Материалы V международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2022

3. Лищук А.П., Малахова Н.А., Пискунова О.Г. /Содержание каротина и витамина, а в молоке / Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения. Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2025. С. 162-164.

4. Лушников А. В., Гнеушева И. А., Солохина И. Ю. Витаминизация биомассы Saccharomyces cerevisiae // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 91-93. – EDN AYFLGV.

Lishchuk A.P., Malakhova N.A., Piskunova O.G.

BIOLOGICAL ROLE OF VITAMINS

FSBEE HE Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russian Federation

Abstract. This article examines the prevalence and causes of hepatosis in dogs. In its broadest sense, pancreatitis is an inflammatory disease of the pancreas resulting from premature activation of proenzymes in acinar cells [1, 5]. Factors that contribute to or cause hepatosis include excessive liver secretion, triggered by fatty foods, obesity, insufficient exercise, and stress [4]. The increasing prevalence of hepatopathies in animals, the complexity of diagnosis, and the variability of therapeutic approaches necessitate veterinary specialists to study this problem.

Key words: productivity enhancement, biosynthesis, vitamin A, carotene, cattle, calves, poultry, small intestine, liver.

УДК 636.085.2

Лищук А.П., Малахова Н.А., Пискунова О.Г.

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ВИТАМИНОВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрены исторические моменты открытия витаминов. В 1906 году Фредерик Хопкинс предположил, что помимо белков, жиров, углеводов и т.д. пища содержит еще какие-то вещества, необходимые для человеческого организма, которые он назвал "добавочными факторами"

Ключевые слова: цинга, белки, жиры, куриная слепота, витамины, печень, витамин А.

Важность некоторых видов еды для предотвращения определенных болезней была известна еще в древности. Так, древние египтяне знали, что печень помогает от куриной слепоты. Ныне известно, что куриная слепота может вызываться недостатком витамина А. В 1330 году в Пекине монгол Ху Сыхуэй, опубликовал трехтомный труд "Важные принципы пищи и напитков", систематизировавший знания о терапевтической роли питания и утверждавший необходимость для здоровья комбинировать разнообразные продукты.[3]

В 1747 году шотландский врач Джеймс Линд открыл свойство цитрусовых предотвращать цингу. В 1753 году он опубликовал трактат "Лечение цинги". Однако эти взгляды получили признание не сразу. Тем

не менее Джеймс Кук на практике доказал роль растительной пищи в предотвращении цинги, введя в корабельный рацион кислую капусту. В результате он не потерял от цинги ни одного матроса - неслыханное достижение того времени. В 1795 лимоны и другие цитрусовые стали стандартной добавкой к рациону британских моряков. [3]

В 1880 году русский биолог Николай Лунин скармливал подопытным мышам по отдельности все известные элементы, из которых состоит коровье молоко: сахар, белки, жиры, углеводы, соли. Мыши погибли. В то же время мыши, которых кормили молоком, нормально развивались. В своей диссертационной работе Лунин сделал вывод о существовании какого-то неизвестного вещества, необходимого для жизни в небольших количествах. Вывод Лунина был прият в штыки научным сообществом. Другие ученые не смогли воспроизвести его результаты. Одна из причин была в том, что Лунин использовал тростниковый сахар, в то время как другие исследователи использовали молочный сахар, плохо очищенный и содержащий некоторое количество витамина В [1].

В последующие годы накапливались данные, свидетельствующие о существовании витаминов. Так, в 1889 году голландский врач Христиан Эйкман обнаружил, что куры при питании вареным белым рисом заболевают бери-бери, а при добавлении в пищу рисовых отрубей - излечиваются. Роль неочищенного риса в предотвращении бери-бери у людей открыта в 1905 году Уильямом Флетчером. В 1906 году Фредерик Хопкинс предположил, что помимо белков, жиров, углеводов и т.д. пища содержит еще какие-то вещества, необходимые для человеческого организма, которые он назвал "добавочными факторами". Последний шаг был сделан в 1911 году польским ученым Казимиром Функом. Он выделили кристаллический препарат, небольшое количество которого излечивало бери-бери. Препарат был назван "Витамайн". Функ высказал предположение, что и другие болезни - цинга, пеллагра, рахит - тоже могут вызываться недостатком каких-то веществ [4].

В 1929 году Хопкинс и Эйкман за открытие витаминов получили Нобелевскую премию, а Лунин и Функ - не получили. В 1934 году в Ленинграде состоялась «Первая всесоюзная конференция по витаминам».

В 1910-е, 1920-е и 1930 годы были открыты и другие витамины. В 1940-е годы была расшифрована химическая структура витаминов [2].

Список литературы

1. Лищук А.П., Малахова Н.А., Пискунова О.Г. /Значение витамина А для крупного рогатого скота/ Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения. Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2025. С. 235-239.

2. Лищук А.П., Малахова Н.А., Пискунова О.Г. /Содержание каротина и витамина А в молоке / Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения. Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2025. С. 162-164.

3. Хохрин С.Н. Корма и кормление животных. /Хохрин С.Н. // Изд-во: Санкт-Петербург: "Лань", 2002. - 512 с.

4. Гнеушева, И. А. Исследование кинетики и оптимизация условий ферментолиза соломы злаковых культур целевой композицией ферментов / И. А. Гнеушева, И. В. Горькова, И. Ю. Солохина // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова. – 2025. – Т. 21, № 2. – С. 11-19. – EDN EWHMXV.

Lishchuk A.P., Malakhova N.A., Piskunova O.G.

HISTORY OF THE DISCOVERY OF VITAMINS

FSBEE HE Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russian Federation

Abstract. This article examines the historical moments of the discovery of vitamins. In 1906, Frederick Hopkins proposed that, in addition to proteins, fats, carbohydrates, and so on, food contains other substances essential to the human body, which he called "additional factors."

Key words: scurvy, proteins, fats, night blindness, vitamins, liver, vitamin A.

УДК 636.085.2

Лищук А.П., Малахова Н.А., Пискунова О.Г.

ПОНЯТИЕ О ВИТАМИННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КОРМОВ И КЛАССИФИКАЦИЯ ВИТАМИНОВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы витаминной обеспеченности кормов для сельскохозяйственных животных. При неудовлетворительном снабжении организма витаминами, во-первых, нарушаются образование ферментов и регуляция биосинтеза; во-вторых, изменяются обмен веществ и специфические функции клеток, что влечет за собой появление признаков заболеваний незаразного характера, которые получили название авитаминозов.

Ключевые слова: повышение продуктивности, биосинтез, витамин A, D, B, корма, крупный рогатый скот, птица, тонкий отдел кишечника, печень, минерализация костей.

Слово "витамин" происходит от латинского слова "vita", означающего "жизнь". Витамины - органические соединения, обладающие высокой биологической активностью в малых дозах, необходимые для жизнедеятельности организма. Основное их количество поступает в организм с пищей, и только некоторые синтезируются в кишечнике обитающими в нем полезными микроорганизмами, однако в этом случае их бывает не всегда достаточно [3].

Витамины - органические соединения, обладающие высокой биологической активностью в малых дозах, необходимые для жизнедеятельности организма. Поступают в организм с кормом в готовом к использованию в виде или в форме предшественников, преобразующихся в активные вещества уже в организме животного [6].

Витамин D стимулирует всасывание кальция и фосфора в кишечнике коровы, поддерживает их уровень в сыворотке крови, регулирует минерализацию костей. Он оказывает влияние на обмен углеводов, на деятельность желез внутренней секреции (гипофиз, паращитовидную, надпочечники и поджелудочную). Витаминную обеспеченность кормов определяет наличие в них того или иного витамина. Например, А-витаминная обеспеченность, D-витаминная обеспеченность, В1-витаминная обеспеченность и т.д. Содержание витаминов в кормах выражается или в международных единицах (МЕ), или в весовых единицах (мг) в расчете на 1 кг корма при натуральной влажности или на 1 кг сухого вещества. За 1 МЕ принимается такое количество чистого вещества витамины, которое предотвращает появление признаков недостаточности витамина у серой мыши (мышиные единицы - м.е.). Например, 1 МЕ витамина А равна 0,6 мкг чистого бета-каротина или 0,3 мкг ацетата витамина А [1, 5].

Все витамины, содержащиеся в кормах, классифицируют по их растворимости и по физиологическому действию - участию в клеточном обмене.

По первому признаку все витамины подразделяют на жирорастворимые и водорастворимые. К жирорастворимым витаминам относятся А, D, Е, К; к водорастворимым - витамины группы В и витамин С. По роли в клеточном обмене их делят на витамины с биокаталитическим действием и витамины с индуктивным действием. Витамины, действующие биокаталитически, участвуют в построении ферментов и входят в их состав. К ним принадлежат витамины комплекса В4, и витамин К. Например, витамин В1 (тиамин) входит в состав

карбоксилазы, В2 (рибофлавин) - дегидрогеназы, В6 (пиридоксин) - декарбоксилазы и трансамилазы и др. [2].

Витамины с индуктивным действием — это те, основное значение которых состоит в поддержании дифференциации тканей, упорядочении клеточных структур. К ним относятся витамины А, D, Е, С и холин (витамин В4), обладающий липотропным фактором. Эти витамины осуществляют свое действие через регулирование процессов, определяющих биосинтез.

При неудовлетворительном снабжении организма витаминами, во-первых, нарушаются образование ферментов и регуляция биосинтеза; во-вторых, изменяются обмен веществ и специфические функции клеток, что влечет за собой появление признаков заболеваний незаразного характера, которые получили название авитаминозов. При этом наступают морфологические и функциональные изменения в клетках и тканях организма, катастрофически снижается продуктивность животных.

Болезни витаминной недостаточности у продуктивных животных проявляются и обостряются во время роста, беременности и лактации, а у птиц - яйцекладки. Потребность в витаминах увеличивается по мере повышения напряженности обмена веществ, обусловленной продуктивностью животных.

Гиповитаминозы возникают при легкой форме витаминной недостаточности в кормах. При острых и хронических заболеваниях животных, особенно желудочно-кишечного тракта, витамины корма плохо усваиваются организмом и развиваются эндогенные (внутренние) гиповитаминозы. При сильном передозировании витаминов по сравнению с рекомендуемыми нормами потребности у животных возникают гипервитаминозы. При гипервитаминозах наблюдаются расстройства обмена веществ, сопровождающиеся интоксикацией организма. Поэтому в практике кормления животных обращают внимание на контроль и регулирование витаминного питания. Внешние признаки недостаточности витаминного питания животных проявляются разнообразно.

Источниками витаминов для животных служат, прежде всего, натуральные корма, микробиологический синтез в рубце жвачных, биосинтез в организме и витаминные препараты [4].

Список литературы

1. Лищук А.П. Значение витамина А для крупного рогатого скота / А.П. Лищук, Н.А. Малахова, О.Г. Пискунова. –. Мат. VIII Межд. науч.-практ. интернет-конф. по актуальным проблемам в области биотехнологии «Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения». – Орел, 2025. – С. 235-239.

2. Лищук А.П. Использование результатов биотехнологических исследований в сельскохозяйственном производстве / А.П. Лищук, Н.А. Малахова, О.Г. Пискунова. – Мат. VIII Межд. науч.-практ. интернет-конф. по актуальным проблемам в области биотехнологии «Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения». – Орел, 2025. – С. 119-122.

3. Хохрин С.Н. Корма и кормление животных. / Хохрин С.Н. // Изд-во: Санкт-Петербург: Лань, 2002. - 512 с.

4. Валоризация растительных отходов в биологически активную кормовую добавку с помощью Corynebacteriumglutamicum / И. В. Горькова, И. А. Гнеушева, Е. В. Костромичева, И. Ю. Солохина // Животноводство в современных условиях: новые вызовы и пути их решения : материалы III международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора А.М. Гуськова, Орел, 19 февраля 2025 года. – Орел: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2025. – С. 153-158. – EDN PQCRJD.

5. Лушников А. В., Гнеушева И. А., Солохина И. Ю. Витаминизация биомассы Saccharomyces cerevisiae // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 91-93. – EDN AYFLGV.

6. Гнеушева И. А., Лушников А. В. Перспективы использования отходов производства в технологях получения кормовой биопродукции // Передовые научно-технические проекты в биотехнологии: Материалы III Всероссийской научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 23 апреля 2024 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, 2024. – С. 136-140. – EDN MOTNXJ.

Lishchuk A.P., Malakhova N.A., Piskunova O.G.

THE CONCEPT OF VITAMIN SUPPLY OF FEED AND CLASSIFICATION OF VITAMINS

FSBEE HE Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russian Federation

Abstract. This article examines the vitamin nutritional value of livestock feed. Insufficient vitamin supply disrupts enzyme production and biosynthesis regulation, altering metabolism and specific cellular functions, leading to the development of non-communicable diseases known as avitaminosis.

Key words: productivity enhancement, biosynthesis, vitamins A, D, B, feed, cattle, poultry, small intestine, liver, bone mineralization.

УДК 619:636

Малахова Н.А., Масалов В.Н., Пискунова О.Г., Лищук А.П.

ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВАЗОДИЛАТАТОРНОГО ШОКА У ЖИВОТНЫХ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В данной статье описаны механизмы, лежащие в основе вазодилататорного шока, роль антиоксидантов в "метаболической реанимации" сосудорасширяющего коктейля. Акцентируется внимание на том, что гиповолемический, кардиогенный и обструктивный шок имеют схожие клинические характеристики, указывающие на плохое системное кровообращение. Несмотря на различные первичные нарушения во всех случаях шок приводит к недостаточной доставке кислорода к клеткам, в результате чего метаболические потребности клеток не удовлетворяются.

Ключевые слова: шок, сердечно-сосудистая недостаточность, вазопрессин, вазодилатация, патогенез

Вазодилататорный (распределительный) шок - шок, связанный с неправильным распределением жидкости в сосудистом русле. Вазодилататорный (распределительный) шок характеризуется снижением тонуса периферических сосудов при нормальном или сниженном объеме крови, нарушением транспорта и утилизации кислорода на тканевом уровне. Ключевую роль в этом процессе играют микроциркуляторный и митохондриальный дистресс, а также синдром глобального усиления сосудистой проницаемости.

Согласно современным представлениям патологической физиологии при вазодилататорном шоке проявляется неспособность клеток к эффективной утилизации кислорода, что сопровождается переключением клеточного метаболизма на анаэробный путь с возникновением энергетического дефицита. В результате возникает программируемая смерть клеток (апоптоз) и запуск синдрома системного воспалительного ответа.

Вазодилататорный или сосудорасширяющий шок может быть вызван сепсисом, анафилаксией, отравлениями, тяжёлой политравмой, синдромом системного воспалительного ответа или повреждением нервной системы, чаще головного мозга и нервов.

Наиболее распространенной причиной сосудорасширяющего шока является сепсис. Кроме сепсиса, спровоцировать вазодилататорный шок может острый панкреатит, вазоплегия, низкое содержание кальция в сыворотке крови.

Шок — это синдром, характеризующийся гипоперфузией. Выделяют четыре подтипа шока: гиповолемический, кардиогенный, обструктивный и распределительный. Эти категории представляют собой основные патофизиологические нарушения, приводящие к сердечно-сосудистой недостаточности.

Гиповолемический, кардиогенный и обструктивный шок обычно сопровождаются снижением сердечного выброса и высоким сопротивлением [3, 4]. Следовательно, собаки с гиповолемическим, кардиогенным шоком и обструктивным шоком часто имеют схожие клинические характеристики, указывающие на плохое системное кровообращение несмотря на различные первичные нарушения [2].

Сосудорасширяющий шок обычно развивается из-за недостатка вазоконстрикции, а не из-за недостатка вазоконстрикторов. При сепсисе заметно повышается концентрация циркулирующих катехоламинов, что отчасти является причиной гиперлактатемии и активации ренин-ангиотензин-альдостероновой системы. Таким образом, сигналы к сужению присутствуют, но кровеносные сосуды не реагируют, несмотря на такое большое количество пусковых механизмов. Большая часть информации о механизмах, лежащих в основе вазодилататорного шока, получена на основе естественных или воспроизведенных моделей сепсиса.

Следовательно, некоторые из них могут не соответствовать всем причинам вазодилатационного шока. Например, вазодилатация, связанная с анафилаксией, более просто объясняется действием гистамина [1]. После провоцирующего воздействия аллергена дегрануляция тучных клеток высвобождает гистамин в циркуляцию, который вызывает вазодилатацию артериол через процесс, опосредованный цАМФ.

Несколько различных механизмов могут быть вовлечены в ассоциированный с сепсисом вазодилатационный шок. Первый важный механизм включает активацию индуцибельной синтазы оксида азота (iNOS). Провоспалительное состояние, преобладающее при сепсисе, вызывает регуляцию iNOS в эндотелиальных клетках и гладкомышечных клетках сосудов. Оксид азота митохондриального происхождения (mtNOS) также может играть роль в вазодилататорном шоке. Возникающее в результате этого увеличение синтеза NO приводит к двум важным процессам: активации фосфатаз легких цепей миозина, способствующих вазодилатации, и активации калиевых каналов, чувствительных к кальцию (KCa), в плазматических мембранах сосудистых гладкомышечных клеток.

Эти KCa -каналы обычно участвуют в притуплении вазоконстриктивного ответа [6].

Увеличение цитозольного [Ca2+], которое происходит при фармакомеханическом соединении, приводит к открытию Kca-каналов и гиперполяризации плазматической мембраны, что приводит к вазодилатации. Оксид азота непосредственно активирует эти Kca-каналы, либо путем прямого нитрозилирования канала или через активацию цМФ-зависимых путей. Экспериментальные ингибиторы NO могут улучшить сердечно-сосудистую функцию при сепсисе, даже если их влияние на выживаемость неясно. Однако оксид азота имеет и другие физиологические функции, помимо влияния на диаметр кровеносных сосудов (например, антитромбоцитарное действие, бактерицидная активность), поэтому простое блокирование выработки NO не может быть идеальным решением при септическом шоке [7].

Другой предполагаемый механизм вазодилататорного шока связан с ролью АТФ-чувствительных калиевых каналов на гладкомышечных клетках сосудов. Активация этих KATP каналов вызывает отток калия из гладкомышечных клеток, что в свою очередь, приводит к гиперполяризации мембраны, что ограничивает приток кальция и, следовательно, способствует вазодилатации. Эти KATP-каналы обычно закрыты в нормальных условиях, но активируются в условиях тканевой гипоксии или повышенного тканевого метаболизма (например, снижение концентрации АТФ в клетках, снижение клеточного pH и повышение лактата). (NEJM) Другие физиологические стимулы для активации каналов KATP включают оксид азота, предсердные натрийуретические пептиды и аденозин. Фармакологические агенты также могут стимулировать каналы KATP (например, диазоксид) или ингибировать их (например, пероральные антигипергликемические сульфонилмочевины).

Третий важный механизм связан с дефицитом вазопрессина. На ранних стадиях септического шока наблюдается заметное увеличение выброса вазопрессина из задней доли гипофиза. Однако дефицит вазопрессина отмечается на более поздних стадиях сердечно-сосудистой недостаточности, что контрастирует с относительным обилием других вазоконстрикторов в плазме крови (например, норадреналина, AGII). Вазопрессин способствует вазоконстрикции и задержке воды, что приводит к сохранению артериального давления. Возможные объяснения дефицита вазопрессина включают истощение гипофизарных запасов в условиях гиперосмолярности и устойчивой стимуляции барорефлекса. Существует заметный гемодинамический ответ на введение экзогенного вазопрессина в периоды дефицита вазопрессина [5].

Метаболиты арахидоновой кислоты, в частности простациклин (PGI2), могут играть определенную роль в патогенезе

сосудорасширительного шока. Простациклин индуцирует вазодилатацию через cAMP-опосредованную систему секреторных мессенджеров. В септических состояниях наблюдается повышение уровня PGI2, главным образом через индуцибельный фермент ЦОГ-2, и он может играть незначительную роль в сосудистой гипореактивности. Ингибирование ЦОГ-2 нестероидными противовоспалительными препаратами не оказывает положительного влияния на исходы сепсиса [7].

Свободные радикалы также могут играть определенную роль в патогенезе сосудистого шока. Свободные радикалы - это нестабильные химические вещества, образующиеся из кислорода (например, супероксид-анионы, гидроксильные радикалы) или NO (например, пероксинитрит). При септических состояниях наблюдается повышенное образование NO и супероксида, что приводит к повышению концентрации пероксинитрита, который был связан с цитотоксичностью и гибелью клеток. Пероксинитрит также связан с уменьшением количества а-адренорецепторов и может нарушать фармакомеханическую связь, связанную с норадреналином [5]. Супероксидные ионы также окисляют и, следовательно, дезактивируют катехоламины во время септического шока.

Экспериментальные исследования показывают, что супероксиддисмутаза, фермент, катализирующий распад супероксида на кислород или перекись водорода, может улучшить артериальное давление и вазореактивность. Следует также учитывать роль кортикостероидной недостаточности, связанной с критическими заболеваниями (CIRCI), в развитии вазодилатационного шока. У некоторых септических пациентов можно отметить относительную надпочечниковую недостаточность. Прием кортикостероидов может усилить вазоконстрикторный ответ на катехоламины. Объяснение потенциальных гемодинамических преимуществ кортикостероидов не до конца понятно [7]. Одно из возможных объяснений - ингибирование NFkB, важного транскрипционного фактора, участвующего в выработке воспалительных цитокинов, может снижать выработку NO и, следовательно, ослаблять вазодилататорное состояние.

Вазодиляторный шок - угрожающее жизни состояние, которое требует быстрого лечения, для предотвращения необратимого повреждения органов или смерти от полиорганной недостаточности.

Список литературы

1. Белкин Б.Л. Аллергические реакции I типа: патогенез, основные клинические формы / Б.Л. Белкин, Н.А. Малахова, А.В. Масалова, А.А. Деркач // Вестник аграрной науки. – Орел: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2021. – № 3 (90). –С. 84-88

2. Белкин Б.Л. Первичная и вторичная тканевая гипоксия: этиология и патогенез, формирование приспособительных реакций / Б.Л. Белкин, Н.А. Малахова, А.В. Масалова, А.А. Деркач // Вестник аграрной науки. – Орел: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2021. – № 9 (93). – С. 21-24.

3. Бойцов С.А. Кардиогенный шок - современное состояние проблемы / С.А. Бойцов [и др.] // РКЖ, 2019. – №10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kardiogennyy-shok-sovremennoe-sostoyanie-problemy.

4. Григорьев Е.В. Кардиогенный шок: обновление / Е.В. Григорьев // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2019. – №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kardiogennyy-shok-obnovlenie.

5. Малахова Н.А. Патофизиологические основы нарушений периферического кровообращения и микроциркуляции / Н.А. Малахова, В.Н. Масалов, О.Г. Пискунова. – Орел, 2015. – 56 с.

6. Малахова Н. А. Механизмы развития вазодилататорного шока / Н.А. Малахова, О.Г. Пискунова, А.П. Лищук // Мат. III Межд. науч.-практ. интернет-конф. «Научные исследования – сельскохозяйственному производству» – Орёл, Картуш, 2024. – 416 с.

7. Нургалиева К. С. Применение вазоактивных препаратов при септическом шоке / Нургалиева К. С. // Вестник КазНМУ. 2012. – №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-vazoaktivnyh-preparatov-pri-septicheskom-shoke.

Malakhova N.A., Masalov V.N., Piskunova O.G., Lischuk A.P.

PATHOPHYSIOLOGICAL BASIS OF VASODILATOR SHOCK IN ANIMALS

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian UniversityN.V. Parakhin"

Abstract. This article describes the mechanisms underlying vasodilator shock, the role of antioxidants in the "metabolic resuscitation" of a vasodilator cocktail. Attention is focused on the fact that hypovolemic, cardiogenic and obstructive shock have similar clinical characteristics indicating poor systemic circulation. Despite various primary disorders, in all cases, shock leads to insufficient oxygen delivery to the cells, as a result, the metabolic needs of the cells are not satisfied

Keywords: shock, cardiovascular insufficiency, vasopressin, vasodilation, pathogenesis

УДК 636.2:631.51:619:618

Петюнова А.М., Малахова Н.А., Пискунова О.Г., Лищук А.П.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ОСЕМЕНЕНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВЕТЕРИНАРИИ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. Искусственное осеменение крупного рогатого скота представляет собой одну из наиболее эффективных биотехнологических процедур в современном животноводстве. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения продуктивности животноводческих хозяйств и улучшения генетического потенциала поголовья в условиях растущего спроса на продукцию животноводства. Применение современных методов искусственного осеменения позволяет значительно увеличить выход потомства, сократить межотельный период и оптимизировать затраты на содержание животных. Целью данной работы является анализ современных методов искусственного осеменения крупного рогатого скота и их влияния на эффективность репродуктивных процессов. Рассмотрены основные техники осеменения, включая трансцервикальное и внутриматочное введение спермы, а также инновационные подходы к оценке качества семенного материала и оптимизации сроков проведения процедур. Результаты анализа свидетельствуют о том, что комплексное применение современных методов диагностики репродуктивного статуса животных в сочетании с совершенствованием техники осеменения обеспечивает повышение оплодотворяемости на 15–25 процентов.

Ключевые слова: искусственное осеменение, крупный рогатый скот, репродуктивные процессы, оплодотворяемость, семенной материал

Искусственное осеменение крупного рогатого скота прошло значительную эволюцию с момента его внедрения в практику животноводства. Современные методы осеменения базируются на глубоком понимании физиологии репродукции и применении передовых технологий для повышения эффективности процесса. Традиционные подходы к осеменению постепенно дополняются инновационными методиками, которые позволяют достичь более высоких показателей оплодотворяемости и жизнеспособности потомства.

Основным методом, применяемым в практике животноводства, остается трансцервикальное осеменение, при котором сперма вводится в полость матки через канал шейки матки. Данный метод характеризуется

относительной простотой выполнения и не требует специального оборудования для проведения процедуры. Однако эффективность трансцервикального осеменения зависит от множества факторов, включая квалификацию специалиста, физиологическое состояние животного и качество семенного материала. Исследования показывают, что при надлежащем выполнении техники процедуры показатели оплодотворяемости достигают 60–70 процентов при первом осеменении [1].

Внутриматочное осеменение представляет собой альтернативный метод, при котором сперма вводится непосредственно в полость матки, минуя шейку матки. Данный подход особенно эффективен при работе с животными, имеющими анатомические особенности или патологические изменения репродуктивного тракта. Внутриматочное осеменение требует применения специализированного оборудования и более высокого уровня подготовки персонала, однако обеспечивает повышение оплодотворяемости на 10–15 процентов по сравнению с трансцервикальным методом. Преимущество данного подхода заключается также в возможности использования меньшего количества спермы при сохранении высокой эффективности процедуры.

Качество семенного материала является критическим фактором, определяющим успешность искусственного осеменения. Современные методы оценки спермы включают анализ подвижности, морфологии и жизнеспособности сперматозоидов с применением компьютеризированных систем анализа. Использование проточной цитометрии позволяет определить функциональное состояние сперматозоидов и предсказать их оплодотворяющую способность. Криоконсервация спермы остается важным инструментом для сохранения генетического материала ценных производителей и обеспечения возможности долгосрочного хранения семенного материала. Современные криопротекторы и методы замораживания позволяют сохранить жизнеспособность сперматозоидов на уровне 50–60 процентов от исходного показателя [4].

Оптимизация сроков проведения осеменения основывается на точной диагностике стадии полового цикла у самок. Традиционные методы определения охоты, основанные на визуальном наблюдении поведения животного, дополняются современными технологиями мониторинга репродуктивного статуса. Применение датчиков активности, анализ концентрации прогестерона в молоке и использование ультразвуковой диагностики позволяют с высокой точностью определить оптимальный момент для проведения осеменения. Исследования демонстрируют, что осеменение, проведенное в оптимальный момент полового цикла, повышает вероятность оплодотворения на 20–30

процентов. Кроме того, правильно и качественно выполненное искусственное осеменение предотвращает развитие у самок эндометритов [2].

Синхронизация полового цикла представляет собой перспективный метод, позволяющий планировать проведение осеменения независимо от естественного проявления охоты. Применение гормональных препаратов, включающих прогестины, гонадотропины и простагландины, обеспечивает синхронизацию овуляции у группы животных. Данный подход особенно эффективен при работе с крупными поголовьями и позволяет оптимизировать трудозатраты на проведение процедур. Показатели оплодотворяемости при использовании синхронизации полового цикла составляют 55–65 процентов, что сопоставимо с показателями при естественной охоте.

Ультразвуковая диагностика репродуктивного тракта позволяет оценить морфологическое состояние яичников, матки и других органов репродуктивной системы. Данный метод обеспечивает возможность выявления патологических изменений, препятствующих успешному осеменению, и позволяет прогнозировать результаты процедуры. Применение трансректального ультразвукового исследования стало стандартной практикой в ветеринарной репродуктологии и значительно повысило эффективность отбора животных для осеменения [5].

Селекция по признакам фертильности представляет собой долгосрочный подход к повышению эффективности искусственного осеменения. Использование геномной информации позволяет идентифицировать животных с высоким генетическим потенциалом репродуктивной функции [3]. Применение маркер-ассоциированной селекции обеспечивает возможность отбора производителей и маток с оптимальными характеристиками фертильности, что способствует повышению общей эффективности программ разведения.

Современные методы искусственного осеменения крупного рогатого скота представляют собой комплексный подход, объединяющий традиционные техники с инновационными технологиями диагностики и мониторинга репродуктивного статуса животных. Совершенствование методов оценки качества семенного материала, оптимизация сроков проведения осеменения и применение синхронизации полового цикла обеспечивают значительное повышение показателей оплодотворяемости и жизнеспособности потомства. Интеграция ультразвуковой диагностики и геномных методов в практику животноводства открывает новые возможности для повышения эффективности репродуктивных процессов. Дальнейшее развитие методов искусственного осеменения должно быть направлено на совершенствование техник введения спермы, разработку

новых криопротекторов и внедрение автоматизированных систем мониторинга репродуктивного статуса животных.

Список литературы

1. Лищук А.П. Технология искусственного осеменения сельскохозяйственных животных: учебно-методическое пособие Электронный ресурс / А.П. Лищук, О.Г. Пискунова, Н.А. Малахова, Н.Н. Сергеева – Орёл, Орловский ГАУ, 2023. – 130 с.

2. Малахова Н.А. Применение препарата Метрикур для лечения катарального эндометрита у коров / Н.А. Малахова, Б.Л. Белкин, О.Г. Пискунова, А.П. Лищук // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 4 (97). – С. 65-69.

3. Назаров М.В. Искусственное осеменение сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / М. В. Назаров, Е. А. Горпинченко, Б. В. Гаврилов. –Краснодар: КубГАУ, 2018. – 138 с.

4. Цугкиева З.Р. Искусственное осеменение животных и птицы: методическиеуказания к практическим занятиям / З.Р. Цугкиева. - Владикавказ: ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023 – 51 с.

5. Условия применения биотехнологических методов искусственного осеменения племенных коров и телок. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 24 с.

Malakhova N.A., Petyunova A.M., Piskunova O.G., Lishchuk A.P.

MODERN METHODS OF ARTIFICIAL INSEMINATION OF CATTLE: INCREASING THE EFFICIENCY OF REPRODUCTIVE PROCESSES IN VETERINARY MEDICINE

FSBEE HE Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russian Federation

Abstract. Artificial insemination of cattle is one of the most effective biotechnological procedures in modern animal husbandry. The relevance of the study is due to the need to increase the productivity of livestock farms and improve the genetic potential of livestock in the face of growing demand for livestock products. The use of modern artificial insemination methods makes it possible to significantly increase the yield of offspring, shorten the interbody period and optimize the cost of animal husbandry. The purpose of this work is to analyze modern methods of artificial insemination of cattle and their impact on the effectiveness of reproductive processes. The main techniques of insemination, including transcervical and intrauterine injection of sperm, as well as innovative approaches to assessing the quality of seed material and optimizing the timing of procedures, are considered. The results of the analysis indicate that the integrated use of modern methods for diagnosing the

reproductive status of animals, combined with improved insemination techniques, provides an increase in fertilization by 15-25 percent.

Key words: artificial insemination, cattle, reproductive processes, fertilization, seed material

УДК: 619:615.4 06.02.06

Малахова Н.А., Масалов В.Н., Пискунова О.Г., Лищук А.П.

ЭНДОМЕТРИТ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрены патогенез эндометрита, включающий в себя причины развития заболевания, факторы риска и механизмы воспалительной реакции. Авторы подробно анализируют методы диагностики эндометрита, включая клинические проявления, лабораторные исследования, использование ультразвуковой диагностики. Особое внимание уделяется современным методам лечения эндометрита, включая применение антибиотиков, противовоспалительных препаратов, а также использование иммуномодуляторов для стимуляции иммунной системы коров.

Ключевые слова: эндометрит, крупный рогатый скот, диагностика, причины возникновения, лечебно-профилактические мероприятия, осложнения.

Одной из самых значимых отраслей сельского хозяйства страны является молочное скотоводство. Однако, из-за различных заболеваний репродуктивных органов у крупного рогатого скота, в особенности эндометритов, процесс воспроизводства стада замедляется. Данное заболевание может не только негативно сказываться на продуктивности и репродуктивном здоровье животных, но и способно привести к гибели [1, 2].

Скотоводство занимает первое место по своему производственному и народнохозяйственному значению в животноводстве. Высокая продуктивность и рентабельность половозрелых коров возможны только при их здоровье, регулярном оплодотворении и успешном производстве жизнеспособных телят. Болезни половых органов крупного рогатого скота могут серьезно нарушить процесс воспроизводства, что является значительной проблемой в скотоводстве России [2].

Существует множество факторов, способствующих развитию эндометрита у коров. Однако, как отечественные, так и зарубежные

исследователи считают основной причиной этого заболевания микрофлору.

Эндометрит определяется как воспалительное заболевание, поражающее эндометрий, приводящее к накоплению гнойного содержимого, что часто приводит к бесплодию. У коров заболевание классифицируется как клинический эндометрит или субклинический эндометрит [1].

В ветеринарной медицине выделяют два основных вида эндометрита – острый и хронический. Острый эндометрит подразумевает под собой поверхностные и глубокие воспалительные изменения слизистой оболочки матки, которые протекают в острой форме и сопровождаются морфологическими изменениями эндометрия и расстройством функций матки. В зависимости от характера воспалительного процесса острые эндометриты делятся на: катаральные, катарально-гнойные, фибринозные, некротические и гангренозные.

Хронический эндометрит – продолжительное количество времени (свыше месяца) протекающие воспаления слизистой оболочки матки, которые сопровождаются с ее устойчивыми органическими изменениями. Хронические эндометриты по характеру выделяющегося экссудата и клиническому проявлению бывают следующих форм: хронический катаральный эндометрит, хронический гнойно-катаральный эндометрит, хронический скрытый эндометрит.

Острый катаральный и катарально-гнойный эндометрит обычно возникает из-за инфицирования и повреждения слизистой оболочки матки во время родов, неправильного родовспоможения, задержания последа и субинволюции матки. Послеродовые эндометриты возникают после родов. Инфицирование матки происходит, когда не соблюдаются ветеринарно-санитарные правила во время естественного и искусственного осеменения [4].

Зачастую инфицирование матки встречается в процессе совместного содержания здоровых животных с больными эндометритом. В процессе подобного содержания микрофлора проникает в половые пути во время лежания животных на подстилке, которая загрязнена гнойно-слизистыми выделениями больных животных.

Если существуют определенные условия, эндометрит может появиться даже под воздействием малопатогенных микробов, которые проникают в матку. В большинстве случаев его развитие происходит по причине усиления имеющейся в половых путях микрофлоры (аутоинфекция).

Послеродовый эндометрит у коров появляется по естественной причине упадка их иммунной системы в период плодоношения. Условно-патогенная анаэробная инфекция или анаэробно-аэробные ассоциации

микроорганизмов становятся патогенными. Причиной этому может стать и некорректное применение гормональных препаратов, что в целом с другими сопутствующими причинами способствует возникновению фолликулярных кист в яичниках крупного рогатого скота [4].

Хронический гнойно-катаральный эндометрит чаще всего формируется за счет острого эндометрита, или же его формирование возникает по причине хронического катарального эндометрита в процессе внедрения гноеродных микробов. Имеется немало случаев, когда хронический катарально-гнойный эндометрит формировался в условиях туберкулеза и бруцеллеза.

В процессе развития хронического эндометрита в ходе продолжительного влияния тех или иных раздражителей (микробы, токсины, экссудат и др.), помимо гиперемии и кровоизлияний, слизистая оболочка матки подвергается различным устойчивым патологическим изменениям. Они выражаются в виде перерождения цилиндрического и мерцательного эпителия с заменой его плоским эпителием, гнойной инфильтрации тканей. Иногда могут образовываться язвы, рубцовые тяжи и бородавчато-грибовидные образования, а также происходить разрастание соединительной ткани и утолщение матки с вытеснением мышечной ткани. Также имеет место быть интоксикация, которая вызывает значительное ухудшение общего состояния животного.

Диагностика эндометрита у коров производится комплексно, в соответствии с: анамнестическими данными, клиническими признаками, вагинальным и ректальным исследованием, результатами ультразвуковой диагностики (УЗИ [5]).

При проведении общего клинического обследования учитываются следующие изменения: поведение животного, частота сердечных сокращений, температура, количество дыхательных движений. Особое внимание уделяется сбору анамнеза заболевания, условиям содержания, кормлению, обеспеченности рациона необходимыми питательными веществами и энергией, особенно для глубокостельных коров, наличию животных с аналогичными признаками, течению родов и послеродового периода.

В процессе наблюдения за животным берется во внимание течение родов, оказание родовспоможения, время отделения последа.

При помощи вагинального исследования определяют перемену цвета слизистой оболочки влагалища, преддверия влагалища, влагалищной части шейки матки. Вместе с тем, регистрируют фактическое наличие экссудата, его цвет, консистенцию, наличие прожилок гноя или крови, количество, запах, болезненность во время исследования родовых путей, наличие и степень увлажнения слизистых оболочек, местную температуру [1, 4].

При помощи ректального исследования производят пальпацию состояние матки: определяют ее местоположение, величину, наличие или отсутствие флюктуации, изменение температуры (не всегда устанавливалось), наличие истечений после ректального массажа; размер и функциональное состояние яичников.

Наиболее проблематична диагностика у коров скрытого (субклинического) эндометрита. С целью диагностики данного поражения применяются различные методики.

Метод Флегматова. В процессе данного метода производится забор слизи из матки, с последующим нанесением на стекло. В данную пробу также добавляют сперматозоиды. В случае наступления их гибели или потери подвижности, ставят диагноз, что животное больно.

Метод Дюденко. Необходимо смешать все по 2 мл: дистиллированную воду, трихлоруксусную кислоту (20%) и выделения. Компоненты после смешивания фильтруются. Затем к 2 мл данного раствора добавляется 0,5 мл соляной кислоты. Все это нагревается до кипения, а затем охлаждается. Затем вливается 1,5 мл 33%-ого натрия гидроксида. В ситуации, когда раствор становится желтым или коричневым, диагностируется эндометрит.

Лечение воспалительного процесса в матке коровы необходимо быть всесторонним и ориентированным на активизацию иммунных свойств организма, устранение из матки накопившегося экссудата, включение сократительной функции гладкой мускулатуры, стимуляцию регенеративных процессов в слизистой оболочке, подавление жизнедеятельности микробов, а также обеспечение сохранения дальнейшей продуктивности животного. Курс лечения должен быть как местным, так и общим, исходя из влияния этиологических факторов [3].

Для подавления активности микробов в полости матки необходимо применять антимикробные препараты в различных формах: таблетки, палочки, свечи, капсулы, растворы, суспензии, эмульсии, мази. Для лечения острых форм эндометрита эффективны препараты на основе пенообразующих веществ, такие как таблетки "Экзутер - М", палочки "Метромакс", внутриматочные брикеты клоксаметрина и другие.

Для введения внутриматочного препарата необходимо соблюдать правила асептики, антисептики и личной гигиены.

При наличии гнойно-катарального эндометрита у коровы в условиях лазерной терапии рекомендуется ввести внутриматочно 5% водно-спиртово-масляную эмульсию прополиса в сочетании с этакридином лактатом. Стимуляция иммунной системы прополисным молочком и пробиотиком поможет значительно сократить сроки лечения и улучшить репродуктивные качества животных. Для улучшения эффективности внутриматочной этиотропной терапии необходимо

применять средства, которые стимулируют сократительную функцию матки и способствуют выведению экссудата из ее полости. Для этого рекомендуется вводить инъекцию подкожно или внутримышечно окситоцина или аналогичного препарата в дозе 6-12 мл один или два раза в день в течение 3-5 дней [3].

При острой стадии эндометрита целесообразно назначать новокаиновую терапию. Она способна оказывать защитное воздействие на нервную систему, улучшать трофику тканей, а также помогает быстро убрать воспалительный процесс. Профилактика гинекологических заболеваний включает в себя строгое соблюдение технологии и ветеринарно-санитарных правил при осеменении коров и телок. Наблюдение за естественным осеменением является важной частью процесса разведения стада. В ходе наблюдения применяются свободные и контролируемые методы спаривания самок. Свободное спаривание из-за отсутствия постоянного контроля качества спермы у быков может привести к высокому проценту бесплодия и распространению различных заболеваний.

Для предотвращения задержания последа, субинволюции и атонии матки, а также других гинекологических заболеваний, применяется простой и широко распространенный метод - выпаивание отелившимся коровам околоплодных вод. Чтобы восстановить силы и усилить моторику матки, рекомендуется выпаивать корове после отела молозиво первого или второго удоя в чистом виде или разбавленное водой в соотношении 2-3 раза (до 3-4 литров) с добавлением хлорида кальция в дозе 30-50 грамм. Молозиво первого удоя также можно вводить подкожно в дозе 20 мл [4].

Эндометрит у крупного рогатого скота – это серьезная проблема, которая может иметь значительные негативные последствия для продуктивности стада.

На сегодняшний день проведено множество исследований, позволяющих более точно определить факторы, влияющие на возникновение данного заболевания. Благодаря инновационным способам диагностики эндометрита, удается поставить диагноз на ранних стадиях и назначить необходимое лечение, дабы предотвратить возможные осложнения.

Список литературы

1. Гунько М.В. Эндометриты крупного рогатого скота / М.В. Гунько, В.В. Чекрышева // Ветеринария Северного Кавказа. 2021. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/endometrity-krupnogo-rogatogo-skota

2. Лищук А.П. Технология искусственного осеменения сельскохозяйственных животных: учебно-методическое пособие Электронный ресурс / А.П. Лищук, О.Г. Пискунова, Н.А. Малахова, Н.Н. Сергеева – Орёл, Орловский ГАУ, 2023. – 130 с.

3. Малахова Н.А. Применение препарата Метрикур для лечения катарального эндометрита у коров / Н.А. Малахова, Б.Л. Белкин, О.Г. Пискунова, А.П. Лищук // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 4 (97). – С. 65-69.

4. Дмитриев А.И. Эндометрит у коров: причины, диагностика и лечение / А.И. Дмитриев, В.А. Соколов // Ветеринария. - 2018. - № 1. - С. 25-29.

5. Иванова Н.А. Диагностика эндометрита у коров с использованием ультразвукового метода / Н.А. Иванова, Л.И. Петрова // Ветеринария и животноводство. - 2021. - № 4. - С. 45-48.

Malakhova N.A., Masalov V.N., Piskunova O.G., Lishchuk A.P.

BOVINE ENDOMETRITIS

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University N.V. Parakhin»

Abstract. The article discusses the pathogenesis of endometritis, including the causes of the disease, risk factors and mechanisms of inflammatory response. The authors analyze in detail the methods of diagnosis of endometritis, including clinical manifestations, laboratory studies, and the use of ultrasound diagnostics. Special attention is paid to modern methods of treatment of endometritis, including the use of antibiotics, anti-inflammatory drugs, as well as the use of immunomodulators to stimulate the immune system of cows.

Key words: endometritis, cattle, diagnosis, causes, therapeutic and preventive measures, complications.

УДК 636.234.1.082.262:636.237.21.053.2.087.7:612.015(470.319)

Пискунова О.Г., Масалов В.Н., Малахова Н.А., Лищук А.П.

ВЛИЯНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАЦИОНОВ КОРМЛЕНИЯ МОЛОДНЯКА ВИТАМИНОМ D НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. Проблема производства экологически безопасной и биологически полноценной продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистем является одной из актуальных, поскольку касается качества питания и среды обитания человека и самым тесным образом связывает проблемы экологии, ветеринарии и здравоохранения. Улучшения биологических и технологических свойств

животноводческого сырья можно достигнуть в результате применения экологически безопасных технологий кормопроизводства, кормоприготовления и нормированного кормления сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: телята, витамин D, рост, развитие, выращивание

Обеспечение населения продуктами питания животного происхождения – одна из самых важных задач АПК, причем ключевую роль играет задача продовольственной безопасности и повышения качества продуктов. Производство высококачественной, экологически безвредной продукции животноводства – одно из обязательных условий устойчивого развития общества. Однако в настоящее время биологический потенциал продуктивности районированных в нашей стране пород скота используется лишь на 30-40% [1, 2].

Биологической наукой установлено, что такие свойства животного организма как рост, развитие, продуктивность, определяемые наследственным потенциалом, во многом зависят от условий удовлетворения потребностей животных в питательных и биологически активных веществах [2, 5].

Низкий уровень витаминной обеспеченности рационов молодняка крупного рогатого скота ведет к замедлению роста, плохому использованию питательных веществ кормов, нарушению нормального развития и повышенной заболеваемости телят [3].

Витамин D, принимая участие в регуляции фосфорно-кальциевого обмена в молодом организме, способствует росту и минерализации костной ткани. При его недостатке у молодняка снижается также переваримость и отложение белка и минеральных веществ, возрастает уровень основного обмена. В тяжелых случаях развивается рахит [3, 4].

В зимний период содержания дефицит в рационах животных витамина D_2 может составлять 60-70% и более. Но если при этом ограничен выход телят на выгульные площадки, у животных снижается и синтез витамина D_3 в организме, что еще больше усугубляет недостаточную обеспеченность потребностей их в витамине D. В связи с этим возникает необходимость искать другие источники витамина D в рационах телят, определять их эффективность, а также изучить особенности роста и развития животных и соответствия их плановым показателям роста животных [3, 4].

Зная, что при правильном выращивании ремонтного молодняка показатели его роста должны соответствовать плановым показателям роста ремонтного молодняка определенной породы скота, мы и изучали показатели роста телок черно-пестрого голштинизированного скота,

выращиваемых при различных условиях кормления в сравнительном аспекте.

Животных, являвшихся аналогами по возрасту, полу, живой массе и происхождению, расформированных на 4 группы по 12 голов в каждой.

Телята первой группы до 6-месячного возраста выращивались по общепринятой схеме кормления, включающей 350 кг молока, 200 кг концентратной смеси, 260 кг сена, 400 кг силоса и 21 кг патоки свекловичной, и являлись контрольными.

Телята второй опытной группы находились на одинаковых рационах кормления с телятами первой группы, но при этом уровень витамина D в рационах телят этой группы был выше существующей нормы на 10%.

В схеме кормления телят третьей опытной группы уровень витамина D был выше существующей нормы на 10%, и, кроме этого, телята третьей опытной группы регулярно выпускались на выгульную площадку.

В схеме кормления телят четвертой опытной группы 25% молока заменяли комбикормом-заменителем молока, уровень витамина D был выше существующей нормы на 10%, и животные регулярно выпускались на выгульную площадку.

Рационы телят всех подопытных групп в течение опыта были сбалансированы согласно существующим нормам кормления по основным питательным и биологически активным веществам.

После 6-месячного возраста телята всех подопытных групп были переведены на одинаковые рационы кормления.

У телят второй, третьей и четвертой опытных групп, отличавшихся от животных первой (контрольной) группы повышенным уровнем витамина D в рационе, особенностями содержания и условиями кормления, уже в 3-месячном возрасте интенсивность роста была выше по сравнению с этим показателем у телят первой группы.

К 6-месячному возрасту интенсивность роста у телят второй, третьей и четвертой опытных групп, по сравнению с этим показателем у телят первой группы, увеличилась соответственно на 10,5%, 14,5% и 13,6%. При этом разница в показателях живой массы между телятами опытных и первой (контрольной) групп была достоверна ($P<0,05$), а между телятами третьей и первой, а также четвертой и первой групп была достоверна ($P<0,01$).

Из показателей живой массы телят подопытных групп в 6-месячном возрасте следует то, что самые высокие показатели живой массы были у телят третьей опытной группы, у животных четвертой опытной группы показатели живой массы в 3- и 6-месячном возрасте были несколько ниже по сравнению с этими показателями у животных третьей опытной группы.

Однако в 6-месячном возрасте у телят четвертой опытной группы показатели живой массы были достоверно выше по сравнению с этими показателями у телят первой (контрольной) и второй опытной групп.

С 6- до 12-месячного возраста телята первой (контрольной) группы по показателям прироста живой массы приблизились к животным второй, третьей и четвертой опытных групп. Видимо, это можно объяснить компенсаторными особенностями роста телят первой (контрольной) группы после 6-месячного возраста, когда животные всех подопытных групп находились уже в одинаковых условиях кормления и содержания.

С 16- к 18-месячному возрасту прирост живой массы у телок первой (контрольной) группы вновь несколько снизился по сравнению с этими показателями у животных второй, третьей и четвертой опытных групп.

Таким образом, во время исследований самые высокие показатели живой массы тела и среднесуточного прироста живой массы были у телят третьей опытной группы. Телята второй и четвертой опытных групп занимали по этим показателям среднее положение между животными первой и третьей групп. Однако необходимо учитывать, что за счет замены 25% молока в схеме кормления телят четвертой опытной группы комбикормом-заменителем стоимость выращивания этих животных была ниже.

На основании показателей роста животных подопытных групп в период исследований можно заключить, что у телят первой контрольной группы показатели живой массы в основные возрастные периоды не соответствовали плановым показателям роста для телят черно-пестрого голштинизированного скота, а у телят второй, третьей и четвертой опытных групп эти показатели соответствовали плановым показателям роста.

Для максимальной реализации генетического потенциала роста и развития ремонтного молодняка крупного рогатого скота в период его выращивания возникает необходимость дальнейшего изучения особенностей потребления корма, процессов пищеварения, обмена веществ и интенсивности роста у молодняка крупного рогатого скота при различной D-витаминной обеспеченности их рационов.

Список литературы

1. Мотузко Н.С. Пути повышения эффективности использования кормов в молочном скотоводстве. Монография / Н.С. Мотузко [и др.]. – Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2024.

2. Piskunova O.G. The ways of increase of the efficient productivity potential of dairy cattle in orel region in russia’saccession to the world trade

organization conditions / O.G. Piskunova [et al.]. – Vestnik OrelGAU, 6(45), December 2013, 68-70.

3. Пискунова О.Г. Особенности потребления корма, процессы пищеварения, переваримости и обмена веществ у молодняка крупного рогатого скота при различной обеспеченности их рационов витамином D / О.Г. Пискунова, Н.В. Клейменова, Т.В. Смагина. – Международный научный симпозиум «Наука XXI века и вызовы современности» Одесса: Куприенко С.В., 2015, 172 с., ил., табл. Sworld journal, volum J11509, May2015, p. 6-10.

4. Тонких К.А. Диетическое кормление при рахите молодняка крупного рогатого скота / К.А. Тонких. – Сб. трудов науч.-практ. конф. института ветеринарной медицины и биотехнологии Новосибирского ГАУ «Теоретические и прикладные основы ветеринарной науки». – Новосибирск, 2024. – С. 330-332.

Piskunova O.G., Masalov V.N., Malakhova N.A., Lishchuk A.P.

THE INFLUENCE OF PROVIDING YOUNG INFANTS WITH VITAMIN D IN FEEDING DIET ON INCREASING THE EFFICIENCY OF DAIRY CATTLE FARMING

FSBEE HE Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russian Federation

Abstract. The problem of production of ecologically safe and biologically high-grade animal products in conditions of technogenous pollution of agroecosystems is one of the urgent, as it concerns the quality of food and the environment and is most closely connects environmental, veterinary and public health. Improve biological and technological properties of animal raw materials can be achieved as a result of application of ecologically safe technologies of forage production, kormoprigotovleniya, and normalized the feeding of farm animals.

Keyword: calves, vitamin, growth, development, cultivation.

УДК 619:616.37-002:615.322

Пискунова О.Г., Малахова Н.А., Лищук А.П.

ПОИСК АКТУАЛЬНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ МАСТИТА У КОРОВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. Одной из важнейших задач молочного скотоводства является увеличение объемов производства молока, и самое главное -

повышение его биологической ценности и санитарного качества [1]. Несмотря на систематически проводимые профилактические и лечебные мероприятия, до сих пор не разработаны надежные методы защиты коров от воспаления молочной железы. Такая низкая эффективность проводимых мероприятий объясняется, прежде всего, полиэтиологичностью и полифакторностью этого заболевания. [3, 4] Статья посвящена поиску способов повышения эффективности лечения мастита у коров.

Ключевые слова: коровы, лактация, молочная железа, мастит, диагностика, терапия

Одним из основных продуктов животноводства является молоко, которое представляет собой сложную биологическую жидкость, образующуюся в молочной железе самок млекопитающих. Высокая пищевая ценность молока состоит в том, что оно содержит белки, жиры, углеводы, витамины, ферменты, гормоны, минеральные и другие вещества, необходимые для человеческого организма в оптимально сбалансированных соотношениях и легкоусвояемой форме. Поэтому повышение производства молока и улучшение его питательных и санитарных качеств является основной целью молочного скотоводства. Однако под влиянием технологических факторов ведения современного животноводства заболеваемость коров маститом не снижается, несмотря на принимаемые меры. Ежегодно у 20-25% коров регистрируется клинически выраженные маститы и у 50% и более животных воспаление, протекающее в скрытой форме. В результате от каждой коровы недополучают около 10-15% молока, снижается содержание в нем жира и белка. Кроме того, из-за болезней молочной железы ежегодно выбраковывается 10% и более высокопродуктивных животных. Борьба с маститами представляет актуальную хозяйственно-экономическую проблему для многих стран с интенсивным молочным скотоводством. [2, 5].

В исследованиях участвовали коровы голштинской породы животноводческих предприятий Орловской области.

Диагноз на мастит ставили на основании данных анамнеза, клинических и лабораторных исследований. При сборе анамнеза устанавливали: благополучие хозяйства в отношении заразных и незаразных болезней; тип и уровень кормления, гигиенические условия содержания, наличие моциона и его организация; длительность сухостойного периода и соблюдение ветеринарно-санитарных правил при подготовке коров к отелу; общее состояние организма и молочной железы до и после отела; время проявления болезни, ее признаки; состояние вымени и уровень молочной продуктивности; режим и технологию

машинного доения; санитарное и техническое состояние доильного оборудования.

Диагностическое исследование на клинический мастит проводили по общепринятой методике, а субклиническую форму заболевания выявляли быстрым маститным тестом с диагностикумом Кенотест, путем подсчета количества соматических клеток; выборочно был проведен бактериологический анализ секрета вымени,

Из проб секрета, полученного из больных долей, выделили стрептококки серологических групп В и С, золотистый стафилококк, энтеробактерии вида Escherichia coli. Причем в пробах от коров с субклинической формой мастита были выделены Str. agalactiae, Str. disgalactiae, Staph. aureus, а в пробах от коров с клинической формой мастита Staph. aureus, Staph. intermidium, Staph. epedermidis, Str. disgalactiae, Escherichia coli.

Оценку клинического состояния коров проводили на протяжении всего периода болезни до стойкого отсутствия клинических признаков мастита до и через 8 суток после проведения лечения.

В дальнейшем после клинического выздоровления коров проводили лабораторное исследование молока, для выявления субклинического (скрытого) мастита, с целью контроля результатов лечения коров с поражениями молочной железы.

При исследовании 4492 коровы было выявлено больных скрытой формой мастита 501 голова (11,16%), больных клиническим маститом выявлено 231 голова (5,14%)..

Морфологический анализ крови животных включал: определение уровня гемоглобина, содержание эритроцитов и лейкоцитов. У животных, больных маститом, морфологические показатели крови были в пределах нормы, однако, количество лейкоцитов было повышено по сравнению со здоровыми животными на 30,5% и на 25,3% соответственно, что свидетельствует о воспалительном процессе в организме животного.

Лечение больных животных проводилось по двум схемам.

Во первой опытной группе применялась схема лечения, состав которой входили: антибактериальный препарат Тетрамаст (Мастиет-форте) внутрицистернально 1 шпр 2 раза в сутки 5 дней подряд; антибактериальный препараа Нитокс 200 внутримышечно 50 мл двухкратно с интервалом 72 часов; противовоспалительный препарат Локсик 2% подкожно 15 мл однократно

Во второй опытной группе применялись: антибактериальный препарат Лактико внутрицистернально 2 раза в день в течение 5 дней; антибактериальный препарат Цефтиофен внутримышечно 12 мл 1 раз в день в течение 5 дней; противовоспалительный препарат Активитон подкожно 12мл 1 раз в день 5 дней

Статистическую обработку цифрового материала проводили на ПК с помощью программы «Primer of Biostatistics» для Windows. Достоверными считали различия при $P < 0,05$.

В первой опытной группе эффективность составила 95,8% при продолжительности лечения 5,3 дней. На третий день терапии у коров регистрировали уменьшение болезненности у 60% коров, у 40% животных уплотнения не прощупывались. К четвертому дню у 60% животных регистрировали нормализацию местной температуры вымени, а у 80% – уменьшение количества хлопьев и сгустков в молоке после сдаивания.

Во второй опытной группе при вечерней проверке на четвёртый день терапии у 100% коров опытной группы отмечали исчезновение реакции на пальпацию, у 80% – уплотнения не прощупывались, в молоке сгустки и хлопья не обнаруживали. Клиническое выздоровление 100% животных наблюдалось уже на 5 день после начала лечения. В период терапии восстановление молочной продуктивности отмечали у 80% животных, а ее полное восстановление наблюдали к 6 дню, тогда как полное восстановление молочной продуктивности в 1 и 2 опытных группах наблюдалось только к 9 дню.

Через 8 дней после лечения отмечали снижение количества лейкоцитов в первой и второй группах, однако количество лейкоцитов во второй группе было выше, чем в первой на 14,9%; количество соматических клеток снизилось и составило в первой группе 0,32±0,003 млн/мл, во второй - 0,43±0,06 млн/мл.

Повторное исследование на мастит быстрым маститным тестом при помощи диагностикума Кенотест показало отрицательный результат.

Таким образом, применение схемы лечения, включавшей антибактериальный препарат Лактико внутрицистернально 2 раза в день в течение 5 дней; антибактериальный препарат Цефтиофен внутримышечно 12 мл 1 раз в день в течение 5 дней; противовоспалительный препарат Активитон подкожно 12мл 1 раз в день 5 дней, позволило получить наивысшую терапевтическую эффективность при лечении коров, больных маститом (100%), что подтверждается исследованиями морфологических показателей крови и подсчета количества соматических клеток в молоке.

Список литературы

1. Белкин, Б.Л. Мастит коров. Этиология, патогенез, диагностика, лечение и профилактика. [Текст] / Б.Л. Белкин, В.Ю. Комаров, СВ. Андреев. - Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. - 102 с.

2. Комаров, В.Ю. Новый метод диагностики субклинического мастита [Текст] / В.Ю. Комаров, В.С. Барсуков, Б.Л. Белкин // Животноводство России в условиях ВТО: материалы междунар. науч.-

практ. конф. молодых ученых, 9-11 апр. 2013 г. / редкол.: Н.В. Парахин и др. - Орел: Орел ГАУ, 2013.-С. 206-208.

3. Пискунова О.Г. Применение новокаиновой блокады при лечении мастита у коров / О.Г. Пискунова, Н.А. Малахова, А.П. Лищук. – Сб. материалов VII Международной научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии «Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения». – Орел, 2024.

4. Малахова Н.А. Повышение репродуктивного потенциала животных как основа продовольственной безопасности РФ / Н.А. Малахова, А.П. Лищук, О.Г. Пискунова. – Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современное состояние и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической науки». – Чебоксары, 2020. – С. 99-105.

5. Пискунова О.Г. Влияние новокаиновых блокад на нейрогуморальную регуляцию коров при гинекологической патологии / О.Г. Пискунова, А.П. Лищук. – Сб. материалов Межвузовской научно-практической конференции, посвященной Дню науки «Ветеринария без боли». – Орёл, 2023. – С. 26-32.

6. Малыгина Н.А., Выставкина Л.Ю., Соловьева А.П., Михайленко В.А. Определение эффективной схемы лечения коров с серозно-фибринозным маститом // Вестник КрасГАУ. 2024. №5 (206).

Piskunova O.G., Malakhova N.A., Lishchuk A.P.

SEARCH FOR CURRENT TREATMENT PROCEDURES FOR MASTITIS IN COWS

FSBEE HE Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russian Federation

Abstract. One of the most important tasks of dairy cattle breeding is to increase milk production and, most importantly, to improve its biological value and sanitary quality [1]. Despite systematic preventive and therapeutic measures, reliable methods of cow protection against mammary gland inflammation have not yet been developed. Such low efficiency of the conducted measures is explained, first of all, by polyetiological and multifactorial nature of this disease. [3, 4] The article is devoted to the search for ways to improve the effectiveness of treatment of mastitis in cows.

Keyword: cows, lactation, mammary gland, mastitis, diagnosis, therapy.

УДК 619:616.36:636.7

Пискунова О.Г., Малахова Н.А., Лищук А.П.

ПРОБЛЕМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЛЕЧЕНИЕ ГЕПАТОЗОВ У СОБАК

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. Статья посвящена изучению распространения и причин возникновения гепатоза у собак. В самом широком смысле, панкреатит — это воспалительное заболевание поджелудочной железы, возникающее вследствие преждевременной активации проферментов в ацинарных клетках [1, 5]. Факторами, благоприятствующими возникновению или вызывающими гепатоз, является чрезмерная секреция печени, провоцируемая жирной пищей, ожирение, недостаточная подвижность и стрессовые ситуации [4]. Положительная динамика в распространении гепатопатий у животных, сложность диагностики и вариативность терапевтических подходов вызывает у ветеринарных специалистов необходимость изучения этой проблемы.

Ключевые слова: собаки, печень, гепатоз, ферменты, диагностика, терапия, этиологические факторы

Печень – центральный орган химического гомеостаза, выполняющий более 500 метаболических функций. В результате нарушения деятельности печени организм начинает испытывать недостаток в питательных веществах, страдает от интоксикации, в нем нарушается баланс воды и обмен веществ [2, 3]. Нарушение ее функций влечет за собой каскад патологических изменений в организме, которые ухудшают качество жизни животных, **а** нередко и приводят к их гибели. Современные проблемы экологии, гиподинамия, неправильно подобранные программы кормления приводят к нарушениям обмена веществ и функции печени у животных. В частности, функциональные нарушения печени в виде гепатоза при детальном обследовании выявляют у 45% собак.

Для исследования в разное время, по мере поступления в клинику, были отобраны собаки в возрасте в возрасте 7-8 лет с подтверждённым диагнозом «жировой гепатоз».

Собаки вакцинированы против основных инфекционных заболеваний, регулярно проходят дегельминтизацию.

При постановке диагноза учитывали данные анамнеза, клинические признаки, данные лабораторных исследований.

Клиническое обследование животных проводили по общепринятой методике.

Полученную кровь отправляли в гематологическую лабораторию ветеринарной клиники, где происходило исследование с помощью автоматического гематологического анализатора. Определяли количество эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, выводили лейкограмму. При биохимическом исследовании определяли общий белок, активность ферментов: аланин- (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АсАТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), γ-глутамилтранспептидазы (γ-ГГТ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ), определяли общий билирубин.

Для определения размера печени проводилось УЗИ печени. Также был проведён общий анализ фекалий. Анализ рациона проводили по основным зоотехническим показателям.

При изучении этиологических факторов возникновения гепатозов у собак опытной группы было установлено, что кормление больных собак было односторонним – домашней едой «со стола», некоторые собаки получали кашу с добавлением мяса либо похлебку, в других случаях кормление осуществлялось сухими полнорационными высокоуглеводистыми кормами SIRIUS либо PROPLAN, либо подобными кормами. При анализе организации кормления собак кормами промышленного производства использовались корма низкого качества. Также способствующим фактором являлось отсутствие или недостаточность моциона у собак и значительная стрессовая нагрузка.

Клиническими исследованиями установлено, что при хроническом течении гепатоза внешние проявления патологии были выражены слабо. У больных собак наблюдали слабость, апатия, истощение, иктеричность слизистых оболочек, нарушения пищеварения. При перкуссии и пальпации области печени установлены болезненность, увеличение задней границы печени за последнее ребро примерно на 2 см. Также отмечали сухость кожного покрова, взъерошенность и тусклость шерсти; в большинстве случаев у животных отмечался зуд, приводящий к расчесыванию и нарушению целостности кожи – алопеции на бедрах, пояснице и у основания хвоста.

При осмотре фекалий установлено осветление кала.

При общем анализе крови отмечалось незначительное снижение количества эритроцитов (5,13±1,70 10^{12}/л) относительно референсных значений (5,2-8,4$10^{12}$/л), содержание гемоглобина (131,22±2,50 г/л) находилось на нижних границах физиологической нормы(110-170г/л).

При проведении биохимического исследования сыворотки крови у больных собак была установлена гипопротеинемия: в крови животных содержалось общего белка 50,64±11,38 г/л при физиологической норме – 55-77 г/л. У больных собак выявлено нарушение синтеза мочевины – содержание её снижалось в крови собак контрольной группы до 2,42±2,25 ммоль/л, что объясняется, по-видимому, снижением скорости

дезаминирования, протекающего преимущественно в печени. Гипопротеинемия при низком уровне мочевины свидетельствует о нарушении белоксинтезирующей функции печени.

Также при биохимическом исследовании в сыворотке крови установлено повышение активности аминотрансфераз (АлАТ – до 114,96±12,63 Ед, АсАТ до – 82,52±7,83 Ед при норме 15-90 Ед/л и 8-42 Ед/л соответственно), что свидетельствует о функциональной неполноценности и повреждении клеток печени, в результате чего происходит выведение ферментов во внеклеточное пространство, откуда они поступают в кровь.

При исследовании пигментного обмена у больных гепатозом собак увеличение общего билирубина (до 19,40±2,70 ммоль/л при норме 2-13,5 ммоль/л) может быть так же связано с деструкцией печеночных клеток, вследствие чего нарушается экскреция прямого билирубина в желчные капилляры, и он попадает непосредственно в кровь, где содержание его значительно увеличивается.

Повышение концентрации щелочной фосфатазы (до 125,94±18,61 ЕД) и холестерина (7,34±0,39 мкмоль/л) при физиологической норме 10-70Ед/л и 2,9-6 мкмоль/л соответственно свидетельствовало о наличии холестатического синдрома у собак. Повышение общего холестерина в сыворотке крови при гепатозе у собак может быть связано с нарушением специфической функции печени трансформировать его в желчные кислоты, стероидные гормоны, витамин Д и выводить с желчью в кишечник.

Изменения в углеводном обмене у больных собак характеризовались гипогликемией (4,2 ±0,21 ммоль/л при норме 4,4-6,5 ммоль/л), что объясняется снижением способности печени ассимилировать глюкозу в гликоген.

Таким образом, биохимические исследования сыворотки крови позволили получить более точную информацию о функциональном состоянии печени.

При УЗИ-диагностике у больных собак изображение паренхимы печени характеризовалось выраженной неоднородностью, просматривались отдельные мелкие очажки высокой эхогенности, отражающие склерозирование сосудистой стенки гепатоцитов. В структуре паренхимы по видимому полю визуализировались мелкие зернистые участки, чередующиеся с множеством эхонегативных образований, соответствующих расширенным венам и желчным протокам. В некоторых случаях выявлялись участки пониженной или повышенной контрастности. У большинства животных (60 %) выявлена гепатомегалия, печеночный край увеличен, смазан, в отдельных случаях слегка деформирован.

Проведение таких комплексных исследований позволило достоверно поставить диагноз «хронический жировой гепатит».

По результатам клинических и лабораторных исследований была разработана схема лечения для собак.

Для выведения вредных веществ полисорб ВП – 3 г перорально 2 раза в день в течение 10 дней. Для снятия интоксикации организма и нормализации обмена веществ использовался комбинированный раствор, вводимый внутривенно через капельницу – 100 мл 0,9% физического раствора + витам 1мл + рибоксин 2% 2мл внутривенно капельно раствор 1 раз в день в течение 10 дней. Для восстановления функций печени применяли гепатоджект 3 мл внутримышечно 3 мл 1 раз в день в течение 10 дней.

При проведении общего анализа крови на 15-й день после начала лечения наблюдалась восстановление количества эритроцитов ($6,36\pm2,0310^{12}$/л) в крови до физиологической нормы ($5,2\text{-}8,4\ 10^{12}$/л) и повышение количества гемоглобина на 3,79% против предыдущего значения.

Обнаруженные изменения биохимических показателей сыворотки крови на 15-й день после проведения комплексной терапии с использованием гепатопротекторов свидетельствовали о тенденции к восстановлению нарушенных звеньев в обменных процессах животных опытной группы.

Так, уровень общего белка в крови собак опытной группы повысился на 7%, мочевины – на 46% от первоначальных показателей, что говорит о нормализации белоксинтезирующей функции печени. Концентрация холестерина в крови собак уменьшилась на 17%.

Активность АсАТ у собак снизилась на 25%, АлАТ – на 39%, что свидетельствует о снижении цитолитического синдрома. Терапия гепатопротекторами способствовала уменьшению проявления холестатического синдрома, что сопровождалось снижением активности щелочной фосфатазы в крови собак опытной группы на 28%. Об этом свидетельствовало и уменьшение количества билирубина в крови животных на 37%.

К концу эксперимента метаболические показатели у собак полностью нормализовались.

При проведении ультразвукового исследования к концу лечения у собак опытной группы не установлено значимых патологических изменений в структуре органа – эхогепатограмма мелкозернистая, гомогенная и состоит из большого количества мелких, слабой интенсивности эхосигналов. Сосудистый рисунок представлен большим количеством печеночных вен, которые визуализируются как эхонегативные образования.

На основании проведённых можно рекомендовать владельцам в качестве профилактики развития хронического жирового гепатоза у собак пересмотреть подход к кормлению питомцев и проводить работу по контролю питательности и сбалансированности рационов, предоставлять им ежедневный моцион.

Примененная схема лечении хронического жирового гепатоза, является эффективной и рекомендуется для дальнейшего использования: перевод на диетическое кормление, введение в рацион диетического сухого корма FLATAZOR Protect DIGEST Canine, молочнокислых продуктов, вареных и тушеных овощей, постных супов и каш.

Для выведения вредных веществ полисорб ВП – 3 г перорально 2 раза в день в течение 10 дней. Для снятия интоксикации организма и нормализации обмена веществ использовался комбинированный раствор, вводимый внутривенно через капельницу – 100 мл 0,9% физического раствора + витам 1мл + рибоксин 2% 2мл внутривенно капельно раствор 1 раз в день в течение 10 дней. Для восстановления функций печени применяли гепатоджект 3 мл внутримышечно 3 мл 1 раз в день в течение 7 дней, после этого использовали Гепатовет Актив перорально по 4 мл 2 раза в день в течение 7 дней.

Список литературы

1. Алексеев А.Л. Сравнительная эффективность гепатопротекторных средств при лечении гепатозов у собак / А.Л. Алексеев [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2021.— №2.— С. 69-72. — URL: https://rucont.ru/efd/754518

2. Ахмедова Д.Р. Сравнительная оценка способов лечения гепатоза у собак / Д.Р. Ахмедова // Оренбургский государственный аграрный университет: Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2017. – №1 (63). – С. 117-119.

3. Гринь В.А. Опыт применения гепатозащитного средства на этапе активной терапии хронического гепатоза собак / В. А. Гринь, Е. В. Кузьминова, М. П. Семененко, И. А. Никулин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2020. – № 1. – С. 180-182. – DOI 10.17238/issn2072-6023.2020.1.180. – EDN WMINGT.

4. Деменева А. Е. Клинико-биохимические особенности проявления гепатоза у собак и способ его лечения / А. Е. Деменева // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1. – С. 261-265. – EDN VKJQPR.

5. Lishchuk A., Malakhova N., Piskunova O. Stimulation of sexual function of cows as a method of herd reproduction increase / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. С. 012046.

Piskunova O.G., Malakhova N.A., Lishchuk A.P.

THE PROBLEM OF SPREAD AND TREATMENT OF HEPATOSIS IN DOGS

FSBEE HE Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russian Federation

Abstract. This article examines the prevalence and causes of hepatosis in dogs. In its broadest sense, pancreatitis is an inflammatory disease of the pancreas resulting from premature activation of proenzymes in acinar cells [1, 5]. Factors that contribute to or cause hepatosis include excessive liver secretion, triggered by fatty foods, obesity, insufficient exercise, and stress [4]. The increasing prevalence of hepatopathies in animals, the complexity of diagnosis, and the variability of therapeutic approaches necessitate veterinary specialists to study this problem.

Key words: dogs, liver, hepatosis, enzymes, diagnostics, therapy, etiological factors

УДК 619:636.088

Сергеева Н.Н., Дедкова А.И., Химичева С.Н.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ И ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ МАСТИТАХ КОРОВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», г. Орёл

Аннотация. Одной из главных проблем российского сельского хозяйства является повышение экономической эффективности молочного скотоводства. Несмотря на достижения современных ветеринаров, мастит (воспаление молочной железы) был и остается заболеванием, наносящим значительный экономический ущерб животноводству. Вопреки тому, что от мастита, как правило, нет случаев падежа, ущерб экономике каждого молочного хозяйства складывается как из прямых, так и косвенных убытков — снижения продуктивности, преждевременной выбраковки животных, ухудшения технологических свойств молока, недополучения телят, а также расходов на диагностику и лечение коров. Потери в молочной промышленности из-за мастита могут достигать до 15% производимой продукции.

Изучение этой темы является актуальной, поскольку, как показал многолетний опыт российских ветеринаров, отдельные, часто единоразовые меры диагностики, лечения и профилактики мастита у крупного рогатого скота, малоэффективны. Для борьбы с этим

заболеванием необходимо организовать плановую систему мер против мастита, которая будет способствовать повышению экономической эффективности молочного животноводства в стране на основе роста продуктивности животных и высоких молочных свойств [3].

Ключевые слова: коровы, мастит, эффективность терапевтических мероприятий.

Мастит — это воспаление молочных желез, возникающее в ответ на воздействие внешних и внутренних факторов среды, со снижением сопротивляемости организма животного и осложнениями при инфицировании.

Экономический ущерб, причиняемый этим заболеванием, складывается из прямых и косвенных потерь. Основными из них являются: снижение молочной продуктивности, увеличение заболеваемости телят, ухудшение качества молока и молочных продуктов, увеличение поголовья бесплодных коров и затраты на организацию и проведение мероприятий по борьбе с маститом [1].

В связи с этим большое значение придается качеству производимого молока. Основными показателями для оценки его качества являются бактериальная обсемененность, уровень соматических клеток, наличие антибиотиков и других ингибирующих веществ. При рассмотрении ряда факторов, оказывающих влияние на эти показатели, наиболее важным является выявление коров с маститом в стаде. Наиболее опасное возникновение мастита приходится на период лактации.

Имеющийся опыт борьбы с маститами коров, основанный на проведении отдельных, часто разовых мероприятий по диагностике, лечению и профилактике этого заболевания, показал их незначительную эффективность.

Поэтому необходимо организовать плановую систему мероприятий по борьбе с маститом коров, которая позволит значительно увеличить производство молока, улучшить его питательные и санитарные качества и снизить себестоимость.

Цель исследования. Целью наших исследований являлось определение эффективных методов диагностики и лечения мастита у коров.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить уровень заболеваемости коров и частоту поражений четвертей вымени маститом;

2. Изучить причины возникновения мастита у молочных коров;

3. Определить влияние дисфункции молочной железы на морфологические и биохимические показатели крови коров;

4. Изучить эффективность препаратов для лечения больных маститом коров в период лактации и сухостоя.

Лабораторные исследования проведены на кафедре анатомии, физиологии и хирургии факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет» при консультации специалистов Инновационного научно–исследовательского испытательного центра (ИНИИЦ) ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Научно-производственные исследования проводились на коровах чёрно-пёстрой голштинизированной породы возрасте от 3 до 5 лет со средней живой массой 550-650 кг и молочной продуктивностью 5600 - 6550 кг.

Проведен анализ технологии содержания и кормления животных с целью изучения и факторов, обусловливающих возникновение мастита у коров. Животные находились в одинаковых условиях содержания, принятых в данном хозяйстве. В зимний период коровы находились на привязи в капитальных 4-рядных помещениях, в летний период – в летних лагерях.

Помещения были оборудованы машинным доением, автопоилками, механизмами для раздачи кормов и уборки навоза. Животным предоставлялся пассивный моцион на специально оборудованных выгульных площадках. Дойка осуществлялась два раза в сутки в молокопровод.

Рационы для кормления коров были сбалансированы по основным питательным веществам согласно типовым нормам кормления с учетом возраста, упитанности и планируемым удоем.

В связи с тем, что при лечении заболеваний молочной железы широко и неконтролируемо назначаются антимикробные препараты, довольно часто отмечают привыкание к ним, снижение эффективности терапии и различные осложнения.

Опыт по изучению терапевтической эффективности различных схем лечения при клинически выраженном мастите у коров в период лактации провели на 10 животных, больных различными формами мастита, разделенных по принципу аналогов на 2 группы.

Таблица 1 – Схема исследования.

Группы животных	Количество животных	Препарат	Доза, способ введения
		Инфларет	12-15 мл в\м;
		Мастивин	1 шприц – дозатор в пораженную долю

1 опытная	5	Ксимаст	20-30г на кожу пораженной доли вымени.
2 опытная	5	Инфларет	12-15 мл в\м;
		Пенмицин	20-30 мл в\м;
		Мастимакс	1 шприц – дозатор в пораженную долю.

Для лечения коров опытных групп использовали следующие схемы лечения:

1 схема (первая опытная группа)

Инфларет (мелоксикам) 12-15 мл в\м;

Мастивин (рифампицин, гентамицин, метилурацил) 1 шприц – дозатор в пораженную долю;

Ксимаст (диметилсульфоксид, калия йодит) 20-30г на кожу пораженной доли вымени.

2 схема (Вторая опытная группа)

Инфларет (мелоксикам) 12-15 мл в\м;

Пенмицин (бензилленициллин, неомицин) 20-30 мл в\м;

Мастимакс (бензилленициллин, дигидрострептомицин, неомицин, диоксидин, дексаметазон) 1 шприц – дозатор в пораженную долю.

Клиническое состояние животных определяли по общепринятым ветеринарной медицине методам. Контроль за физиологическим состоянием и обменными процессами подопытных животных осуществляли путем взятия крови из яремной вены с утра, до кормления.

При клиническом обследовании измеряли температуру тела животных, частоту пульса и дыхание. Диагноз на клинический мастит у коров ставили по хорошо выраженным клиническим признакам. Проводили осмотр и пальпацию вымени, исследовали первые струйки молока. При этом обращали внимание на изменение четвертей вымени: на увеличение, а также на уплотнение и болезненность при прощупывании. В частности, при нарушении функции молокоотдачи наблюдали уменьшение количества и видоизменение состава секрета вымени: внешнего вида молока, цвета и присутствие в нем хлопьев и сгустков. Коров с субклинической формой мастита выявляли с помощью быстрого маститного теста (БМТ). Для этого исследовали секрет вымени коров с диагностикумами: кенотест, димастин, мастидин, масттест.

Видовой состав микроорганизмов в пробах молока определяли в лаборатории университета. Было исследовано 22 пробы секрета молока, полученного от коров, больных маститом. Отбор проб проводили по общепринятой методике. Так, с соблюдением правил асептики из пораженных четвертей вымени отбирали пробы секрета, и через 3–4 часа продолжали их исследование в лаборатории.

Исследование проб молока проводили путем высева на МПА, МПБ, ЖСА, СА, среду Эндо, МПА с 5,0% дефибринированной крови барана, МПА с 1,0% раствором глюкозы, среду Сабуро и цветные среды Гисса. Культивирование микроорганизмов в чашках Петри проводили в термостате при 37°С. Оценку культуральных свойств микроорганизмов проводили по их внешнему виду и характеру роста на питательных средах.

Морфологические и биохимические исследования крови проводили в Инновационном научно–исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет». Кровь на исследования отбирали от коров утром до их кормления из яремной вены.

Морфологические исследования крови проводили на автоматическом гемоанализаторе «Abacus junior vet», а биохимические – на анализаторе Clima MC–15». Изучение структуры капли молока, полученной от здоровых и больных маститом коров, проводили на исследовательском микроскопе «Leica DM 5000B».

Для решения проблемы мастита ежемесячно проводили обследование всех лактирующих коров стада с помощью тест–диагностикумов. В результате проведенного обследования поголовья коров в АО «Березки» уровень заболеваемости коров маститом составил 22,6%, в том числе субклинической формой мастита – 20,3% и клинической – 2,3%.

Выявили, что поражение одной четверти вымени было у трех голов (27,3%), поражение двух четвертей – у четырех голов (36,4%), поражение трех четвертей – у трех голов (27,3%) и поражение четырех четвертей вымени – у одной головы (9%) (рисунок 1).

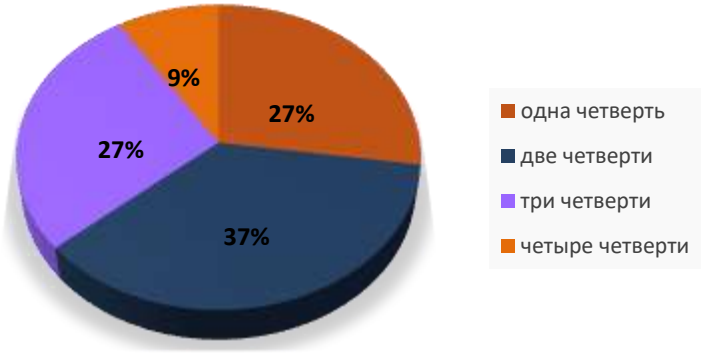


Рисунок 1 – Поражение четвертей вымени (%)

Ведущую роль в развитии воспалительного процесса в молочной железе играют различные микроорганизмы. В хозяйствах Орловской области из пораженных маститом четвертей вымени выделяются условно–патогенные и патогенные микроорганизмы. Так, нами при бактериологическом исследовании проб молока, взятых от коров больных маститом, были выделены следующие виды микроорганизмов: Streptococcus agalaetiae, Staphylococcus aureus, Staphylococcus hominis, Streptococcus dysgalaetiae, Staphylococcus haemolyticus, Staphylococcus saprophyticus, Staphylococcus epidermidis, Escherichia Coli, Clostridium perfringens, грибы из рода Candida (рисунок 2).

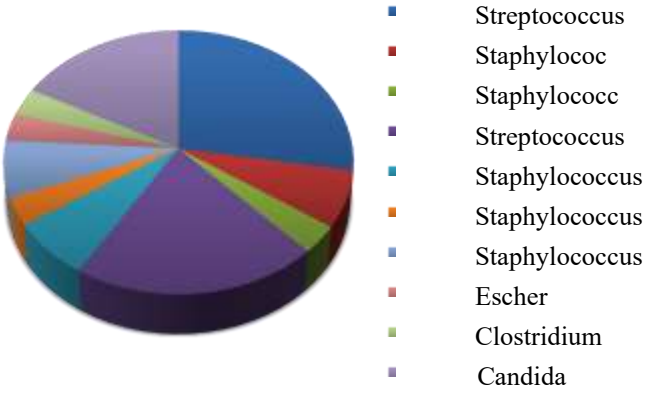


Рисунок 2 – Структура выделенных микроорганизмов при мастите коров в хозяйствах Орловской области (%)

После определения видового состава выделенных микроорганизмов нами была проведена работа по изучению и определению их чувствительности к антибактериальным препаратам. Оказалось, что наиболее высокой антимикробной активностью обладали следующие антибиотики: цефазолин, энрофлоксацин, энрофлон, гентамицин, канамицин, доксициклин, оксациллин.

Анализ полученных данных бактериологического исследования секрета вымени больных маститом коров свидетельствует о том, что заболевание молочной железы коров имеет инфекционную природу, которая была неоднократно подтверждена многими исследователями. Так, из пораженных четвертей вымени были выделены патогенные возбудители мастита, которые находились в монокультуре (64 %) и ассоциации микроорганизмов (36 %).

Морфологические и биохимические параметры крови молочных коров позволяют изучить состояние обменных процессов в организме и его общую резистентность.

При исследовании было установлено, что при воспалительных процессах в вымени (мастит) у лактирующих коров происходят значительные изменения в гематологических показателях.

При сравнении морфологических и биохимических показателей крови было установлено, что у здоровых коров количество эритроцитов было на 3% выше, чем у больных животных.

Таблица 2 – Морфологические показатели крови здоровых и больных маститом коров

Показатели	Здоровые животные, (n=3)	Больные животные до лечения, (n=3)
Эритроциты, 10^{12}/л	6,25±0,07	6,07±0,11
Гемоглобин, г/л	112,33±4,51	102,67±3,51
Гематокрит, %	31,88±1,19	35,39±0,57
Лейкоциты, 10^{9}/л	7,34±0,08	8,19±0,10**
Нейтрофилы, %	31,76±0,29	33,31±0,65
Эозинофилы, %	5,32±0,08	6,25±0,16**
Моноциты, %	3,80±0,14	4,50±0,11*
Лимфоциты, %	61,49±2,38	56,34±1,47

** - P<0,01; * - P<0,05

У коров, больных субклиническим маститом, содержание гемоглобина в крови оказалось меньше, чем у здоровых на 8,6%, а гематокрит при этом увеличивался в среднем на 3,2%.

Количество лейкоцитов у больных субклинической формой мастита животных по сравнению со здоровыми оказалось выше на 10,4%. При анализе лейкограммы здоровых и больных субклиническим маститом коров до лечения установлено, что при развитии субклинического мастита количество нейтрофилов в крови увеличивалось на 1,55%, эозинофилов – на 0,93%. При этом, количество моноцитов повышалось незначительно (в среднем на 0,7%), уровень лимфоцитов у лактирующих коров при развитии патологии снизился на 5,15%. Полученные результаты были статистически достоверны. При развитии воспалительного процесса наблюдался лейкоцитоз и снижение насыщенности крови гемоглобином.

После применения эффективных лечебных противомаститных препаратов через 48 часов наблюдалось постепенное выздоровление лактирующих коров, что подтверждается показателями крови (эритроциты (6,33±0,04)х10^{12}/л, гемоглобин 113,67±3,06 г/л, лимфоциты 60,83±1,34 %,

лейкоциты (7,41±0,19)х10^9/л, нейтрофилы 31,79±0,32 %, эозинофилы 5,35±0,15 %, моноциты 4,03±0,08 %,которые приближались к таковым показателям у здоровых коров.

Таким образом, видно, что при воспалительном процессе в вымени у лактирующих коров (мастит) происходят значительные изменения в морфологических и биохимических показателях крови, которые при эффективном лечении приходят в норму.

В исследуемых группах лактирующих коров происходили изменения и в биохимических показателях крови. Так, при развитии патологического процесса в вымени коров по сравнению со здоровыми животными снижалось количество общего белка на 9,1%, глюкозы – на 17,7%. Одновременно отмечалось повышение билирубина на 14,5%, мочевины – на 9,5% (P<0,05).

Содержание креатинина в крови здоровых коров составляло 83,67+2,28 ммоль/л, в то время как при мастите увеличивалость на 10,1%. Уровень холестерина у коров при воспалении оказался выше, чем у здоровых н 32,5% (P<0,01) и составил4,20±0,10 ммоль/л.

Установили, что уровень амилазы при развитии субклинической формы мастита у коров повышается на 4% (P<0,05), щелочной фосфатазы снижается на 9,5%. Из анализа полученных результатов следует, что развитие воспалительного процесса в вымени и применение эффективных лечебных препаратов оказывают значительное влияние на изменения в морфологических и биохимических показателях крови у коров.

Таким образом, использование эффективных противомаститных препаратов приводит к последующей нормализации морфологических и биохимических показателей крови выздоровевших животных, что свидетельствует о процессе выздоровление, а, следовательно, и о снижении отрицательного влияния воспалительного процесса в вымени.

Таблица 3– Биохимические показатели крови здоровых и больных маститом коров

Показатели	Здоровые животные (n=3)	Больные животные до лечения (n=3)
Общий белок, г/л	82,13±3,30	74,63±2,41
Билирубин, ммоль/л	7,15±0,07	8,19±0,15**
Глюкоза, ммоль/л	1,75±0,05	1,44±0,11
Мочевина, ммоль/л	3,17±0,06	3,47±0,07*
Креатинин, ммоль/л	83,67±2,28	92,10±2,72

Холестерин, ммоль/л	3,17±0,12	4,20±0,10**
Щелочная фосфатаза, ед/л	126,67±3,06	114,70±4,04
Амилаза, ед/л	642,67±5,69	668,33±4,51*

** - P<0,01; * - P<0,05

В период лечения и в течение первых суток после последнего введения препарата молоко из пораженных четвертей вымени выдаивали в отдельную посуду и утилизировали. Из остальных четвертей вымени молоко после кипячения скармливали животным.

В таблице 4 приведены сравнительные данные об эффективности используемых препаратов при лечении мастита коров в лактационный период.

Таблица 4 – Эффективность противомаститных препаратов при лечении субклинического мастита коров в лактационный период

Противомаститные препараты	лечили коров	вылечили коров	Процент вылеченных коров	Выявлены побочные явления (голов)
Инфларет, Мастиивин, Ксимаст	5	5	100	–
Инфларет, Пенмицин, Мастимакс	5	3	60	2

Результаты опыта показали, что схема 1: инфларет+мастивин+ксимаст более эффективна при лечении субклинического мастита коров. Установлено, что при применении схемы 1 выздоровело 5 из 5 животных, в то время как от применения схемы 2: инфларет, + пенмицин +мастимакс – 3 из 5 коров. Таким образом, терапевтический эффект схемы 1 оказался выше и составил 100 %.

Список литературы

1. Батраков, А.Я. Определение антибиотикочувствительности при терапии больных маститом коров / А.Я. Батраков, // Ветеринарная патология. - 2012. - №3 - С. 87-90.

2. Дедкова, А. И. Оценка способов содержания молодняка крупного рогатого скота / А. И. Дедкова, Н. Н. Сергеева // Продовольственная безопасность как фактор повышения качества жизни: материалы

Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, Орел, 29 сентября 2021 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2021. – С. 118-124. – EDN XJZZNO.

3. Мальцев, С.А. Комплексная программа по контролю мастита в молочном животноводстве. / С.А. Мальцев. // Ветеринария сельскохозяйственных животных. - 2018. №11 - С. 14-21.

4. Сергеева, Н. Н. Физиологический статус коров при коррекции нарушений обменных процессов / Н. Н. Сергеева, А. И. Дедкова // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: Материалы V международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 08 декабря 2022 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 236-244. – EDN VJLHFE.

Sergeyeva N.N., Dedkova A.I., Khimicheva S.N.

DIAGNOSTIC, TREATMENT AND PREVENTIVE MEASURES FOR MASTITIS IN COWS

Orel State Agrarian University Named After N. V. Parahin, Orel

Annotation. One of the main challenges facing Russian agriculture is improving the economic efficiency of dairy farming. Despite advances in modern veterinary science, mastitis (inflammation of the mammary gland) has always been and remains a disease that causes significant economic losses to livestock production. Although mastitis typically causes no deaths, the economic impact on each dairy farm consists of both direct and indirect losses—decreased productivity, premature culling of animals, deterioration in the milk's technological properties, fewer calves, and the costs of diagnosing and treating cows. Losses in the dairy industry due to mastitis can reach up to 15% of total output.

Research into this topic is relevant because, as Russian veterinarians have shown over many years, isolated, often one-time measures for diagnosing, treating, and preventing mastitis in cattle are ineffective. To combat this disease, it is necessary to organize a planned system of measures against mastitis, which will contribute to increasing the economic efficiency of dairy farming in the country based on increased animal productivity and high milk quality [3].

Keywords: cows, mastitis, effectiveness of therapeutic measures.

УДК 636.5:615.322

[1]Яровая Н.И., [2]Комиссарова Н.А.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНТИОКСИДАНТНОГО ДЕЙСТВИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ И ЛИПОСОМАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

[1]ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»,

[2]ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»

Аннотация. Проведена сравнительная оценка антиоксидантной активности водной композиции из сабельника болотного и клюквы, и её липосомальной формы у цыплят-бройлеров при световой депривации. Липосомальный препарат показал более высокую эффективность. При его применении установлено снижение малонового диальдегида на 35% и повышение церулоплазмина на 130%, а при применении водной композиции снижение МДА было на 24% и повышение церулоплазмина - на 82%. Липосомальная форма рекомендована для коррекции окислительного стресса в птицеводстве.

Ключевые слова. экспериментальный стресс, цыплята-бройлеры, сабельник болотный, клюква, малоновый диальдегид, церулоплазмин.

Актуальность. В промышленном птицеводстве существует противоречие между технологией содержания птицы и ее физиологическими потребностями. Интенсификация производственных процессов (высокая плотность посадки, ускоренный рост, достижение максимальной продуктивности) создает значительную нагрузку на организм птицы и приводит к напряжению естественных адаптационных механизмов [1, 2, 3].

Стрессогенные условия ведения птицеводства часто приводят к развитию стресса у птицы. На фоне недостаточной мощности адаптационного резерва и ослабления антиоксидантной системы это сопровождается развитием окислительного стресса, который является началом развития многих заболеваний неинфекционной и инфекционной природы [4].

В связи с этим коррекция окислительного стресса у птицы является актуальной задачей. Одним из перспективных направлений является применение биологически активных препаратов антиоксидантного действия, в частности природного происхождения [5, 6].

В качестве перспективной основы для таких препаратов нами была выбрана комбинация из сабельника болотного и плодов дикорастущей

клюквы, а также – липосомальная суспензия из подсолнечного лецитина для получения липосомальной формы указанных растительных начал.

Целью работы являлась сравнительная оценка эффективности коррекции показателей системы ПОЛ-АОС у цыплят-бройлеров в условиях световой депривации при применении растительной композиции из сабельника болотного и клюквы и липосомального препарата из тех же растительных начал.

Материалы и методы. Научно-исследовательская работа была выполнена в период с 2018 по 2025 гг. в химических лабораториях ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина» и в ИНИИЦ ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина».

Липосомальный препарат и растительную композицию выпаивали цыплятам 1 раз в сутки в течение первых 21 суток жизни в дозе 5 мл на 1 кг живой массы. В состав липосомального препарата входили водный настой сабельника болотного (1 часть, соотношение сырья к воде 1:10) и водное извлечение из плодов клюквы (1 часть, соотношение ягод к воде 1:10), а также липосомы (2 части) (патент №2840301). Для приготовления водных извлечений клюквы и сабельника применяли соотношение сырья и воды, равное 1:10. По отдельности сабельник и клюкву измельчали, заливали кипящей водой, настаивали 15 минут, охлаждали 45 минут, а затем процеживали. Липосомы изготавливали тепловым способом: подсолнечный лецитин на 2 часа заливали водой в соотношении 1:10, далее добавляли глицерин (3 % к смеси лецитина) и нагревали 30 минут при постоянном помешивании. Полученный липосомальный препарат на основе сабельника и клюквы хранили при температуре от 2 до 6ºС и влажности 50-55 % в течение 15 суток.

Объектом исследования являлись цыплята-бройлеры кросса КОББ-500 в возрасте 1-21 суток, которые выращивались в клетках в условиях вивария. Было проведено 2 серии опытов. В 1-ой серии эксперимента в суточном возрасте по принципу пар-аналогов были сформированы 3 группы по 15 цыплят в каждой группе: контрольная группа - цыплята, получавшие основной рацион; первая опытная группа - цыплята, получавшие основной рацион в условиях световой депривации и вторая опытная - цыплята, получавшие растительную композицию из сабельника и клюквы в условиях световой депривации. В 2-ой серии эксперимента в суточном возрасте по принципу пар-аналогов были сформированы также 3 группы по 15 цыплят в каждой: контрольная группа - цыплята, получавшие основной рацион; первая опытная группа - цыплята, получавшие основной рацион в условиях световой депривации и вторая опытная - цыплята, получавшие липосомальный препарат из сабельника и клюквы в условиях световой депривации. Экспериментальный моделированный стресс создавали путем световой депривации цыплят в

течение 27 часов с перерывами в течение 6-и и 7-и суток (нарушение светового режима).

Полученные экспериментальные данные были статистически обработаны и представлены в работе в виде M±SD, где M - среднее арифметическое, SD - среднеквадратичное отклонение. Достоверность отличий между средними величинами в разных группах опыта устанавливали с применением критерия Стьюдента. Все статистические расчеты проводили с помощью программы Microsoft Office Excel.

Результаты и выводы собственных исследований. При световой депривации без коррекции с 8-ых суток эксперимента у цыплят опытных групп 1-ой и 2-ой серий опыта был диагностирован окислительный стресс (по малоновому диальдегиду (МДА) и церулоплазмину (ЦП)). В 1-ой серии эксперимента у цыплят к 8-ым суткам опыта показатель МДА составил 3,8±0,18 мкмоль/л, к 16-ым суткам - 3,7±0,12 мкмоль/л, к 21-ым суткам - 3,8±0,14 мкмоль/л, что было выше на 85-90% ($p<0,05$) показателей контрольной группы 1-ой серии. Во 2-ой серии опыта у цыплят уровень МДА к 8-ым суткам составил 3,7±0,23 мкмоль/л, к 16-ым суткам - 3,6±0,07 мкмоль/л, к 21-ым суткам - 3,7±0,23 мкмоль/л, что было выше на 81-90% ($p<0,05$) показателей контрольной группы 2-ой серии.

На фоне увеличенных значений малонового диальдегида у стрессированных цыплят без коррекции отмечался сниженный уровень церулоплазмина относительно контроля. Так, у цыплят 1-ой серии опыта церулоплазмин к 8-ым суткам эксперимента составил 1,1±0,02 мкмоль/л, к 16-ым суткам - 1,0±0,05, к концу эксперимента - 1,1±0,02 мкмоль/л, что было ниже контрольных значений цыплят 1-ой серии на 42-47% У цыплят-бройлеров 2-ой серии к 8-ым суткам эксперимента показатель церулоплазмина составил 1,1±0,06 мкмоль/л, к 16-ым суткам - 1,0±0,05, к концу эксперимента - 1,0±0,03 мкмоль/л, что было ниже контрольных значений цыплят 2-ой серии на 45-55%

Изменения показателей антиоксидантного статуса у цыплят при выпаивании водной композиции и липосомального препарата на основе сабельника и клюквы на фоне световой депривации представлены в таблице 1.

Анализ таблицы 1 показал, что к концу эксперимента (21-ые сутки) показатель церулоплазмина достоверно увеличился в обеих группах цыплят, получавших растительную композицию и липосомальный препарат на основе сабельника и клюквы. При этом липосомальный препарат продемонстрировал более высокую антиоксидантную активность, что, по-видимому, связано с пролонгацией антиоксидантного действия препарата за счет включения биологически активных компонентов растительного сырья в липосомы. Так, при применении липосомального препарата установлено снижение малонового диальдегида

на 35% и повышение церулоплазмина на 130%, а при выпаивании водной композиции снижение МДА было на 24% и повышение церулоплазмина - на 82%.

Таблица 1 – Оценка эффективности влияния растительной композиции и липосомального препарата на систему ПОЛ-АОС у цыплят-бройлеров 1-ой и 2-ой серии опыта

Препарат	**Снижение МДА, %**		**Повышение ЦП, %**		**Значение МДА и ЦП к концу опыта**
Растительная композиция	на 8-ые сутки	24*	на 8-ые сутки	72*	МДА: 2,9 мкмоль/л (норма 1,50-2,5 мкмоль/л) ЦП: 2,0 мкмоль/л (в пределах контрольных значений)
	на 16-ые сутки	22*	на 16-ые сутки	60*	
	на 21-ые сутки	24*	на 21-ые сутки	82*	
Липосомальный препарат	на 8-ые сутки	30**	на 8-ые сутки	82**	**МДА: 2,4 мкмоль/л** (норма 1,50-2,5 мкмоль/л) **ЦП: 2,3 мкмоль/л** (в пределах контрольных значений)
	на 16-ые сутки	28**	на 16-ые сутки	110**	
	на 21-ые сутки	**35****	на 21-ые сутки	**130****	

Примечание: * - $p < 0,05$, относительно опытной стрессированной группы цыплят 1-ой серии опыта;

** - $p < 0,05$ относительно опытной стрессированной группы цыплят 2-ой серии опыта

Таким образом, в условиях моделированного стресса липосомальный препарат на протяжении 21-х суток проявлял более выраженное корректирующее действие относительно уровня свободных радикалов (по уровню МДА) у цыплят-бройлеров по сравнению с водной композицией.

Список литературы

1. Ипполитова, Т. В. Состояние физиологической адаптации продуктивных животных на фермах промышленного типа / Т. В. Ипполитова, А. А. Олешкевич, В. Н. Шевкопляс. // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. - 2020. - № 2 (46). - С. 3-10. - DOI: 10.24411/2074-5036-2020-10012;

2. Маркин, Ю. В. Новые подходы к профилактике теплового стресса у птицы / Ю. В. Маркин, С. В. Полунина, Д. Н. Спиридонов [и др.]. // Птица и птицепродукты. - 2010. - № 4. - С. 47-49;

3. Ажмулдинов, Е. А. Влияние различных стресс-факторов на организм сельскохозяйственных животных (обзор) / Е. А. Ажмулдинов, М. А. Кизаев, М. Г. Титов [и др.]. // Животноводство и кормопроизводство. - 2018. - № 2(101). - С. 79-89;

4. Шиловский Г. А. Регуляция белков циркадных ритмов и Nrf2-опосредованной антиоксидантной защиты: двойная роль киназы гликогенсинтазы 3 / Г. А. Шиловский, Т. С. Путятина, Г. В. Моргунова [и др.] // Биохимия. – 2021. – Т. 86, № 4. – С. 511-528;

5. Авзалов, Р. Х. Биоритмологические закономерности физиологических функций у сельскохозяйственных птиц: диссертация ... доктора биологических наук: 03.00.13. — Уфа, 2004. — 411 с.;

6. Николаев, С. И. Убойные и мясные качества сельскохозяйственной птицы при использовании в их рационах антистрессового препарата "Фид Фуд Меджик антистресс Микс" / С. И. Николаев, Е. В. Корнилова, Ю. Г. Букаева // Известия Горского государственного аграрного университета. - 2022. - Т. 59-1. - С. 72-78. - DOI 10.54258/20701047_2022_59_1_72. - EDN QDHYAS.

[1]Yarovan N.I., [1]Komissarova N.A.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ANTIOXIDANT EFFECT OF A PLANT COMPOSITION AND A LIPOSOMAL PREPARATION IN BROILER CHICKENS

[1]Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University N.V. Parakhin»,

[2]Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State University named after I. S. Turgenev»

Abstract. A comparative evaluation of the antioxidant activity of an aqueous composition of marsh cinquefoil and cranberry, and its liposomal form, was carried out in broiler chickens under light deprivation. The liposomal preparation showed higher efficacy: a reduction in malondialdehyde by 35% versus 24%, and an increase in ceruloplasmin by 130% versus 82%. The liposomal form is recommended for the correction of oxidative stress in poultry farming.

Key words. Experimental stress, broiler chickens, marsh cinquefoil, cranberry, malondialdehyde, ceruloplasmin.

УДК 636.238.1:619:615.322

Яровaн Н.И., Агеева А.В.

РАСТИТЕЛЬНАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ АДАПТАЦИИ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ К ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье показана необходимость применения средств адаптогенного действия для коров, находящихся в стрессогенных условиях индустриального содержания. Эксперимент проводился в «Опытной станции «Стрелецкая» - филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур». В качестве биологически активной добавки применяли композицию из плодов рябины (20 гр) и хвои (70 гр) дополнительно к основному рациону на одну голову (в течение месяца). Были созданы группы коров: 1-я контрольная – коровы получали основной рацион; 2-я опытная – получали основной рацион с композицией из плодов рябины и хвои. По мнению авторов остановить чрезмерное образование и нейтрализовать уже образованные радикалы способны антиоксиданты, предпочтение среди которых отдается антиоксидантам природного происхождения. По результатам их исследований таковой может быть композиция из плодов рябины и хвои сосны, используемая дополнительно к основному рациону для коров голштинской породы, содержащихся в стрессогенных условиях индустриальной технологии.

Ключевые слова: индустриальные технологии, стресс, адаптация, свободно-радикальное окисление, коровы, антиоксиданты, рябина, хвоя сосны.

Основные причины возникновения физиолого-биохимических гомеостатических нарушений у высокопродуктивных голштинских коров – это воздействие алиментарного стресса, гиподинамии, отсутствие инсоляции и зооветеринарных приемов, сопровождающих индустриальную технологию, которую характеризует несбалансированное кормление с учетом содержания белка, углеводов, макро- и микроэлементов, что вызывает нарушение функционирования печени, почек и угнетение гормональной и иммунной систем, нарушение оптимального соотношения в системе ПОЛ-АОС.

Организм испытывает состояние стресса, который проявляется в виде специфического патологического синдрома вызываемого неспецифическими, неблагоприятными факторами [1] и является пусковым механизмом возникновения и развития патологических процессов в организме [2, 3].

При этом снижаются адаптационные возможности организма коровы к возникающим условиям, следствием чего является снижение продуктивности и ухудшение качества продукции.

В связи с этим важным является изучение протекания адаптационных процессов у высокоудойных коров голштинской породы.

Одним из основных показателей активности процессов адаптации является состояние системы ПОЛ-АОС. Определенный уровень свободно-радикального окисления говорит о нормальном течении адаптации.

Целью наших исследований было изучение влияния на организм коров композиции из рябины и хвои в качестве средства антиоксидантной цели.

Эксперимент проводился в «Опытной станции «Стрелецкая» - филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур».

В качестве биологически активной добавки применяли композицию из плодов рябины (20 гр) и хвои (70 гр) дополнительно к основному рациону на одну голову (в течение месяца).

Были созданы группы коров: 1-я контрольная – коровы получали основной рацион; 2-я опытная – получали основной рацион с композицией из плодов рябины и хвои.

Обоснованием применения композиции из плодов рябины и хвои в качестве биологически активной добавки являлся богатый их химический состав. (таблицы 1, 2, по Скурихину И.М.)

Таблица 1. Содержание органических кислот, витаминов и минералов в 100 г хвои сосны (по Скурихину И.М.)

Показатели	Количество
Органические кислоты	2 г
Витамины	
Витамин А, РЭ	540 мкг
бета Каротин	20 мг
Витамин В1, тиамин	1,9 мг
Витамин В2, рибофлавин	0,5 мг
Витамин В4, холин	2 мг
Витамин В5, пантотеновая	2 мг
Витамин В6, пиридоксин	0,2 мг
Витамин В9, фолаты	2 мкг
Витамин В12, кобаламин	2 мкг
Витамин С, аскорбиновая	2 мг
Витамин D, кальциферол	2 мкг

Витамин Е, альфа токоферол, ТЭ	2 мг
Витамин Н, биотин	15 мкг
Витамин К, филлохинон	2000 мкг
Витамин РР, НЭ	2,9 мг
Макроэлементы	
Калий, К	2 мг
Кальций, Са	2 мг
Кремний, Si	2 мг
Магний, Mg	2 мг
Натрий, Na	2 мг
Сера, S	2 мг
Фосфор, Р	2 мг
Хлор, Cl	2 мг
Микроэлементы	
Бор, В	2 мкг
Ванадий, V	2 мкг
Железо, Fe	4 мг
Йод, I	2 мкг
Кобальт, Со	4 мкг
Марганец, Mn	4 мг
Медь,Cu	2 мкг
Молибден, Мо	2 мкг
Селен, Se	2 мкг
Фтор, F	2 мкг
Хром, Cr	2 мкг
Цинк, Zn	2 мг

Таблица 2. Химический состав рябины красной (в100 г.) по Скурихину И.М.

Показатели	Количество
Витамины	
Витамин А, РЭ	1500 мкг
бета Каротин	9 мг
Витамин В1, тиамин	0,05 мг
Витамин В2, рибофлавин	0,02 мг
Витамин В9, фолаты	0,2 мг
Витамин С, аскорбиновая	70 мг
Витамин РР, НЭ	0,7 мг
Макроэлементы	

Калий, К	230 мг
Кальций, Са	42 мг
Магний, Mg	331 мг
Фосфор, Р	17 мг
Микроэлементы	
Железо, Fe	2 мг
Марганец, Mn	2 мг
Медь, Cu	120 мкг
Цинк, Zn	0,3 мг
Усвояемые углеводы	
Моно- и дисахариды (сахара)	8,5 г

Одним из основных показателей активности процессов адаптации является состояние системы ПОЛ-АОС. Определенный уровень свободно-радикального окисления говорит о нормальном течении адаптации (рисунок 1).

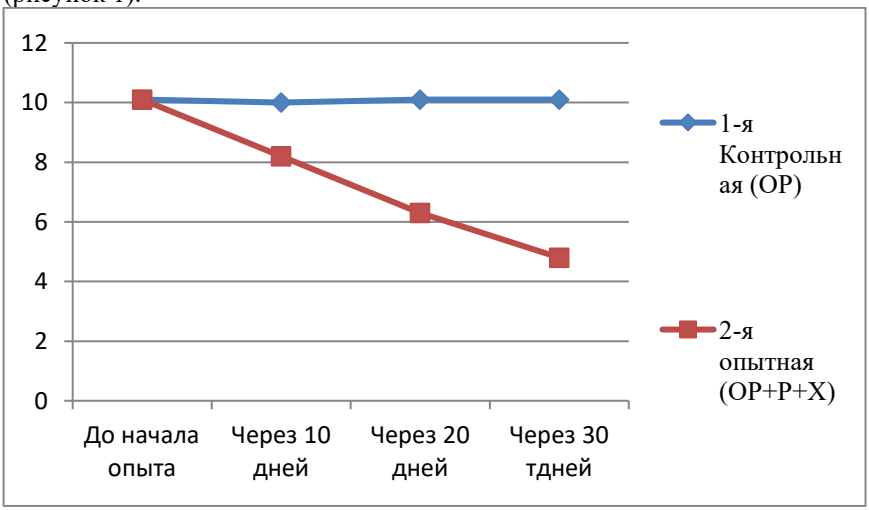


Рисунок 1 – Показатели свободно-радикального окисления у коров при использовании композиции из плодов рябины и хвои (по уровню МДА, мкмоль/л)

Из рисунка видно, что при использовании, дополнительно к основному рациону предлагаемой добавки из плодов рябины и хвои у коров в сыворотке крови наблюдается резкое снижение свободно-радикального окисления по уровню МДА. Так к концу эксперимента уровень МДА снизился на 5,3 мкмоль/л.

Изучение среднесуточного удоя при применении дополнительно к основному рациону композиции из рябины и хвои сосны показало его увеличение в опытной группе к концу эксперимента на 2,33 кг, тогда как в контрольной группе среднесуточный удой не изменялся на протяжении всего эксперимента (рисунок 2).

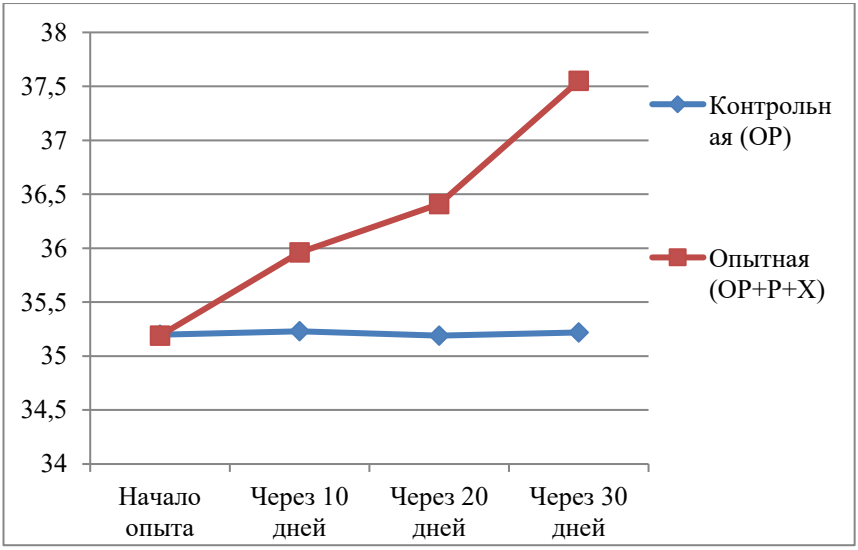


Рисунок 2 - Среднесуточный удой у голштинских коров при применении предлагаемой композиции

Снижение продуктивности при стрессе связано с тем, что для восстановления и поддержания гомеостаза на более напряженных ступенях функционирования, дополнительно используются классические и энергетические ресурсы, а также биологически-активных веществах. В связи с направленной селекцией на повышение молочной продуктивности, у голштинских коров с низкой резистентностью и повышенной стресс чувствительностью снижается активность адаптационных процессов [4].

Важную роль в метаболических процессах клетки принадлежит окислительно-восстановительным реакциям, в процессе которых при развитии стресс-реакций образуется не соответствующее норме количество свободных радикалов.

Остановить их чрезмерное образование и нейтрализовать уже образованные радикалы способны антиоксиданты, предпочтение среди которых отдается антиоксидантам природного происхождения. По результатам наших исследований таковой может быть композиция из

плодов рябины и хвои сосны, используемая дополнительно к основному рациону для коров голштинской породы, содержащихся в стрессогенных условиях индустриальной технологии.

Список литературы

1. Селье, Г. Очерки об адаптационном синдроме / Г. Селье. – М. : Медгизс, 1960. – 255 с. (178)

2. Горизонтов, П. Д. Стресс и систематика крови [Текст] / П.Д. Горизонтов, О. И. Белоусова, М. И. Федотова. – М.: Медицина, 1983. – 240 с. (44)

3. Фурдуй, Ф. И. Физиологические механизмы стресса и адаптации при остром действии стресс-факторов / Ф. И. Фурдуй; отв. Ред. С. Х. Хайдарлиу. – Кишинев: Штиинца, 1986. – 240 с. (215)

4. Мищенко, В. А. Основные причины выбытия высокопродуктивных коров [Текст] / В. А. Мищенко, Н. А. Яременко, Д. К. Павлов // Ветеринария. – 2004. - № 10. – С. 15-17. (126)

Yarovan N.I., Ageeva A.V.

PLANT COMPOSITION FOR ADAPTATION OF HOLSTEIN COWS TO INDUSTRIAL TECHNOLOGY

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education,
Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin

Abstract: This article demonstrates the need for adaptogenic agents for cows kept in stressful industrial conditions. The experiment was conducted at the Streletskaya Experimental Station, a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution, the Federal Scientific Center for Legumes and Cereal Crops. A composition of rowan berries (20 g) and pine needles (70 g) was used as a biologically active supplement in addition to the basic ration per head (for one month). Cows were divided into groups: 1st control group – cows received the basic ration; The second experimental group fed a basic diet containing a mixture of rowan berries and pine needles. The authors believe that antioxidants, with natural antioxidants being preferred, can prevent excessive radical formation and neutralize existing radicals. Based on their research, a mixture of rowan berries and pine needles, used in addition to the basic diet for Holstein cows kept in stressful industrial conditions, could be such a solution.

Keywords: industrial technologies, stress, adaptation, free radical oxidation, cows, antioxidants, rowan berries, pine needles.

УДК 636.234.1:637.12.05

[1]Яровая Н.И., [2]Ишханова А.А.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНАЯ ДОБАВКА ИЗ БОЯРЫШНИКА В КОРМЛЕНИИ СТРЕСС-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ

[1]ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

[2]Управление Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Орловской и Курской областям

Аннотация. В статье показано, что при индустриальных технологиях ведения молочного скотоводства имеет место воздействие целого ряда негативных факторов на организм животных (таких как: некачественное и не сбалансированное кормление, нарушение требуемых зоотехнических параметров содержания, отсутствие инсоляции, вакцинация и т.д.). Для сохранения их здоровья и получения генетически обоснованной молочной продуктивности требуется применение биологически активных добавок, оптимизирующих состав корма и нивелирующих последствия воздействия чрезвычайных факторов. Эксперимент проводился в «Опытной станции «Стрелецкая» - филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур». В качестве биологически активной добавки применяли плоды боярышника дополнительно к основному рациону в дозе 20 гр. на голову (в течение месяца). Полученные экспериментальные данные по применению дополнительно к основному рациону коров голштинской породы, содержащихся в стрессогенных условиях промышленного комплекса, боярышника в дозе 20 гр на голову показали положительное влияние его на среднесуточный удой, белковомолочность и жирномолочность.

Ключевые слова: голштинские коровы, промышленное содержание, технологический стресс, боярышник.

Важной задачей перед работниками агропромышленного комплекса является создание полноценных продуктов питания для населения страны [1-3]. При этом стратегическим продуктом является молоко, содержащее богатый состав компонентов, способных обеспечить жизнедеятельность организма человека и на определенном этапе молодняка животных.

Основной источник получения молока для использования его в питании в чистом виде или в виде продуктов его переработки состоит из маточного поголовья коров молочного, а также комбинированного направления.

Длительный период использования генофонда голштинского скота с целью усовершенствования местных пород привел к зарождению помесных коров, у которых высокая доля кровности голштинской породы, имеющих более высокую продуктивность, но и большую стресс-чувствительность [4-5].

В связи с тем, что индустриальные технологии ведения молочного скотоводства сопровождаются воздействием целого ряда негативных факторов на организм животных (таких как: некачественное и не сбалансированное кормление, нарушение требуемых зоотехнических параметров содержания, отсутствие инсоляции, вакцинация и т.д.). Для сохранения их здоровья и получения генетически обоснованной молочной продуктивности требуется применение биологически активных добавок, оптимизирующих состав корма и нивелирующих последствия воздействия чрезвычайных факторов.

На наш взгляд, к таким биологически активным добавкам могут относиться различные фармакопейные формы боярышника обыкновенного. Нами предложено и экспериментально апробировано использование плодов боярышника обыкновенного для коров голштинской породы в условиях промышленного комплекса в зимний стойловый период.

Эксперимент проводился в «Опытной станции «Стрелецкая» - филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур».

В качестве биологически активной добавки применяли плоды боярышника дополнительно к основному рациону в дозе 20 гр. на голову (в течение месяца).

Обоснованием применения плодов боярышника в качестве добавки для коррекции стресс-индуцированных нарушений в метаболическом статусе коров служил богатый биохимический состав плодов боярышника. (таблица 1)

Таблица 1. Содержание органических кислот, витаминов и минералов в 100 г боярышника (по Скурихину И.М.)

Показатели	**Количество**
Органические кислоты	0,3 г
Витамины	
бета Каротин	7,1 мг
Витамин В9, фолаты	400 мкг
Витамин С, аскорбиновая кислота	31,5 мг
витамин Е, альфа токоферол, ТЭ	6 мг
Макроэлементы	

Калий, К	1310 мг
Кальций, Са	300 мг
Магний, Mg	100 мг
Микроэлементы	
Алюминий, Al	3 мкг
Бор, В	200 мкг
Железо, Fe	4 мг
Йод, I	6 мкг
Кобальт, Со	37 мкг
Марганец, Mn	0,004 мг
Медь,Cu	29 мкг
Никель, Ni	10 мкг
Селен, Se	1180 мкг
Стронций, Sr	6 мкг
Хром, Cr	1 мкг
Цинк, Zn	7 мг

Для эксперимента были сформированы 2 группы коров по 5 голов в каждой. Коровы контрольной группы получали только основной рацион хозяйства (ОР); коровы опытной группы получали основной рацион плюс плоды боярышника в дозе 20 гр. на голову.

При использовании плодов боярышника происходило улучшение метаболизма и повышение качества и количества молока, заключающееся в увеличении к концу эксперимента относительно контроля среднесуточного удоя на 2,534 кг, белковомолочности на 0,096%, жирномолочности на 1,3%. Динамика изменений в изучаемых показателях представлена на рисунках 1-3.

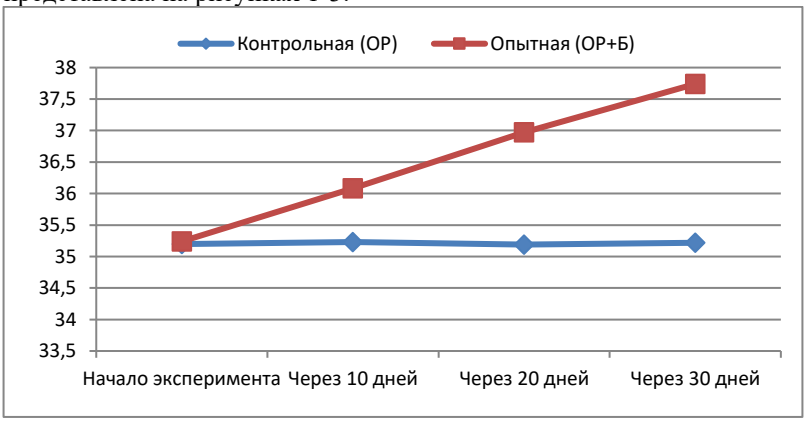


Рисунок 1 – Влияние применения в кормлении плодов боярышника на показатели среднесуточного удоя у коров, кг

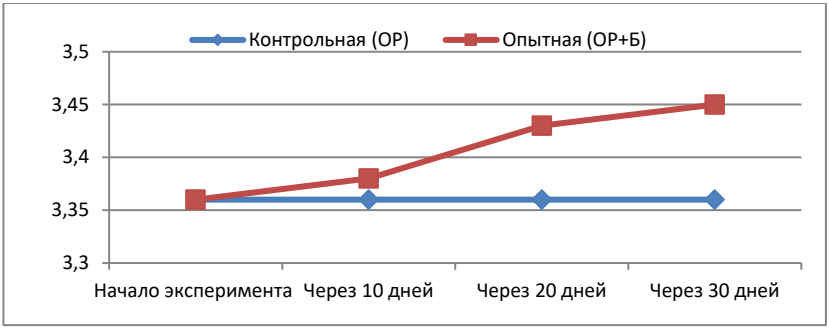


Рисунок 2 – Динамика показателей белковомолочности у коров при применении плодов боярышника, %

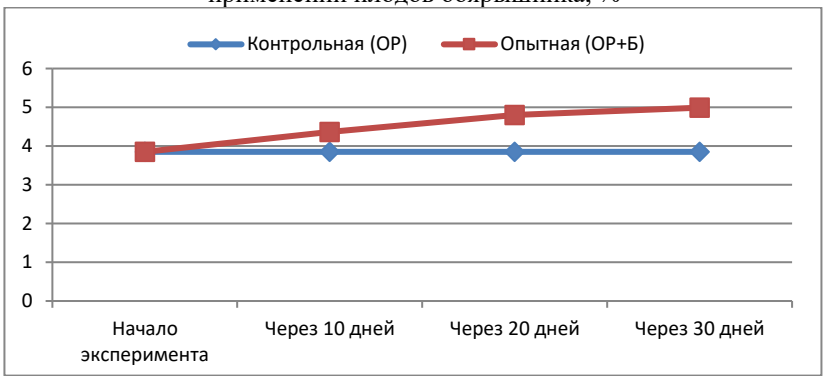


Рисунок 3 – Динамика показателей жирномолочности у коров при применении плодов боярышника, %

Полученные экспериментальные данные по применению дополнительно к основному рациону коров голштинской породы, содержащихся в стрессогенных условиях промышленного комплекса, боярышника в дозе 20 гр на голову показали положительное влияние его на среднесуточный удой, белковомолочность и жирномолочность.

В связи с вышеописанным, рекомендуем производству использование плодов боярышника в указанной дозе для коров голштинской породы в зимний стойловый период в качестве источника минеральных элементов, витаминов и органических кислот.

Список литературы

1. Донник, И.М. Роль генетических факторов в повышении продуктивности крупного рогатого скота/ И.М. Донник, С.В. Мымрин// Главный зоотехник. 2016. № 8. С. 20-32.

2. Донник, И.М. Повышение биоресурсного потенциала быков-производителей / И.М. Донник, С.В. Мымрин//Главный зоотехник. 2016. № 4. С. 7-14.

3. Колесникова, А.В. Степень использования генетического потенциала голштинских быков-производителей различной селекции /А.В. Колесникова // Зоотехния. 2017. №1. С 10-12.

4. Чеченихина О. С., Быкова О. А., Лоретц О. Г., Степанов А. В. Возраст выбытия коров из стада в зависимости от генетических и паратипических факторов // Аграрный вестник Урала. 2021. № 6 (209). С. 71-79.

5. Гридина С. Л., Гридин В. Ф., Сидорова Д. В., Новицкая К. В. Влияние уровня голштинизации на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы //Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 8. С. 60-61.

[1] Yarovan N.I., [2] Ishkhanova A.A.

A BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENT FROM HAWTHORN IN FEEDING STRESS-SENSITIVE HOLSTEIN COWS

[1] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "N.V. Parakhin Oryol State Agrarian University"

[2] Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance for the Oryol and Kursk Regions

Abstract: This article demonstrates that industrial dairy farming practices are associated with a number of negative factors affecting animals (such as poor and unbalanced feeding, inadequate zootechnical management, lack of sunlight, vaccinations, etc.). To maintain their health and achieve genetically determined milk production, it is necessary to use biologically active supplements that optimize feed composition and mitigate the effects of extreme factors. The experiment was conducted at the Streletskaya Experimental Station, a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution, the Federal Scientific Center for Grain Legumes and Cereal Crops. Hawthorn berries were administered as a biologically active supplement to the main diet at a dose of 20 grams per head (for a month). The experimental data obtained from supplementing the main diet of Holstein cows kept in stressful industrial conditions with hawthorn at a dose of 20 grams per head showed a positive effect on average daily milk yield, milk protein content, and milk fat content.

Keywords: Holstein cows, industrial housing, technological stress, hawthorn.

УДК 636.028

Леонтьева А. Ю., Сергеева Н. Н.

ТЕХНОЛОГИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ КРОЛИКОВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орёл, Россия

Аннотация: Обеспечение оптимальных условий содержания лабораторных кроликов является ключевым фактором, определяющим достоверность и воспроизводимость результатов научных исследований. В обзоре проводится анализ и систематизация данных по зоотехническим требованиям к содержанию кроликов в условиях доклинического центра. Рассматриваются основные параметры содержания: оптимальная площадь пола и приподнятой площадки, правила обращения с животными, условия микроклимата (температура, влажность, вентиляция, освещение), виды обогащения среды, особенности кормления и поения в зависимости от возраста и физиологического состояния, а также вопросы воспроизводства. Работа направлена на обобщение актуальных рекомендаций для стандартизации условий содержания лабораторных кроликов и повышения качества экспериментальных данных.

Ключевые слова: лабораторные кролики, условия содержания, микроклимат, кормление, обогащение среды.

Введение. Кролики (Leporidae) — млекопитающие из семейства зайцевых, широко распространённые по всему миру и активно используемые в доклинических исследованиях. Среди пород, наиболее часто применяемых в экспериментальной практике, выделяют новозеландскую белую, голландскую и калифорнийскую, что обусловлено их физиологическими и поведенческими особенностями. Данный вид животных признан оптимальной тест-системой для моделирования патологических процессов и оценки эффективности новых методов лечения в таких областях, как ортопедическая хирургия, разработка вакцин, а также исследования болезни Альцгеймера, атеросклероза и офтальмологических заболеваний. [1]

В условиях доклинических центров успешное проведение экспериментов невозможно без создания оптимальных условий содержания кроликов. К ключевым зоотехническим параметрам относятся: площадь пола и качество подстилочного материала, микроклимат (температура, влажность, вентиляция, режим освещения), а также организация поения, сбалансированное кормление и обеспечение среды обогащения. Соблюдение этих требований способствует поддержанию

здоровья животных, что напрямую влияет на достоверность и воспроизводимость научных результатов. [5,6]

Цель исследований. изучение, структурирование и систематизация данных по зоотехническому обеспечению кроликов в условиях экспериментальной лаборатории. Данные проанализированы и вынесены согласно основным разделам: организация пространства, условия микроклимата, обогащение среды, кормление и поение животных и их воспроизводство.

Условия, материалы и методы. Представленный обзор суммирует научные работы о зоотехническом обеспечении кроликов в лабораторных условиях. Поиск публикаций выполняли в базах данных PubMed, Google Scholar, Elibrary, КиберЛенинка. В обзор включали статьи, доступные для поиска на 12 ноября 2025 г. без ограничений по времени выхода

Результаты и обсуждения. Организация пространства. Содержание лабораторных животных должно обеспечивать удовлетворение их врождённых физиологических и поведенческих потребностей, включая социальное взаимодействие, полноценный отдых, исследовательскую активность, возможность строить гнёзда, искать пищу, грызть и прятаться. Повышенная активность кроликов, содержащихся в клетках, положительно влияет на их здоровье, снижая риск развития остеопороза и застоя в желудочно-кишечном тракте.

Вольерное содержание предоставляет гибкость в отношении размеров вольера, позволяя адаптировать площадь и высоту стен под потребности животных, а также размещать большее количество социально совместимых особей. Однако среди недостатков можно выделить неэффективное использование пространства, поскольку значительная часть помещения остаётся незадействованной. [2]

При клеточном содержании элементы конструкции должны быть нетоксичными и достаточно прочными, чтобы выдерживать многократную очистку и обеззараживание, при этом исключая травматизм животных. Клетки изготавливаются из оцинкованного железа, алюминия, нержавеющей стали или пластика. Полную дезинфекцию рекомендуется проводить не реже одного раза в неделю. Содержание в клетках малого размера может привести к отклонениям в поведении: грызению решётки и чрезмерному рытью подстилки. Для предотвращения нервозности и каннибализма рекомендуется, чтобы решётки обеспечивали обзор 30–50% общей площади стен. [8]

Внутри каждой клетки следует предусмотреть приподнятую над полом площадку, позволяющую животному свободно сидеть и лежать, а также предоставляющую возможность укрытия. Размер платформы не должен превышать 40% площади всей клетки . Если использование площадки невозможно по ветеринарным или экспериментальным

соображениям, размер клетки увеличивают на 33% для одного кролика и на 60% для пары. Для кроликов моложе 10 недель размер площадки должен быть не менее 55×25 см². Такая конструкция снижает тревожность, уменьшает беспокойство и проявления отклонений в поведении, а при групповом содержании — агрессию, создавая дополнительное место для укрытия. [7]

Полы в клетках могут быть сетчатыми, перфорированными (диаметр отверстий 14–15 мм, расстояние между ними 8–12 мм) или сплошными с использованием подстилочного материала. Подстилка должна быть нетоксичной, безопасной и обладать высокими впитывающими свойствами. Наиболее подходящим считается древесный материал. Рекомендуется использовать опилки, стружку или мелкую щепу лиственных пород, а также наполнители на основе кукурузных стержней, при этом количество пыли не должно превышать 1%. [10]

Для лабораторных кроликов применяется боксированная система содержания. Бокс размером 115×60×50 см (длина × ширина × высота) может разделяться перегородкой на два отсека (рис. 1). Это обеспечивает гибкость: например, самки с потомством могут содержаться в объединённом пространстве, а экспериментальные животные — в индивидуальных отсеках.

Кролики могут содержаться индивидуально, парно или группами. При групповом способе животных размещают небольшими однополыми группами, предпочтительно одного возраста и сгруппированными после отъёма от матери. Оптимальный размер группы — 4–10 голов . Однако с 10-недельного возраста отмечается высокая агрессия, особенно среди самцов, даже после установления иерархии доминирования. Самцы, содержащиеся группами в непосредственной близости от самок, демонстрируют повышенную частоту агрессивных взаимодействий (драк) и территориального мечения. [11]

При обслуживании кроликов любого возраста их следует поднимать, взяв за загривок одной рукой, а вторую руку расположить под крестцом для поддержки. Кроликов не рекомендуется держать только за уши, так как это может причинять им боль.

Условия микроклимота для кролика. Кролики отличаются высокой чувствительностью к перегреву, так как их потовые железы локализованы только в области губ, а механизмы теплоотдачи через слизистую рта ограничены. Кроме того, повышенная влажность воздуха может способствовать развитию кожных заболеваний у этих животных.

Оптимальная продолжительность светового дня для лабораторных кроликов окончательно не определена, однако поддержание 12-часового цикла смены дня и ночи считается наиболее физиологичным. Для

стимуляции репродуктивной функции рекомендуется увеличивать продолжительность освещения до 14–16 часов. [9]

Освещение в помещениях должно быть равномерным, обеспечивать достаточный уровень освещённости для нормальной жизнедеятельности животных и позволять проводить визуальный контроль поголовья, включая нижние ярусы клеточных стеллажей, а также создавать безопасные условия для работы персонала. При этом для самцов-производителей оптимален уровень освещённости 100–125 лк, для самок и крольчат — 40–70 лк, для молодняка — 20 лк.

Вентиляционная система обеспечивает поступление кислорода, удаление избыточного тепла, выделяемого животными, персоналом и оборудованием, а также снижает концентрацию вредных газов, аллергенов и патогенов, поддерживая необходимые параметры влажности и температуры. Рекомендуемая кратность воздухообмена в помещениях содержания составляет 15–20 объёмов в час. [12]

Состояние воздушной среды напрямую влияет на благополучие животных. Особое внимание следует уделять концентрации аммиака: превышение допустимых значений (35,4–40,0 мг/м³) может приводить к иммуносупрессии и развитию инфекций, вызванных условно-патогенной микрофлорой.

Обогащение среды для кроликов. В лабораторных условиях для кроликов необходимо создавать условия, способствующие проявлению их естественного видоспецифичного поведения. Среда обогащения — ключевой элемент комплексной программы ухода, позволяющий снизить уровень стресса и уменьшить частоту нетипичных поведенческих реакций, таких как грызение прутьев, чрезмерный аутогруминг, покачивание головой и стереотипии. [1,4]

Выделяют четыре основных типа обогащения среды: физическое, социальное, сенсорное и пищевое.

Физическое обогащение предполагает размещение в клетках разнообразных объектов: пластиковых игрушек, отрезков труб, подвесных металлических элементов, а также приподнятой площадки. Для предотвращения повреждения предметов их можно размещать снаружи клетки, сохраняя возможность взаимодействия с ними через толкание и исследование. Исследования показывают, что установка зеркал и организация светлой (активной) и тёмной (зоны отдыха) частей клетки способствуют повышению активности и времени, затрачиваемого на изучение среды и приём пищи.

Социальное обогащение включает взаимодействие животных как с сородичами, так и с человеком. Групповое содержание стимулирует исследовательскую активность и социальные связи, снижая тревожность и страх. Парное содержание также способствует увеличению времени покоя

и взаимной поддержке. Социальное обогащение считается более эффективным в профилактике аномального поведения по сравнению с физическим, поскольку обеспечивает разнообразие и непредсказуемость социальных контактов. [5]

Сенсорное обогащение реализуется через зрительные, слуховые и обонятельные стимулы, в том числе контакты между животными в соседних клетках, что способствует снижению стресса.

Пищевое обогащение направлено на имитацию естественного поиска пищи. В лаборатории это достигается с помощью специальных приспособлений для выдачи корма, жевательных палочек и зелёных кормов (шпинат, капуста). Рекомендуется отдавать предпочтение зелени с низким содержанием кальция (салат-латук, зелень одуванчика, стебли брокколи или сельдерея), чтобы избежать возможных негативных последствий избытка кальция в рационе.

Кормление и поение кроликов. Пищевые потребности лабораторных кроликов заметно отличаются от требований животных, выращиваемых на откорм. В современной практике широко применяются коммерческие полнорационные комбикорма, которые удобны в использовании и обеспечивают животных всеми необходимыми питательными веществами на протяжении длительного хранения. Обычно такие корма выпускаются в виде гранул, где зерно и другие компоненты представлены в виде однородной смеси. [7]

Кормушки могут быть как наружными (например, J-образные, которые вставляются в прорезь дверцы и позволяют выдавать корм без открытия клетки и лишнего беспокойства для кроликов), так и внутренними — в виде мисок, что зависит от конструкции клетки.

Потребности в питательных веществах у кроликов варьируют в зависимости от интенсивности обмена, которая определяется возрастом, физиологическим состоянием (покой, спаривание, беременность, лактация и др.), а также условиями микроклимата и другими факторами.

Для кроликов характерна цекотрофия — поедание собственного мягкого кала (цекотрофов) непосредственно из анального отверстия. Этот процесс не зависит от типа напольного покрытия в клетке. Цекотрофы покрыты слизью, защищающей летучие жирные кислоты, витамины и аминокислоты от разрушения в кислой среде желудка. Таким образом, общее поступление белка в организм определяется как рационом, так и потреблением цекотрофов. [8]

Рационы для лабораторных кроликов составляются с акцентом на профилактику ожирения и заболеваний мочевыделительной системы, поскольку у этих животных отмечается высокая экскреция кальция с мочой. Избыточное содержание кальция (часто из-за большого количества люцерновой муки в коммерческих кормах) может приводить к

образованию нерастворимых отложений в мочевыводящих путях при длительном применении таких рационов.

Важнейшими углеводами для кроликов являются крахмал (легкоусвояемый) и клетчатка (неперевариваемая). Клетчатка необходима для нормальной работы кишечника, поддержания перистальтики, а также для стимуляции цекотрофии и аппетита.

В условиях лабораторного содержания, где часто наблюдается высокая плотность посадки и контролируемый микроклимат, кокцидиоз может быстро распространяться среди поголовья, представляя серьёзную угрозу здоровью. На сегодняшний день нет обязательных требований по включению антикокцидийных препаратов в состав кормов. Однако исследования показывают, что добавление робенидина (кокцидиостатика) снижает выделение ооцист кокцидий с фекалиями и смертность у молодняка в возрасте 35–56 дней. Этот период связан со стрессом отъёма и сменой рациона, что снижает естественную резистентность животных. [5,9]

Питьевая вода для лабораторных кроликов должна соответствовать требованиям СанПиН 2.1.3684–21. Суточное потребление воды составляет в среднем 50–100 мл на 1 кг массы тела (около 10% от веса животного). Исключение — лактирующие самки: их потребность в воде может превышать 1 л в сутки и зависит от количества потомства и частоты кормления.

Для поения используют как индивидуальные поилки, так и автоматические системы. Стеклянные поилки и носики не рекомендуются из-за риска их повреждения; оптимальны пластиковые поилки с металлическими носиками. Автоматические системы особенно эффективны при большом поголовье, когда обслуживание индивидуальных поилок становится трудоёмким. [4,7]

Воспроизводство кроликов. Половое созревание у кроликов наступает в 4–5 месяцев у мелких пород и в 5–8 месяцев у крупных, однако для участия в воспроизводстве рекомендуется, чтобы животные достигли 80% своей взрослой массы тела. У кроликов отсутствуют выраженные сезоны размножения, и самки способны к спариванию в течение всего года. Период, когда самка готова к вязке, длится примерно 14–16 дней, после чего наступает 1–2 дня невосприимчивости. В это время самка становится беспокойной, трётся подбородком о клетку, принимает характерную позу (лордоз), а её вульва опухает, становится влажной и красной, к концу периода приобретая более тёмный оттенок. Спаривание индуцирует овуляцию примерно через 10 часов, после чего вульва приобретает светло-розовый цвет примерно через 24 часа.

При подсадке самца к самке необходимо наблюдать за животными в течение первых минут, чтобы предотвратить травмы. Коитус происходит

быстро и завершается тем, что самец обычно падает на бок; иногда он издаёт крик перед падением, что часто совпадает с эякуляцией. Для повышения вероятности зачатия рекомендуется 2–3 спаривания с одним самцом. Если вязка не происходит в течение нескольких минут, самку переводят к другому самцу. [13]

Беременность у кроликов длится 28–40 дней, средний размер помёта составляет 4–10 детёнышей. Перед родами самке предоставляют гнездовой ящик с входным отверстием. С 25-го дня беременности у самок проявляется гнездовое поведение: сначала они роют, затем переносят материал (например, вату или стружку) в ящик и за несколько дней до родов выщипывают шерсть с бёдер и подгрудка для утепления гнезда. Копание максимально выражено на 25–27-й день, перенос материала — за 1–3 дня до родов, а выщипывание шерсти — в день родов и в первые дни лактации.

Роды обычно происходят рано утром и длятся до 30 минут. Крольчата рождаются глухими, слепыми и без шерсти, их средняя масса — около 50 г. Самка кормит потомство 1–2 раза в день, не более 10 минут за раз, а новая беременность может наступить уже через несколько часов после родов. Лактация продолжается примерно 5 недель. На поздних сроках беременности и в начале лактации самки могут проявлять агрессию при защите гнезда.

Повторное спаривание возможно через 1–6 недель после родов, но ключевым критерием является физическое состояние самки. Самок, выкормивших крупный помёт и находящихся в интенсивной лактации, не следует использовать для разведения до отъёма крольчат. Отъём рекомендуется проводить в возрасте 4–6 недель. После отсадки крольчат объединяют в группы по полу, возрасту и развитию: до 3 месяцев — по 5–6 голов, с 3 до 5 месяцев — по 2–3 или индивидуально при проявлении агрессии. [9,13]

Заключение

В данной статье представлены систематизированные данные литературы, касающиеся зоотехнического обеспечения кроликов в условиях экспериментальной лаборатории и включающие необходимые параметры мест содержания животных и разновидности их напольного покрытия, основные требования к условиям микроклимата, предоставление различных видов среды обогащения, основы кормления и поения кроликов, а также особенности их воспроизводства.

Изучив информацию из различных источников, можно сделать вывод, что содержание кроликов и их размножение в лабораторных условиях требуют глубокого понимания и ответственного подхода. Следование рекомендациям по уходу за кроликами помогает решить

проблемы размножения и обеспечивает здоровье животных, используемых в научных исследованиях.

Список литературы

1. Зайцева М.А., Потапенко Е.Г., Кашина Т. В. и др. Основные подходы к обеспечению качества биологических тест-систем в исследованиях GLP-статуса // Лабораторные животные для научных исследований. 2020. № 2. С. 29–35.

2. Семакова А.П., Германчук В.Г., Шавина Н.Ю. Современный подход к оценке качества лабораторных животных, используемых в экспериментальных целях // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 2. С. 84–90.

3. Макарцев Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных: Учебник для вузов. 2012. 642 с.

4. Бондарева Е.Д., Акимова М.А., Веснина Е.В. Рекомендуемые способы поения лабораторных животных. Технические особенности. Обеспечение благополучия и здоровья лабораторных животных // Лабораторные животные для научных исследований. 2022. № 2. С. 71–78..

5.Тинаев Н. Разведение кроликов. Москва: «Компания Дельта М», 2004. 48 с.

6. Сатхе С.Р., Шипли К.Ф. Размножение кроликов // Clinical Theriogenology. 2013. Т. 5. № 4. С. 465–471.

7. Гарсия М.Л., Арженте М.Х. Генетическое улучшение мясных кроликов // Lagomorpha Characteristics. 2020. Т. 10. DOI: 10.5772/INTECHOPEN.93896.

8. Кишк В.Х., Халил Х.А., Хассанейн А.М. и соавт. Физиологические, репродуктивные и продуктивные признаки крольчих породы «Новозеландская белая» в зависимости от времени естественного спаривания // Egyptian Journal of Rabbit Science. 2006. Т. 16. № 2. С. 223–232.

9. Харкорт-Браун Ф.М. Заболевания репродуктивного тракта у кроликов // Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. 2017. Т. 20. № 2. С. 555–587. DOI: 10.1016/j.cvex.2016.11.010.

10. Негату З., МакНитт Дж.И. Гормональные профили и поведение по устройству гнезда в перипартумный период у крольчих // Animal Reproduction Science. 2002. Т. 72. № 1–2. С. 125–135. DOI: 10.1016/s0378-4320(02)00070-2.

11. Блуметто О., Оливас И., Торрес А.Г. и соавт. Использование соломы и древесной стружки в качестве гнездового материала у первородящих крольчих // World Rabbit Science. 2010. Т. 18. № 4. С. 237–242.

12. Гонсалес-Марикал Г., МакНитт Дж.И., Лукефахр С.Д. Материнский уход за кроликами в лаборатории и на ферме: эндокринная

регуляция поведения и продуктивности // Hormones and Behavior. 2007. Т. 52. № 1. С. 86–91. DOI: 10.1016/j.yhbeh.2007.03.028.

13.Кастеллини К., Даль Боско А., Муньяи К. Сравнение различных протоколов воспроизводства у крольчих: влияние размера помёта и интервала между спариваниями // Livestock Production Science. 2003. Т. 83. № 2–3. С. 131–139. DOI: 10.1016/S0301-6226(03)00070-8.

Leontyeva A. Y., Sergeyeva N. N.

TECHNOLOGY FOR HOUSING OF LABORATORY RABBITS

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

Abstract. Ensuring optimal housing conditions for laboratory rabbits is a key factor determining the reliability and reproducibility of scientific research results. This review analyzes and systematizes data on zootechnical requirements for keeping rabbits in a preclinical center. The main housing parameters are considered: optimal floor and elevated platform area, animal handling procedures, microclimate conditions (temperature, humidity, ventilation, lighting), types of environmental enrichment, feeding and watering features depending on the age and physiological state of the animals, as well as reproduction issues. The work is aimed at summarizing current recommendations for standardizing housing conditions for laboratory rabbits and improving the quality of experimental data.

Keywords: laboratory rabbits, housing conditions, microclimate, feeding, environmental enrichment.

УДК 619:57.08:543.06

Морозова Е. А., Клеймёнова Н.В.

БИОСЕНСОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЖИВОТНЫХ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им Н.В. Парахина»

Аннотация. Ранняя диагностика инфекционных заболеваний у животных является ключевым элементом эффективного ветеринарного контроля, обеспечивающего снижение экономических потерь в животноводстве и предотвращение распространения зоонозных инфекций. В последние годы значительное развитие получили биосенсоры нового поколения, сочетающие достижения молекулярной биологии, нанотехнологий и микроэлектроники. В данной работе рассматриваются современные подходы к созданию биосенсоров, их функциональные

особенности, преимущества перед традиционными методами диагностики, а также перспективы внедрения в ветеринарную практику.

Ключевые слова: биосенсоры, ранняя диагностика, инфекционные заболевания, молекулярные методы, точность, чувствительность, биосенсорные технологии, ветеринария, биотехнология, инфекция, молекулярная диагностика, антибиотикорезистентность.

Инфекционные заболевания животных остаются одной из главных проблем ветеринарной медицины и сельского хозяйства. Распространение патогенов, включая вирусы, бактерии и паразитов, может приводить к массовой заболеваемости, снижению продуктивности и значительным экономическим потерям. Дополнительную опасность представляют зоонозы — заболевания, передающиеся от животных человеку. В условиях глобализации и интенсификации животноводства возрастает необходимость в разработке быстрых, точных и доступных методов диагностики, способных выявлять инфекцию на ранних стадиях. [8].

Традиционные диагностические методы, такие как полимеразная цепная реакция и иммуноферментный анализ, широко используются в ветеринарной практике благодаря высокой чувствительности и специфичности. Однако они требуют лабораторных условий, сложного оборудования, квалифицированного персонала и значительного времени для получения результатов. Это ограничивает их применение в полевых условиях, где оперативность диагностики имеет критическое значение. В связи с этим особую актуальность приобретают биосенсоры — аналитические устройства, способные быстро и точно обнаруживать биологические маркеры заболеваний непосредственно на месте содержания животных. [6].

Биосенсор представляет собой интегрированную систему, включающую биологический распознающий элемент, физико-химический преобразователь и систему регистрации сигнала. Биорецептор обеспечивает специфическое взаимодействие с целевым аналитом, например, антигеном патогена или его генетическим материалом. В качестве биорецепторов могут использоваться антитела, ферменты, нуклеиновые кислоты, аптамеры и даже целые клетки. После связывания с мишенью происходит преобразование биохимического сигнала в измеряемый физический сигнал — электрический, оптический или механический. Этот сигнал далее обрабатывается и интерпретируется, позволяя получить количественную или качественную информацию о наличии патогена.

Современные биосенсоры нового поколения отличаются высокой степенью миниатюризации, автоматизации и интеграции различных функций. Одним из наиболее перспективных направлений является

использование наноматериалов, которые значительно повышают чувствительность и предел обнаружения. Золотые наночастицы, графен, углеродные нанотрубки и квантовые точки обладают уникальными электрическими и оптическими свойствами, позволяющими усиливать сигнал и обеспечивать детекцию даже ультранизких концентраций патогенов. Это особенно важно для ранней диагностики, когда количество возбудителя в организме ещё минимально. [1].

Значительный прогресс достигнут в разработке микрофлюидных систем, известных как «лаборатория на чипе». Такие устройства объединяют несколько этапов анализа — от подготовки образца до регистрации результата — на одной компактной платформе. Это позволяет существенно сократить время анализа, уменьшить объём используемых реагентов и обеспечить возможность проведения диагностики непосредственно в хозяйствах. Подобные системы особенно востребованы в условиях удалённых регионов, где доступ к лабораторной инфраструктуре ограничен. [12].

Отдельного внимания заслуживают биосенсоры, основанные на технологии CRISPR-Cas. Первоначально разработанная как инструмент редактирования генома, эта система была адаптирована для высокоточной диагностики инфекций. Специфические белки Cas способны распознавать уникальные последовательности ДНК или РНК патогенов и инициировать сигнал, который легко регистрируется. Такие платформы демонстрируют исключительную чувствительность и могут использоваться для выявления вирусных инфекций, включая особо опасные заболевания животных. [10].

В ветеринарной практике биосенсоры находят применение для диагностики широкого спектра инфекционных заболеваний. Они успешно используются для выявления вирусов, вызывающих ящур, африканскую чуму свиней и птичий грипп, а также бактериальных патогенов, включая возбудителей сальмонеллёза и туберкулёза. Быстрая диагностика позволяет своевременно изолировать инфицированных животных и предотвратить распространение заболевания. Кроме того, биосенсоры играют важную роль в контроле антибиотикорезистентности, позволяя выявлять устойчивые штаммы микроорганизмов и оптимизировать терапию.

Перспективным направлением является разработка носимых и имплантируемых биосенсоров, обеспечивающих непрерывный мониторинг физиологических параметров животных. Такие устройства способны фиксировать ранние биохимические изменения, связанные с развитием инфекции, ещё до появления клинических симптомов. Это открывает новые возможности для профилактической ветеринарии и управления здоровьем животных на уровне стада. [3].

Несмотря на значительные достижения, внедрение биосенсоров в широкую практику сталкивается с рядом ограничений. К ним относятся высокая стоимость разработки и производства, необходимость стандартизации методов, а также проблемы стабильности биологических компонентов. Тем не менее, развитие технологий синтетической биологии, материаловедения и цифровой обработки данных постепенно преодолевает эти барьеры. [7].

В ближайшие годы ожидается активное развитие мультиплексных биосенсоров, способных одновременно выявлять несколько патогенов в одном образце. Интеграция с системами искусственного интеллекта и интернетом вещей позволит создавать интеллектуальные системы мониторинга здоровья животных в реальном времени. Это приведёт к переходу от реактивной к проактивной модели ветеринарной медицины, основанной на раннем выявлении и предотвращении заболеваний. [2].

Выводы. Биосенсоры нового поколения открывают принципиально новые возможности для ветеринарной диагностики, обеспечивая высокую скорость, точность и доступность анализа. Их использование способствует повышению эффективности ветеринарного контроля, снижению экономических потерь и обеспечению биологической безопасности. Дальнейшее развитие данного направления будет играть ключевую роль в формировании устойчивых и высокоэффективных систем животноводства будущего.

Список литературы

1. Будников, Г. К. Биосенсоры как новый тип аналитических устройств // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 12. – С. 26–32.

2. Варфоломеев, С. Д. Биосенсоры // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 1. – С. 45–49.

3. Компанец, О. Н. Портативные оптические биосенсоры для определения биологически активных и токсичных соединений // Успехи физических наук. – 2004. – Т. 174, № 6. – С. 684–686.

4. Баника, Ф.-Г. Химические и биологические сенсоры: основы и применения. – М.: Техносфера, 2014. – 336 с.

5. Госманов, Р. Г., Плешакова, В. И., Шабунин, С. В. Ветеринарная микробиология и иммунология. – М.: КолосС, 2010. – 512 с.

6. Госманов, Р. Г. Ветеринарная вирусология. – М.: КолосС, 2006. – 368 с.

7. Сафиуллин, Р. Т. Паразитарные болезни сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 2019. – 476 с.

8. Сайфутдинов, А. М., Мухарлямова, А. З. Оптимизация условий хроматографического разделения микотоксинов // Ветеринарный врач. – 2025. – № 2. – С. 23–29.

9. Николаева, Ю. А. и др. Рекомбинантный нуклеопротеин вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней для серологической диагностики // Ветеринарный врач. – 2025. – № 2. – С. 85–93.
10. Артюшина, Ю. А., Деменева, А. В., Мочалова, У. В. Современные технологии оптической когерентной томографии в диагностике заболеваний роговицы у животных // Российский ветеринарный журнал. – 2023. – № 4. – С. 8–20.
11. Сазонова, С. И., Лишманов, Ю. Б. Радиофармпрепараты для визуализации очагов воспаления // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2007. – Т. 52, № 4. – С. 73–82.
12. Ярных, В. С. Аэрозоли в ветеринарии. – М.: Колос, 1972. – 352 с.

E.A. Morozova, N.V. Kleimenova

NEXT-GENERATION BIOSENSORS FOR EARLY DIAGNOSIS OF INFECTIOUS DISEASES IN ANIMALS

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. Early diagnosis of infectious diseases in animals is a key element of effective veterinary control, ensuring that economic losses in livestock production are reduced and the spread of zoonotic infections is prevented. In recent years, new generation biosensors have developed significantly, combining the achievements of molecular biology, nanotechnology and microelectronics. This paper discusses modern approaches to the creation of biosensors, their functional features, advantages over traditional diagnostic methods, as well as the prospects for implementation in veterinary practice.

Keywords: biosensors, early diagnosis, infectious diseases, molecular methods, accuracy, sensitivity, biosensor technologies, veterinary medicine, biotechnology, infection, molecular diagnosis, antibiotic resistance.

УДК 57.084:616.24

Петюнова А. М., Сергеева Н. Н.

ПАТОЛОГИИ ЛЕГКИХ У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орёл, Россия

Аннотация: Точная интерпретация морфологических изменений в легочной ткани лабораторных животных является критическим условием обеспечения достоверности результатов доклинических исследований. Однако спонтанные фоновые патологии и изменения, обусловленные

методом эвтаназии, способом введения исследуемых веществ, а также видовыми анатомо-физиологическими особенностями, могут значительно искажать оценку токсического воздействия тестируемых соединений.

В настоящей работе представлен анализ данных доклинических исследований, проведенных в период с 2021 по 2023 годы на восьми видах лабораторных животных: приматы, хорьки, хомячки, морские свинки, мини-свиньи, кролики, крысы и мыши. В ходе исследования были систематизированы видовые анатомические особенности респираторного тракта, идентифицированы артефакты, связанные с процедурой эвтаназии и введения препаратов, а также определена частота встречаемости спонтанных фоновых патологий.

Анализ показал, что наиболее значимыми факторами, искажающими результаты исследований, являются метод эвтаназии с использованием углекислого газа (CO_2), эндотрахеальный путь введения веществ и наличие видоспецифических структур, таких как бронхоассоциированная лимфоидная ткань, клетки Клара и респираторные бронхиолы.

Полученные результаты подчеркивают необходимость создания и ведения исторических контрольных баз данных, а также учета фоновых изменений при планировании экспериментальных исследований и интерпретации их результатов.

Ключевые слова: патологии, легкие, лабораторные животные, доклинические исследования, морфология, эвтаназия, видовые различия, гистология.

Введение. Проведение доклинических исследований безопасности лекарственных средств и других биологически активных соединений невозможно без использования лабораторных животных, а оценка состояния респираторной системы является обязательным компонентом токсикологических экспериментов [1]. Легкие как орган-мишень подвержены не только воздействию тестируемых веществ, но и влиянию многочисленных факторов, не связанных с экспериментом: видовых анатомо-физиологических особенностей, спонтанных заболеваний, условий содержания, метода эвтаназии и процедуры введения соединений [2].

Фоновые (спонтанные) патологии легочной ткани могут существенно искажать результаты гистологического анализа, приводя к ложноположительным или ложноотрицательным заключениям. Особую сложность представляет дифференциальная диагностика между изменениями, вызванными тестируемым веществом, и артефактами, обусловленными методикой проведения эксперимента [3]. В этой связи систематизация данных о фоновых патологиях легких у различных видов

лабораторных животных является актуальной задачей, решение которой позволит повысить достоверность и воспроизводимость результатов доклинических исследований.

Цель исследований. Настоящее исследование направлено на проведение сравнительного анализа фоновых патологических изменений в легких у восьми видов лабораторных животных, выявление ключевых факторов, влияющих на морфологическую картину, и разработку рекомендаций по интерпретации гистологических данных.

Условия, материалы и методы. В качестве материалов исследования использованы научные публикации по базе АО «НПО «ДОМ ФАРМАЦИИ» в период 2021–2023 гг.

Объектами исследования послужили лабораторные животные восьми видов: приматы (игрунки, Callithrix jacchus), хорьки (Mustela putorius furo), хомячки сирийские (Mesocricetus auratus), морские свинки (Cavia porcellus), карликовые свиньи (Sus scrofa domesticus), кролики (Oryctolagus cuniculus), крысы (Rattus norvegicus) и мыши (Mus musculus).

Все животные содержались в условиях стандартного вивария при контролируемых параметрах микроклимата, на стандартном рационе при свободном доступе к воде. Экспериментальные процедуры проводили в соответствии с требованиями Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых для научных целей, и одобрены локальным этическим комитетом.

Животные были разделены на три группы в зависимости от способа введения тестируемых соединений: эндотрахеальное введение, ингаляционное воздействие, а также интактные особи (без какого-либо введения). Эвтаназию животных проводили с использованием углекислого газа (для крыс и мышей) либо путем передозировки анестетиков (для всех остальных видов). Материал легких фиксировали в 10% нейтральном забуференном формалине с последующей гистологической проводкой и окраской срезов гематоксилином и эозином по стандартной методике [4]. Микроскопическое исследование выполняли с использованием светового микроскопа при увеличениях ×40, ×100, ×200 и ×400.

Результаты и обсуждения. В результате систематического анализа актуальных научных публикаций был проведен сравнительный анализ гистоархитектоники дыхательных путей у исследованных видов. Данный анализ позволил выявить ряд существенных межвидовых различий, которые необходимо учитывать при оценке патоморфологических изменений [5].

В результате проведенного исследования выявлено, что у грызунов, включая мышей и крыс, отсутствуют респираторные бронхиолы, а терминальные бронхиолы непосредственно переходят в альвеолярные

ходы. Вопрос о наличии аналогичных структур у морских свинок и хомяков остается дискуссионным в научных кругах: некоторые исследования указывают на присутствие рудиментарных образований, однако их функциональное значение требует дальнейшего изучения. У кроликов и более крупных млекопитающих, в том числе человека, респираторные бронхиолы являются важным структурным компонентом, что делает их пригодными для моделирования легочных патологий [6].

В эпителии трахеи морских свинок, хорьков, приматов и человека содержится значительное количество бокаловидных клеток, в то время как у мышей и крыс они практически отсутствуют в трахее и встречаются только в более удаленных участках бронхиального дерева. Данное различие имеет существенное значение для изучения мукоцилиарного клиренса и секреторных механизмов.

Наибольшее количество клеток Клара, секретирующих сурфактант-подобные вещества и обладающих цитопротективными свойствами, наблюдается у мышей и кроликов. У крупных млекопитающих и человека клетки Клара преимущественно локализуются в дистальных бронхиолах и отсутствуют в трахее и крупных бронхах. Это различие следует учитывать при интерпретации данных, касающихся метаболизма ксенобиотиков в респираторном тракте, поскольку клетки Клара содержат цитохром P450 и активно участвуют в процессах биотрансформации веществ [7].

Одним из существенных видовых различий является наличие бронхоассоциированной лимфоидной ткани (БАЛТ). У кроликов, крыс и большинства морских свинок лимфоидные фолликулы в стенке бронхов выявляются практически в 100% случаев. У мышей, кошек и человека БАЛТ в норме отсутствует. Данный факт имеет важное значение: лимфоидные скопления в легких морских свинок представляют собой вариант нормы, а не проявление воспалительной реакции, что необходимо учитывать при гистологической диагностике [8]. Ошибочная интерпретация БАЛТ как патологии может привести к некорректным выводам о токсичности исследуемого соединения.

Анализ показал, что разные методы эвтаназии оказывают значительное влияние на сохранность легочной ткани подопытных животных. Наиболее критическое воздействие оказывает использование углекислого газа (CO_2) у грызунов, что приводит к кровоизлияниям, острой эмфиземе, ателектазам и отеку легких у значительной части особей. В то же время, применение инъекционных анестетиков для кроликов и барбитуратов для игрунков также вызывает артефакты, хотя и в меньшем количестве. У карликовых свиней частота артефактов занимает промежуточное положение, что объясняется различиями в массе тела и дозировке анестетиков. Таким образом, для экспериментов, где важна сохранность легочной ткани, рекомендуется рассмотреть альтернативные

методы эвтаназии, особенно для грызунов, учитывая данные о повреждающем действии CO_2 на легочную ткань[9].

Сравнение групп животных, которым вводили физиологический раствор эндотрахеально, с интактными особями показало достоверное увеличение частоты морфологических изменений. У морских свинок альвеолярные макрофаги регистрировались в 34,4% случаев (против 9,5% у интактных), бронхит/пневмония — в 25% (против 7,1%). У крыс аналогичные показатели составили 27,3% и 15,9% соответственно. Это указывает на то, что процедура эндотрахеальной инстилляции вызывает воспалительную реакцию легочной ткани из-за механического повреждения эпителия и нарушения целостности сурфактантного слоя. В то же время, ингаляционное введение показало минимальную частоту изменений, сопоставимую с интактными животными, и является предпочтительным методом для изучения влияния веществ на респираторную систему, так как является физиологичным и не вызывает дополнительных артефактов. Пероральное введение также имеет свои риски, такие как аспирационная пневмония, частота которой варьируется от 2% до 8%, в зависимости от вида животных и квалификации персонала.

Систематизация данных по спонтанным изменениям в легких у различных видов животных показала значительные различия в частоте и характере этих изменений. Воспалительная инфильтрация мононуклеарными клетками чаще всего встречалась у игрунок (21,4%) и хомячков (11,3%), реже всего — у мышей (3,7%). Скопление альвеолярных макрофагов чаще фиксировалось у хорьков (17,6%), реже — у мышей (4,3%). Бронхит и пневмония инфекционного генеза были наиболее характерны для кроликов (9,2%) и мышей (6,2%), наименее — для хорьков (5,9%). Эндогенная липидная пневмония выявлена исключительно у хорьков (11,8%) и характеризуется накоплением липидсодержащих макрофагов, что требует дополнительных гистохимических окрасок для дифференциальной диагностики. Антракоз зафиксирован только у игрунок (21,4%), что, вероятно, связано с условиями содержания. Минерализация легочной ткани отмечена у крыс (1,4%) и отсутствовала у хомячков. Эти данные подчеркивают важность учета видовых особенностей, условий содержания и внешних факторов при интерпретации изменений в легких животных.

Заключение. Проведенный систематический анализ фоновых патологий легких у восьми видов лабораторных животных выявил несколько ключевых факторов, влияющих на интерпретацию гистологических данных. Во-первых, видовые анатомо-физиологические особенности респираторного тракта, такие как наличие или отсутствие респираторных бронхиол, бокаловидных клеток, клеток Клара и БАЛТ, играют значительную роль. Например, лимфоидные фолликулы,

являющиеся нормой для легких морских свинок, могут быть ошибочно приняты за патологию при экстраполяции данных на другие виды. Во-вторых, метод эвтаназии оказывает критическое влияние на сохранность легочной ткани. Использование CO_2 приводит к артефактным изменениям, таким как кровоизлияния, ателектазы, эмфизема и отек, что требует осторожности и, по возможности, замены этого метода на альтернативные.

Кроме того, эндотрахеальный путь введения даже инертных веществ, таких как физиологический раствор, индуцирует воспалительную реакцию в легких, что необходимо учитывать при анализе контрольных групп и выборе метода воздействия в эксперименте. Ингаляционный метод считается наиболее предпочтительным для изучения респираторной токсичности. Также важно учитывать видоспецифичные спонтанные патологии, такие как эндогенная липидная пневмония у хорьков или антракоз у игрунок, которые могут имитировать токсические эффекты исследуемых соединений и искажать результаты. Ведение исторических контрольных баз данных за 3–5 лет позволяет корректно дифференцировать фоновые изменения от эффекта тестируемых веществ и повышает достоверность доклинических исследований. Эти результаты могут быть полезны при планировании и проведении доклинических экспериментов, а также при интерпретации гистологических данных в токсикологических исследованиях.

Список литературы

1. Ренне Р., Брикс А., Харкема Дж., Херберт Р., Киттель Б., Льюис Д. и др. Пролиферативные и непролиферативные поражения дыхательных путей крыс и мышей // Токсикологическая патология. — 2009. — Т. 37, № 7, Прил. — С. 5S–73S.

2. Мак-Иннс Э.Ф. Фоновые поражения лабораторных животных: цветной атлас. — Эдинбург: Сондерс Эльзевир, 2012. — 130 с.

3. Гопинат К., Моват В. Атлас токсикологической патологии. — Базель: Шпрингер, 2014. — 304 с.

4. Гущин Я.А., Мужикян А.А., Макарова М.Н. Методические подходы к гистологической обработке органов и тканей лабораторных животных // Международный вестник ветеринарии. — 2020. — № 2. — С. 134–142.

5. Коста Д.Л. Видовые различия в чувствительности к ингаляционным токсикантам // Респираторная токсикология. — 2-е изд. — Нью-Йорк: Информа Хелскэа, 2008. — С. 41–55.

6. Купер К.Ф., Артс Дж.Х.Е., Ферон В.Дж. Токсичность для дыхательного тракта // Ветеринарная токсикология. — 2-е изд. — Амстердам: Академик Пресс, 2012. — С. 285–298.

7. Плоппер К.Г., Хайд Д.М. Неклинические приматы как модель для изучения ХОБЛ и астмы // Фармакология и терапия легких. — 2008. — Т. 21, № 5. — С. 755–766.

8. Пабст Р., Гейрке И. Является ли бронхоассоциированная лимфоидная ткань (БАЛТ) неотъемлемой структурой легких у нормальных млекопитающих, включая человека? // Американский журнал респираторной клеточной и молекулярной биологии. — 1990. — Т. 3, № 2. — С. 131–135.

9. Бойвин Г.П., Хикман Д.Л., Кример-Хенте М.А., Притчетт-Корринг К.Р., Братчер Н.А. Обзор применения CO_2 в качестве средства эвтаназии для лабораторных грызунов и кроликов // Журнал Американской ассоциации лабораторной анималистики. — 2017. — Т. 56, № 5. — С. 491–499.

A. M. Petyunova, **N. N. Sergeyeva**

PULMONARY PATHOLOGY IN LABORATORY ANIMALS

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

Abstract. Accurate interpretation of morphological changes in the lung tissue of laboratory animals is a critical condition for ensuring the reliability of the results of preclinical research. However, spontaneous background pathologies and changes caused by the method of euthanasia, the method of administration of the substances under study, as well as species-specific anatomical and physiological features, can significantly distort the assessment of the toxic effects of the compounds under test. This paper presents an analysis of data from preclinical studies conducted in the period from 2021 to 2023. Studies on eight types of laboratory animals: primates, ferrets, hamsters, guinea pigs, mini pigs, rabbits, rats and mice. During the study, the specific anatomical features of the respiratory tract were systematized, artifacts associated with the procedure of euthanasia and drug administration were identified, and the frequency of spontaneous background pathologies was determined.

The analysis showed that the most significant factors distorting the research results are the method of euthanasia using carbon dioxide (CO_2), the endotracheal route of administration of substances and the presence of species-specific structures, such as broncho-associated lymphoid tissue, Clara cells and respiratory bronchioles.

The obtained results emphasize the need to create and maintain historical control databases, as well as to take into account background changes when planning experimental studies and interpreting their results.

Keywords: pathologies, lungs, laboratory animals, preclinical studies, morphology, euthanasia, species differences, histology.

УДК 615.243.3:636.7/.8

Клейменова Н.В., Петюнова А.М.

МИРТАЦЕН — ПРЕПАРАТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АППЕТИТА У ЖИВОТНЫХ-КОМПАНЬОНОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орёл, Россия

Аннотация. В статье представлен обзор препарата Миртацен (Mirtazapine), применяемого для стимуляции аппетита у мелких домашних животных. Рассмотрены механизм действия, фармакокинетика, показания к применению, режимы дозирования для собак и кошек. Проанализированы данные клинических исследований, подтверждающие эффективность препарата при лечении кахексии, анорексии различной этиологии, в том числе при хронической болезни почек, неопластических процессах и гастроэнтерологических патологиях. Освещены вопросы безопасности, побочные эффекты и противопоказания. Сделан вывод о перспективности применения Миртацена в комплексной терапии анорексии и кахексии у собак и кошек.

Ключевые слова: миртацен, миртазапин, стимулятор аппетита, собаки, кошки, анорексия, кахексия, ветеринарная фармакология.

Введение. Проблема снижения аппетита и потери массы тела является одной из наиболее частых причин обращения владельцев собак и кошек в ветеринарные клиники. Анорексия и кахексия сопровождают широкий спектр заболеваний — от хронической болезни почек и печёночной недостаточности до онкологических процессов, гастроэнтерологических и инфекционных патологий. Длительное отсутствие адекватного потребления корма приводит к истощению энергетических резервов организма, катаболизму мышечной ткани, иммуносупрессии и, в конечном счёте, ухудшению прогноза основного заболевания [1, 2].

Терапия анорексии у животных представляет собой сложную задачу, требующую не только лечения основного заболевания, но и фармакологической коррекции аппетита. В последние годы в ветеринарной практике всё более широкое применение находит препарат Миртацен (действующее вещество — миртазапин), который изначально разрабатывался как антидепрессант для человека, но благодаря своему уникальному механизму действия продемонстрировал высокую эффективность в качестве стимулятора аппетита у животных [3].

Миртазапин относится к группе норадренергических и специфических серотонинергических антидепрессантов (NaSSA). Его

химическая структура представляет собой тетрациклическое соединение — пиперазиноазепин [4]. Механизм действия миртазапина заключается в антагонизме к пресинаптическим α_2-адренорецепторам и постсинаптическим серотониновым рецепторам 5-HT_2 и 5-HT_3.

Блокада α_2-адренорецепторов приводит к усилению высвобождения норадреналина и серотонина в синаптическую щель, а антагонизм к 5-HT_2 и 5-HT_3 рецепторам предотвращает развитие побочных эффектов, характерных для других серотонинергических препаратов (тревога, тошнота, бессонница). Именно блокада 5-HT_3-рецепторов, расположенных в хеморецепторной триггерной зоне рвотного центра, обеспечивает дополнительный противорвотный эффект препарата, что особенно ценно при лечении животных с анорексией, сопровождающейся тошнотой [3, 5].

Кроме того, миртазапин обладает H_1-антигистаминной активностью, что обусловливает его седативный эффект и способность стимулировать аппетит за счёт воздействия на гипоталамические центры голода [6].

У собак миртазапин быстро всасывается из желудочно-кишечного тракта, достигая максимальной концентрации в плазме крови через 2–4 часа после перорального приёма. Биодоступность составляет около 70–80%. Препарат метаболизируется в печени преимущественно изоферментами CYP1A2 и CYP3A4 цитохрома P450 с образованием активных и неактивных метаболитов. Период полувыведения у собак варьирует от 10 до 18 часов, что позволяет назначать препарат один раз в сутки [7].

У кошек фармакокинетические параметры имеют существенные особенности. Период полувыведения миртазапина у кошек значительно дольше — от 25 до 40 часов, что обусловлено более низкой активностью ферментов системы цитохрома P450. Это требует более редкого дозирования — через день или один раз в три дня. Пик концентрации в плазме достигается через 1–2 часа после приёма. Препарат активно связывается с белками плазмы (до 85%) и хорошо проникает через гематоэнцефалический барьер [4, 8].

При трансдермальном применении (в виде геля на внутреннюю поверхность ушной раковины) биодоступность миртазапина у кошек составляет около 50% от пероральной формы, однако такой путь введения удобен для животных, отказывающихся от перорального приёма препаратов [9]. Основным показанием к назначению Миртацена в ветеринарной практике является анорексия и снижение массы тела различного генеза.

Хроническая болезнь почек (ХБП) является одной из наиболее частых причин анорексии у кошек. По данным ряда исследований, применение миртазапина у кошек с ХБП II–III стадии приводит к достоверному увеличению потребления корма и приросту массы тела в

течение 2–4 недель терапии [8]. Важно отметить, что препарат также обладает противорвотным действием, что способствует снижению тошноты, характерной для уремического синдрома.

Кахексия, ассоциированная с неопластическими процессами, является серьёзной проблемой, ухудшающей качество жизни животных и снижающей эффективность противоопухолевой терапии. Исследования показывают, что миртазапин способствует улучшению аппетита у 60–70% собак и кошек с различными формами рака, особенно на ранних стадиях кахексии [5].

При хроническом гастрите, энтерите, панкреатите и воспалительных заболеваниях кишечника Миртацен применяется как вспомогательное средство для стимуляции аппетита и уменьшения тошноты. Сочетание стимулирующего аппетит и противорвотного действия делает препарат особенно эффективным у данной группы пациентов [2].

В послеоперационном периоде, особенно после полостных операций, у животных часто наблюдается снижение аппетита. Применение миртазапина позволяет сократить время восстановления адекватного питания и ускорить реабилитацию. У кошек стресс, связанный с переменой места жительства, появлением нового животного в доме или госпитализацией, часто приводит к отказу от корма. В таких случаях короткий курс Миртацена (3–7 дней) позволяет нормализовать пищевое поведение [6, 9].

Режимы дозирования для собак:

- Перорально: 0,5–1,0 мг/кг массы тела один раз в сутки [7, с. 203].
- Рекомендуемая длительность курса: 7–14 дней с возможным продлением по показаниям.

Для кошек:

- Перорально: 1,25–2,5 мг на кошку (примерно 0,3–0,5 мг/кг) через день или 1 раз в 72 часа [8, с. 57].
- Трансдермально: 2,5–5,0 мг (0,1 мл геля) на внутреннюю поверхность ушной раковины один раз в сутки в течение 7 дней, затем через день [9].

Коррекция дозы необходима у животных с печёночной недостаточностью и ХБП, поскольку метаболизм препарата замедляется, что повышает риск кумуляции и побочных эффектов [4].

В проведённом многоцентровом клиническом исследовании с участием 60 кошек с ХБП III стадии было показано, что у 78% животных на фоне приёма миртазапина в дозе 1,88 мг через день в течение 4 недель наблюдалось увеличение потребления корма, а у 62% — прирост массы тела не менее чем на 5% [8].

Исследование на собаках с онкологической кахексией (n = 40) продемонстрировало, что приём миртазапина в дозе 0,5 мг/кг/сут в течение 14 дней сопровождался улучшением аппетита у 67% пациентов и стабилизацией массы тела у 55% [5].

В ретроспективном анализе применения трансдермального миртазапина у кошек с различными заболеваниями (n = 85) положительный ответ на терапию (улучшение аппетита в течение 3–7 дней) был зафиксирован у 74% пациентов [9].

Миртацен характеризуется благоприятным профилем безопасности при соблюдении рекомендованных дозировок. Наиболее часто регистрируемые побочные эффекты включают:

- седацию и сонливость (особенно в первые дни терапии) — до 15% случаев;
- усиление аппетита сверх ожидаемого (полифагию) — до 8%;
- рвоту и диарею (преимущественно при превышении дозировки) — до 5%;
- транзиторное повышение активности печёночных трансаминаз — до 3% [6].

Противопоказаниями к применению являются:

- гиперчувствительность к миртазапину или вспомогательным компонентам;
- тяжёлая печёночная недостаточность (класс С по Чайлд-Пью);
- глаукома (в связи с антихолинергическим действием метаболитов);
- одновременное применение ингибиторов моноаминоксидазы [4].

Применение Миртацена у беременных и лактирующих животных возможно только по строгим показаниям, так как данные о безопасности для плода и новорождённых ограничены [7].

Миртацен занимает уникальную нишу среди стимуляторов аппетита, применяемых в ветеринарии. В отличие от кортикостероидов (преднизолон), стимулирующих аппетит за счёт неспецифического метаболического действия, но обладающих серьёзными побочными эффектами при длительном применении, миртазапин действует целенаправленно на нейромедиаторные механизмы регуляции аппетита. По сравнению с ципрогептадином (антигистаминным препаратом со стимулирующим аппетит эффектом) Миртацен демонстрирует более высокую эффективность и меньший риск тахифилаксии. Перспективным направлением является использование Миртацена в комбинации с другими анаболическими и нутрицевтическими средствами (капроморелин, омега-3 жирные кислоты, L-карнитин) для достижения синергетического эффекта в лечении кахексии [1, 3, 10].

Миртацен (миртазапин) представляет собой эффективный и безопасный препарат для стимуляции аппетита у собак и кошек. Уникальный механизм действия, сочетающий норадренергическую, серотонинергическую и антигистаминную активность, обеспечивает не только повышение аппетита, но и противорвотный эффект, что особенно ценно при лечении животных с тошнотой и рвотой.

Клинические исследования подтверждают эффективность препарата при анорексии, ассоциированной с хронической болезнью почек, онкологическими заболеваниями, гастроэнтерологической патологией и стрессом. Особого внимания заслуживают видовые особенности дозирования: у кошек, в силу замедленного метаболизма, препарат назначается через день или один раз в три дня, тогда как у собак возможно ежедневное применение. Профиль безопасности Миртацена оценивается как благоприятный, однако необходим контроль за состоянием печени и нервной системы в процессе терапии. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию режимов дозирования, изучение долгосрочных эффектов и разработку комбинированных схем лечения кахексии у собак и кошек.

Список литературы

1. Зорина А.И., Кузнецова Т.С. Стимуляторы аппетита в ветеринарной практике: сравнительный анализ // Российский ветеринарный журнал. — 2022. — № 4. — С. 12–17.

2. Беляков И.М., Смирнова О.В. Терапия анорексии у собак и кошек: современные подходы // Ветеринарная медицина. — 2021. — № 3. — С. 44–51.

3. Ларионова Е.А., Фёдоров А.С. Миртазапин в ветеринарной практике: фармакология и клиническое применение // Ветеринарная фармакология и токсикология. — 2023. — Т. 15, № 2. — С. 27–35.

4. Plumb D.C. Plumb's Veterinary Drug Handbook. — 10th ed. — Hoboken: Wiley-Blackwell, 2023. — 1536 p.

5. Quimby J.M., Lorbach S.K. Mirtazapine for appetite stimulation in dogs with chronic kidney disease and cancer // Journal of Veterinary Internal Medicine. — 2021. — Vol. 35, № 1. — P. 111–118.

6. Giorgi M., Saccomanni G. Pharmacokinetics and clinical efficacy of mirtazapine in cats // Veterinary Journal. — 2022. — Vol. 280. — P. 88–95.

7. Budde J.A., Riggs L.M. Mirtazapine therapy in dogs: a pharmacokinetic study // American Journal of Veterinary Research. — 2020. — Vol. 81, № 3. — P. 199–206.

8. Quimby J.M., Brock W.T. Use of mirtazapine in cats with chronic kidney disease: a randomized controlled trial // Journal of Feline Medicine and Surgery. — 2023. — Vol. 25, № 2. — P. 54–62.

9. Bradley K.J., Green E.A. Transdermal mirtazapine for appetite stimulation in cats: a retrospective study // Veterinary Dermatology and Therapeutics. — 2022. — Vol. 33, № 1. — P. 33–39.
10. Шадрин А.Н., Колесникова И.В. Сравнительная эффективность стимуляторов аппетита при кахексии мелких домашних животных // Вопросы ветеринарной фармации. — 2024. — № 1. — С. 22–28.

Kleymenova N.V., Petyunova A.M.

MIRTACENE — A DRUG FOR INCREASING APPETITE IN COMPANION ANIMALS

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

Abstract. The article provides an overview of Mirtacen (Mirtazapine), a drug used for appetite stimulation in small domestic animals. The mechanism of action, pharmacokinetics, indications for use, and dosing regimens for dogs and cats are discussed. Clinical trial data confirming the drug's efficacy in treating cachexia and anorexia of various etiologies, including chronic kidney disease, neoplastic processes, and gastroenterological pathologies, are analyzed. Safety issues, side effects, and contraindications are addressed. The conclusion is drawn regarding the promise of Martacen use in the complex therapy of anorexia and cachexia in dogs and cats.

Keywords: mirtacen, mirtazapine, appetite stimulant, dogs, cats, anorexia, cachexia, veterinary pharmacology.

УДК 619:636.088

Сергеева Н.Н., Дедкова А.И.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ ТЕЛЯТ ПРИ ГАСТРОЭНТЕРИТЕ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», г. Орёл

Аннотация. Стабильное производство и увеличение объёма высококачественной продукции животноводства является основной задачей отрасли. Данная задача осуществима при использовании высокопродуктивных, а главное здоровых животных. Известно, что желудочно-кишечные болезни молодняка крупного рогатого скота причиняют огромный экономический ущерб животноводству всех развитых стран. По статистическим данным, заболеваемость молодняка крупного рогатого скота в первые месяцы жизни превышает 35%, с летальностью до 20% и выше.

Ключевые слова: коровы, гастроэнтерит, лечебно-профилактические мероприятия.

При промышленном введении молочного животноводства, сохраняется тенденция к увеличению количества животных больных послеродовым эндометритом, и несмотря на использования комплексных программ профилактики гинекологических заболеваний коров проблема послеродовых эндометритов остаётся актуальной.

Многие достижения при лечении животных с воспалительными желудочно-кишечными заболеваниями стали возможными благодаря появлению большого количества антимикробных препаратов различных фармакологических групп. Однако антибиотикотерапия нередко сопровождается различными побочными действиями на организм. Кроме того, частое и не всегда рациональное применение антибиотиков ведет к развитию у микроорганизмов резистентности к данным средствам, что снижает их эффективность [3]. Это диктует необходимость поиска новых средств этиотропного лечения телят при гастроэнтерите.

Целью исследования являлось проведение диагностики и усовершенствование схемы лечения телят при гастроэнтерите.

Для достижения поставленной цели представляется целесообразным решить следующие **задачи:**

1. Установить причины, вызывающие гастроэнтерит у телят;
2. Провести анализ рабочей схемы и усовершенствовать схему лечения телят больных гастроэнтеритом;
3. Провести анализ экономической эффективности усовершенствованной схемы лечения.

Для исследований методов диагностики и схемы лечения использовали две группы телят 3-4 месячного возраста: контрольная и опытная, в каждой по 5 телят одного пола (табл. 8).

Клинический осмотр животных в обеих группах начинали с общего осмотра внешнего вида животных, подсчитывали количество дыхательных движений за одну минуту, количество пульсовых ударов в минуту и измеряли термометром температуру тела в прямой кишке, выдерживая 5 минут. В течение 10 дней эти процедуры проводили дважды в день, в утренние и вечерние часы.

Животных контрольной группы подвергли лечению по схеме, принятой в хозяйстве. Телятам вводили:

1) Амоксициллин 15% подкожно один раз в сутки в дозе 1 мл на 10 кг массы животного (не более 5 мл в одно место введения), при необходимости за курс инъекцию повторяли через 48 часов, курс 5 дней;

2) Корален внутримышечно 3 мл на 100 кг массы, ежедневно 1 раз в сутки в течение 3 дней;

3) Раствор Рингера-Локка 200 мл внутривенно один раз в сутки в течение 5 дней;

4) Гемобаланс внутривенно или внутримышечно в расчете 1мл на 45 кг каждые 48 часов в течение 7 дней;

5) Айсидивит внутримышечно 6 мл пятикратно с интервалом 3 дня.

Для опытной группы была применена усовершенствована схема лечения:

1) Антидиарейко применяли индивидуально внутрь 1 пакет 100 г растворяли в 1,5 – 2 л приготовленной теплой воды и выпаивали в течение 2 – 3 дней;

2) Мелоксивет 2% внутримышечно в дозе 2,5 см³/100 кг массы животного, в течение 3 дней;

3) Бутофан вводили внутримышечно 1 раз в сутки в дозе 10 мл в течение 4-5 дней подряд;

4) Полифепан внутрь в виде водной суспензии через сосковую поилку 2 раза в день, в дозе 0,5 г на кг в течение 7-14 дней;

5) Раствор Рингера-Локка 200 мл внутривенно один раз в сутки в течение 5 дней;

6) Гемобаланс внутривенно или внутримышечно в расчете 1мл на 45 кг каждые 48 часов в течение 7 дней;

7) Айсидивит внутримышечно 6 мл пятикратно с интервалом 3 дня;

Для проведения дальнейших исследований кровь у телят брали из ушной вены для общего анализа, а для биохимических и серологических исследований из яремной вены. Оценивали общее состояние животного на его активность и реакцию на раздражители, при этом соблюдали последовательность, обращая внимание на отдельные части тела: голову, шею, грудную клетку, живот, кости таза, хвост и конечности. Определяли упитанность телёнка, оценивали его мышечную массу, степень развития подкожной и жировой клетчатки, пальпацией определяли состояние волосяного и шерстного покрова: чистоту, блеск, плотность прилегания, густоту и равномерность, имеются ли участки облысения, загрязнения.

Особое внимание уделяли состоянию лимфатических узлов. Осматривали конъюнктиву глаз, слизистую ротовой полости, ушную раковину, носовое зеркальце. Далее проводили осмотр и пальпацию грудной клетки, оценивали ее целостность; исследовали сердечный толчок, выслушивали количество сердечных сокращений и дыхание. Исследование живота также проводили общими методами.

Телята на протяжении всего эксперимента находились в типовом телятнике на 100 голов, в групповых клетках по 15-20 голов. При учете анамнестических данных установлены изменения температурно-влажностного режима (влажность более 75%) и запыленность помещения. Рацион для данной половозрастной группы состоял из силоса кукурузного

2 кг, сенажа люцернового 4 кг, сена люцернового 1 кг, комбикорма 1 кг, шрота подсолнечного 1 кг и патоки 0,3 кг. Судя по рациону, телята в достаточном количестве обеспечены питательными веществами.

При ощупывании живота с двух сторон установили болезненность в области брюшины. Сычуг пальпировали, надавливая на него концами пальцев, подведенные под реберную дугу, что вызывало боль у животного и сопротивление. Осматривали состояние ануса и кожу вокруг него, при этом обращали внимание на расстройство дефекации, болезненность и непроизвольное испражнение, а также на цвет, форму кала, наличие примесей (кровь, слизь). Наблюдали за мочеиспусканием.

При клиническом исследовании телят наблюдалось снижение показателей температуры на 0,5-1,0ºС, результаты колебались и в пульсе, и дыхании.

Таким образом при клиническом осмотре обеих групп установлено: состояние некоторых животных угнетенное (телята больше лежат), вялая реакция на раздражители (окрик, хлопок), аппетит снижен. У телят стенки живота болезненно напряжены и чувствительны при пальпации. Жвачка отсутствует. У восьми телочек стойкий понос с выделением жидких, водянистых каловых масс желтого цвета с примесью слизи. Резко усилена перистальтика кишечника, которая слышна на расстоянии. Нередко проявляются схваткообразные боли типа желудочно-кишечных колик. Животные начинают беспокойно себя вести, обмахиваются хвостами.

Клинически гастроэнтерит у телят проявлялся общей слабостью и меньшим приемом корма или полного отказа от него. Повышением температуры у некоторых животных, учащением сердечных сокращений и дыхательных движений. У двух телят из контрольной группы отмечался аритмичный пульс. Дыхание частое и поверхностное.

Животные исхудавшие, шерстный покров взъерошен, эластичность кожи снижена, носовое зеркальце сухое.

При пальпации брюшной стенки напряженность и болезненность. Перистальтика кишечника усилена, что привело к большому выделению каловых масс и потерей большого количества воды организмом.

У некоторых телят это характеризовалось западением глазных яблок и резким очертанием выступов тела. Кал жидкой консистенции с неприятным запахом и с примесью слизи, а у двух телят присутствовала кровь. Хвост и задние конечности были испачканы фекалиями.

Проанализировав данные анамнеза, клинического исследования и выборочного анализа крови был поставлен диагноз гастроэнтерит. Вместе с пробами крови в лабораторию были отправлены выборочные пробы фекалий. Лабораторные исследования не выявили возбудителей бактериальных инфекций и инвазионных заболеваний.

Результаты исследования крови до лечения в опытной группе показали уменьшение гемоглобина, эритроцитопению, нейтрофильный лейкоцитоз со сдвигом ядра влево за счет достоверного увеличения относительного количества юных и палочкоядерных форм нейтрофилов, замедление СОЭ и повышение вязкости крови. (табл. 1)

Таблица 1 – Результаты общего анализа крови до лечения

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа	Норма
Эритроциты, $\times 10^{12}$/л	5,3 ± 3,1	4,8 ± 2,6	4,5-7,5
Гемоглобин, г/л	97,1 ± 5,8	101± 5,6	93-123
Лейкоциты, $\times 10^{9}$/л	12,7 ± 3,0	13,1 ±2,5	6,5 – 9,5
СОЭ, мм/ч	2,15±1,95	1,19±0,71	0,5-1,5
Лейкоцитарный профиль, %:			
Базофилы	0,5±0,2	0,3±0,1	0,3±0,1
Эозинофилы	1,1 ± 1	1,1 ± 0,6	1 – 13
Юные	0	3,50±0,49	0
Палочкоядерные	12± 0,4	14± 0,6	0– 12
Сегментоядерные	32,3 ± 4,5	25,3 ± 5,8	10-40
Лимфоциты	61,3 ± 4,6	45 ± 5,1	40 – 70
Моноциты	1 ± 0,8	3 ± 0,7	1 – 13

После 4-х дней лечения состояние телочек контрольной группы, где применялась схема лечения хозяйства – удовлетворительное, у них появился небольшой аппетит, активность слабая. При клиническом осмотре: пульс и дыхание в физиологических пределах, температура тела колебалась в районе 38,7°С- 39,8°С, видимые слизистые оболочки все еще анемичны. Все отмечались признаки обезвоживания. Отмечалось наличие серого налета на языке.

При пальпации области живота стенки его были напряжены, и отмечалась болезненность. Перистальтика кишечника была также усилена, однако фекалии более оформленной консистенции с примесью слизи и прожилками крови. Начиная с 8-го дня лечения, состояние животных по-прежнему было удовлетворительным, но телята охотнее принимали корм, стали более активными. Температура тела колебалась от 38,5 до 39,5°С.

Видимые слизистые оболочки оставались бледные, на языке присутствовал налет, болезненность в области живота присутствовала. Акт дефекации нормализовался на 10 день лечения телят, фекалии оформленной консистенции коричневого цвета, с небольшим количеством

слизи. Все клинические симптомы полностью перестали проявляться на 13-й день.

Состояние телят опытной группы, где применялась улучшенная схема лечения, после 3-х дней лечения оценивалось как удовлетворительное.

Улучшение аппетита, животные охотно пили воду. При общем клиническом осмотре отмечали колебание параметров температуры, пульса и дыхания, видимые слизистые оболочки бледно-розового цвета. По-прежнему отмечали незначительное расстройство акта дефекации с примесью слизи. Начиная с 6 дня лечения животные быстрее стали восстанавливаться, общее состояние и функция желудочно-кишечного тракта. У телят появилась активность. Воспалительная реакция ослабевала, о чем свидетельствовала тенденция к нормализации температуры, пульса и частоты дыхательных движений. Видимые слизистые оболочки розового цвета. Шерстный покров стал более гладкий, блестящий, носовое зеркальце умерено увлажнено. При пальпации брюшной стенки болезненность отсутствовала. Акт дефекации нормализовался, фекалии сформировались, отсутствовали слизь и кровь. Признаки обезвоживания отсутствовали. Состояние больных полностью пришло в норму на 10-11 день.

Падежа в опытной и контрольной группе не было. После полного выздоровления у телят контрольной и опытной группы повторно взяли кровь на анализ. Из данных таблицы 2 видно, что гематологические данные обоих групп контроля улучшились. Уменьшилось число палочкоядерных лейкоцитов, что свидетельствует о затухании воспалительного процесса. Нормализовались показатели эритроцитов и гемоглобина, что говорит о снижении интоксикации и восстановлении водного баланса.

Учитывая полученные результаты при применении двух схем лечения, можно отметить, что при использовании улучшенной схемы лечения оптимизация состояния и выздоровление телят наступило быстрее, чем при применении схемы, используемой в хозяйстве.

Процесс выздоровления в опытной группе начался с 6 дня лечения и полностью нормализовался к 10 дню, когда в контрольной группе это произошло только к 13 дню.

Таблица 2 – Результаты анализа крови после лечения

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа	Норма
Эритроциты, $\times 10^{12}$/л	6,5 ± 3,1	6,0 ± 2,6	4,5-7,5
Гемоглобин, г/л	100,1 ± 5,8	117 ± 5,6	93-123

Лейкоциты, $\times 10^9$/л	7,7 ± 3,0	8,4 ±2,5	6,5 – 9,5
СОЭ, мм/ч	0, 5±1,9	1,1±0,3	0,5-1,5
Лейкоцитарный профиль, %:			
Базофилы	0,5±0,2	0,1±0,1	0,1– 1,3
Эозинофилы	1,1 ± 1	1,1 ± 0,6	1 – 13
Юные	0	2,50±0,10	0
Палочкоядерные	4 ± 0,4	2,2± 0,6	0– 12
Сегментоядерные	30,3 ± 4,3	21,5 ± 5,8	10-40
Лимфоциты	61,3 ± 4,6	45 ± 5,1	40 – 70
Моноциты	1 ± 0,8	2,5 ± 0,9	1 – 13

Выводы:

1. Гастроэнтериты чаще всего возникают у телят с 2-недельного возраста, и протекают они в острой и хронической формах. К гастроэнтериту в основном восприимчивы телята гипотрофики, а также телята, переболевшие молозивным токсикозом, диспепсией, бронхопневмонией. В их кишечнике уже нарушен баланс микрофлоры, поэтому даже незначительные его сдвиги повышают степень развития болезни.
2. Клинически гастроэнтерит у телят проявлялся общей слабостью и меньшим приемом корма или полного отказа от него. Повышением температуры у некоторых животных, учащением сердечных сокращений и дыхательных движений. У двух телят из контрольной группы отмечался аритмичный пульс.
3. Результаты исследования крови до лечения в опытной группе показали уменьшение гемоглобина, эритроцитопению, нейтрофильный лейкоцитоз со сдвигом ядра влево за счет достоверного увеличения относительного количества юных и палочкоядерных форм нейтрофилов, замедление СОЭ и повышение вязкости крови.
4. Процесс выздоровления в опытной группе начался с 6 дня лечения и полностью нормализовался к 10 дню, когда в контрольной группе это произошло только к 13 дню.
5. В результате применения адсорбирующих, общеукрепляющих и тонизирующих препаратов при гастроэнтерите в крови животных уменьшилось число палочкоядерных лейкоцитов, что свидетельствует о затухании воспалительного процесса. Нормализовались показатели эритроцитов и гемоглобина, что говорит о снижении интоксикации и восстановлении водного баланса.
6. По данным расчёта затрат выявили, что предложенная схема с применением адсорбирующих, общеукрепляющих и

тонизирующих препаратов оказалась эффективней, но по стоимости затрат оказалась дороже и является экономически не выгодной.

Список литературы

1. Дедкова А.И. Оценка эффективности разных сроков отъема телят абердин-ангусской породы/А.И. Дедкова, Н.Н. Сергеева// Вестник аграрной науки. – 2023.- № 4 (103). – с.71-77.

2. Калюжный, И.И. Этиологическая характеристика неонатальных гастроэнтеритов в краевой патологии молодняка крупного рогатого скота Северной зоны Нижнего Поволжья / И. И. Калюжный, Ю.В. Калинкина // Аграрный научный журнал. – 2016. - № 4. – С. 10-13.

3. Сергеева Н.Н. Использование пробиотических препаратов в кормлении молодняка крупного рогатого скота. В сборнике: Селекция на современных популяциях отечественного молочного скота как основа импортозамещения животноводческой продукции. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - 2018. - С. 366-370.

4. Толкач, Н.Г. Лечение телят больных гастроэнтеритом с использованием тилозиновых антибиотиков/ Н.Г. Толкач //Ученые записки УО «ВГАВМ». - 2012.- №1.-С. 145-148.

5. Яшин, А.В. Незаразная патология крупного рогатого скота в хозяйствах с промышленной технологией / А.В. Яшин, Г.Г. Щербаков, И. И. Калюжный [и др.]; под общей редакцией А.В.Яшина. - СПб.: Лань, 2019. – 220с.

Sergeyeva N.N., Dedkova A.I.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TREATMENT REGIMENS FOR CALVES WITH GASTROENTERITIS

Orel State Agrarian University Named After N. V. Parahin, Orel

Annotation. Stable production and increase in the volume of high-quality livestock products is the main task of the industry. This task is feasible with the use of highly productive, and most importantly healthy animals. It is known that gastrointestinal diseases of young cattle cause enormous economic damage to livestock in all developed countries. According to statistics, the incidence of young cattle in the first months of life exceeds 35%, with a mortality rate of up to 20% and higher.

Keywords: cows, gastroenteritis, treatment and preventive measures.

РАЗДЕЛ 5. ЭКОБИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 579.222

Гуркин П.С., Костромичева Е.В., Яковлева И.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ КУЛЬТУРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В.Парахина», Орёл, Россия

Аннотация. Статья посвящена изучению культурных свойств бактерии вида *Bacillus amyloliquefaciens* в зависимости от состава питательной среды. В работе рассматривается роль питательной среды, влияющая на морфологические признаки бактерии в условиях различной питательности. Применяются стандартные методы микробиологического культивирования: посев на обогащающие и селективные среды, определение зоны роста, а также анализ наличия ферментов.

Ключевые слова: питательные среды, *Bacillus amyloliquefaciens*, морфология роста, ферменты.

Bacillus amyloliquefaciens — грамположительная атмосферообразующая палочка из рода Bacillus, аэробная или факультативно анаэробная бактерия, образующая устойчивые спорообразные клетки. Является модельным организмом для изучения регуляции секреции ферментов и продуктов вторичных метаболитов в ответ на изменение состава питательной среды. Изучение ростовых и морфологических показателей *Bacillus amyloliquefaciens* в зависимости от питательной среды имеет важное значение для оптимизации её применения в различных областях, таких как сельское хозяйство, биотехнология и медицина. Эта бактерия обладает широким спектром полезных свойств: она используется как биофунгицид, биостимулятор роста растений, пробиотик в аквакультуре и источник промышленных ферментов.

В ходе анализа литературы было выявлено 4 основные агаризованные питательные среды, на которых культивируется данный вид бактерий: ГМФ агар, картофельно-глюкозный агар, LB-агар (*lysogeny broth* — лизогенная среда), среда Мюллера–Хинтона (рисунок 1). Работа проводилась в стерильной рабочей зоне в ламинарном боксе с соблюдением правил асептики [4,5]. Целью работы было исследование влияния состава питательной среды на культурные свойства *Bacillus amyloliquefaciens*: рост, морфология колоний, наличие ферментов.



Рисунок 1. Используемые питательные среды

В ходе эксперимента была поучена культура на четырех питательных средах, которая была помещена в термостат на 1 сутки при 30 °С. Через сутки была проведена морфологическая оценка колоний *Bacillus amyloliquefaciens.*

Таблица 1- Описание колоний на разных питательных средах

Вид образца / Параметр оценки	ГМФ агар	LB-агар	Картофельно-глюкозный агар	Среда Мюллера–Хинтона
Профиль	Каплевидный	Каплевидный	Каплевидный	Каплевидный
Форма	Округлая	Округлая	Округлая	Округлая
Размер	2 — 2.5 мм	1.5 — 2 мм	1 — 1.5 мм	1,5 — 2 мм
Количество	95	124	64	108

После описания колоний был проведен метод окраски микроорганизмов, позволяющий идентифицировать бактерии по биохимическим свойствам их клеточной стенки (окраска по Граму).

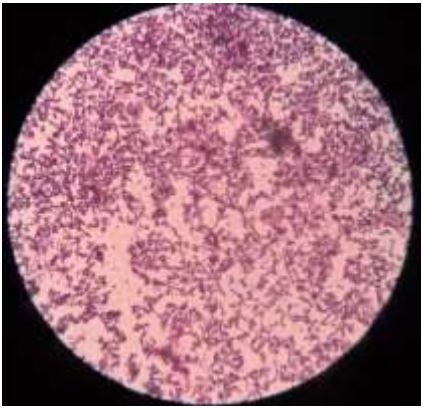


Рисунок 2. Окраска бактерий Bacillus amyloliquefaciens методом Грама

Результаты эксперимента показали грамположительные, аэробные, образующие споры, прямые палочки с закруглёнными концами размером 0,7–0,9 × 1,8–3,0 мкм. Это подтверждает наличие у бактерий толстой клеточной стенки, состоящей преимущественно из пептидогликана и дополнительных компонентов, таких как тейхоевые и липотейхоевые кислоты [1]. Эта структура обеспечивает прочное связывание с основными красителями (кристаллическим фиолетовым) и устойчивость к обесцвечиванию при обработке спиртом. Толщина пептидогликанового слоя достигает 20–80 нм, что значительно превышает аналогичный показатель у грамотрицательных бактерий (2–3 нм). Пептидогликан образует многослойную волокнистую структуру, которая плотно прилегает к цитоплазматической мембране.

В работе также проводились качественные реакции на наличие ферментов (амилазы и каталазы), продуцируемых микроорганизмом. В качестве тест-системы на наличие амилазы использовалась глюкозно-картофельная среда. Метод оценки наличия амилазы в питательной среде с помощью реакции с йодом основан на качественной реакции продуктов гидролиза крахмала с раствором йода. Амилаза катализирует гидролиз крахмала, в результате чего образуются декстрины разного молекулярного веса. На первых стадиях гидролиза получаются декстрины с высокой степенью полимеризации, с йодом они дают синее окрашивание, как и крахмал, позже цвет меняется на темно-бурый [2].

Метод оценки наличия каталазы в питательной среде с помощью перекиси водорода на чашке Петри — это тест, который позволяет выявить каталазную активность исследуемой культуры. Каталаза — фермент, который расщепляет перекись водорода до воды и

кислорода[3]. Чашка выдерживается на открытом воздухе 30 минут, после чего на неё наносится несколько капель перекиси водорода. Выделение газа и образование пены указывает на образование каталазы в питательной среде.



Рисунок 3. Тесты на наличие амилазы и каталазы

Исследование культуральных свойств *Bacillus amyloliquefaciens* в зависимости от состава питательной среды позволяет выявить ключевые факторы, влияющие на рост, метаболизм и биологическую активность этого микроорганизма. Наилучшие ростовые показатели показала среда Мюллера-Хинтона и LB-агар. *Bacillus amyloliquefaciens* — грамположительная бактерия, обладающая широким спектром физиологических возможностей, включая амилазную и каталазную активность. Её способность адаптироваться к различным условиям среды делает её ценным объектом для биотехнологических, сельскохозяйственных и медицинских исследований.

Список источников

1. Грама метод // Гоголь — Дебит. — М.: Советская энциклопедия, 1972. — (Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров; 1969—1978, т. 7).

2. Коломиец Н. Д. и др. Микробиологические методы исследования биологического материала //Инструкция по применению. Утв. МЗ РБ от 19.03. – 2010. – №. 075-0210. – С. 122.

3. Носонова Т. Л. и др. Бактерии *Bacillus amyloliquefaciens* 355 с комплексной антимикробной, ростстимулирующей и целлюлолитической активностями //Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. – 2016. – С. 226-235.

4. Полосенко О. В., Шепелин А. П. Сравнительный анализ питательных сред для определения биохимических свойств энтеробактерий //Бактериология. – 2020. – Т. 5. – №. 1. – С. 41-47.

5. Поляк М. С., Сухаревич В. И., Сухаревич М. Э. Питательные среды для медицинской микробиологии //НИЦФ. Санкт-Петербург-2002 г. – 2003.

Gurkin P.S., Kostromicheva E.K.

INVESTIGATION OF THE CULTURAL PROPERTIES OF *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* DEPENDING ON THE COMPOSITION OF THE NUTRIENT MEDIUM

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Annotation. The article is devoted to the study of the cultural properties of bacteria of the genus *Bacillus amyloliquefaciens*, depending on the composition of the nutrient medium. The paper considers the role of a nutrient medium affecting the morphological characteristics of a bacterium in conditions of different nutritional content. Standard methods of microbiological cultivation are used: seeding on enriching and selective media, determination of the growth zone, as well as analysis of the presence of enzymes.

Keywords: nutrient media, *Bacillus amyloliquefaciens*, growth morphology, enzymes.

УДК: 665.117

Яковлева И. В., Зудина А.Р.

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКО-СКРАБОВ НА ОСНОВЕ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНОГО ШРОТА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация: В настоящей работе представлены результаты биотехнологического подхода к переработке масличного шрота в функциональный компонент для получения эко-скрабов, не содержащих синтетических поверхностно-активных веществ и микропластик. Особое внимание уделено биоразлагаемости: предлагаемый продукт полностью гидролизуется в водной среде, не образуя стойких загрязнителей. Работа направлена на рациональное использование побочных продуктов агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: масличный шрот, безотходное производство, биоразлагаемые продукты.

В связи с ростом интереса к органическим средствам и механизмов замкнутого цикла переработки ресурсов актуальной задачей является поиск эффективных путей переработки вторичных ресурсов агропромышленного комплекса, в частности масличного шрота.

Масличный шрот, долгое время рассматривавшийся исключительно как кормовой продукт или технический отход, представляет собой богатый источник лигноцеллюлозных волокон, остаточных фосфолипидов и сапонинов — соединений, способных снижать поверхностное натяжение воды и создавать устойчивые эмульсии.

Рапсовый шрот представляет собой вторичный продукт переработки семян рапса после экстракции масла органическими растворителями. Это сыпучий материал, состоящий из клеточных стенок, остаточных белков, лигнина, целлюлозы, гемицеллюлозы, а также негидролизованных липидных комплексов и природных сапонинов. Масличный шрот — более широкое понятие, включающее шроты любых масличных культур (подсолнечника, рапса, сои, льна и др.).

В основе работы лежат исследования, на основании которых предложен биотехнологический подход к созданию экологически безопасных скрабов с использованием шрота рапса или подсолнечника. Основная проблема заключается в неэффективном использовании побочных продуктов маслоэкстракции, а также в необходимости снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, связанной с применением синтетических поверхностно-активных веществ (ПАВ) и микропластика в косметических средствах. Предлагаемое техническое решение базируется на свойствах натуральных компонентов масличного шрота, в частности сапонинов и фосфолипидов, которые при извлечении из растительного сырья способны придавать продукту способность к самоэмульгированию при контакте с водой. Это свойство позволяет отказаться от введения синтетических ПАВ и полимерных абразивов, традиционно используемых для создания отшелушивающего эффекта и стабилизации составов.

Технологический процесс предполагает фракционирование растительного сырья с сохранением его природной структуры. Масличный шрот, являясь побочным продуктом переработки масличных культур, содержит лигноцеллюлозные волокна, остаточное количество липидов и комплекс биологически активных веществ, включая сапонины. Именно эти соединения обеспечивают мягкое абразивное действие и пенообразование без добавления синтетических аналогов. Предварительные исследования показывают, что продукт на основе фракционированного шрота выполняет три функции: механическое отшелушивание за счет растительных частиц, очищение за счет природных сапонинов и питательное действие — за счет фосфолипидной фракции. В отличие от скрабов на основе соли, сахара или молотых косточек плодов, предлагаемый эко-скраб характеризуется биоразлагаемостью и полностью исчезает с поверхности при контакте с водой, трансформируясь в мягкую эмульсию без образования стойкой

масляной пленки, что подтверждается органолептическими наблюдениями на лабораторных образцах.

Важным биотехнологическим аспектом является выбор сырьевой базы. Использование отечественного подсолнечного или рапсового шрота обеспечивает не только доступность исходного материала, но и стабильность его химического состава, что важно для воспроизводимости технологического процесса. Научный задел, накопленный на базе Орловского государственного аграрного университета, включает предварительное изучение физико-химических характеристик шротов разных партий, а также разработку щадящих режимов экстракции и фракционирования, позволяющих сохранить природную структуру клеточных стенок как источника абразивных частиц, и одновременно извлечь поверхностно-активные вещества. Полученные данные свидетельствуют о том, что частицы шрота после соответствующей обработки имеют закругленные края, что снижает риск травмирования кожи по сравнению с традиционными абразивами, такими как растолченная абрикосовая косточка.

Проект соответствует приоритетам в области перехода к высокопродуктивному и экологически чистому сельскому хозяйству, поскольку направлен на эффективную переработку побочных продуктов растениеводства. Кроме того, он развивает направление биотехнологий в отраслях экономики, связанных со сферой здоровья и красоты. Основное научное значение работы заключается в доказательстве принципиальной возможности замены синтетических ПАВ и микропластика на возобновляемое растительное сырье — масличный шрот, который ранее рассматривался исключительно как кормовой продукт или отход.

На основе экспериментальных данных и теоретических принципов была сформирована и подана заявка на студенческий стартап, при поддержке Фонда содействия инновациям, которая предполагает дальнейшую отработку технологии в лабораторных условиях. Исследование лежит в русле стратегии перехода к экологически чистому сельскому хозяйству и эффективной переработке растительной биомассы.

Список литературы

1. Честнихина С.О. Заявка на студенческий стартап № СтС-615848 «Разработка технологии производства эко-скрабов на основе переработки масличного сырья». – Орел: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2026. – 6 с.

2. Михайлова Т.А., Федорова Е.П. Экобиотехнология: принципы замкнутого цикла переработки ресурсов. — Казань: Изд-во КНИТУ, 2021.

3. Попова Н.Н., Григорьева Е.В. Физико-химические и биологические свойства сапонинов масличных культур // Вестник биотехнологии. — 2018. — № 2 (23).

Yakovleva I. V., Zudina A.R.,

DEVELOPMENT OF BIOTECHNOLOGY FOR PRODUCING ECO-SCRUB BASED ON OIL SHROUT PROCESSING

Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin

Annotation: This paper presents the results of a theoretical justification of a biotechnological approach to the processing of oilcake into a functional component for the production of eco-scrubs that do not contain synthetic surfactants or microplastics. Special attention is paid to biodegradability: the proposed product is completely hydrolyzed in an aqueous environment without forming persistent pollutants. This work aims to promote the sustainable use of agricultural by-products.

Keywords: oilcake, waste-free production, and biodegradable products.

УДК 541.64:577.15.04

Кузина О.А., Недоруб Е.Ю.

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРЫ: ИСТОЧНИКИ СЫРЬЯ, МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СКОРОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ В ПРИРОДЕ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрены современные биоразлагаемые полимеры, их источники сырья, методы синтеза и скорость разложения в природных условиях. Проанализированы основные классы биополимеров, включая материалы на основе природного (крахмал, целлюлоза, полилактиды, полигидроксиалканоаты) и синтетического сырья. Приведены данные о скорости биодеградации различных типов полимеров в почве и компосте, а также о влиянии структуры и состава на этот процесс. Обсуждаются перспективы массового внедрения биоразлагаемых полимеров для снижения экологической нагрузки.

Ключевые слова: биоразлагаемые полимеры, биопластики, источники сырья, методы получения, скорость разложения, крахмал, целлюлоза.

Полимерные материалы играют ключевую роль в современной промышленности и быту. Однако традиционные пластики на основе нефти (полиэтилен, полипропилен, полистирол) практически не разлагаются в природе, что приводит к накоплению отходов и загрязнению окружающей среды. В последние десятилетия активно развиваются исследования по созданию и внедрению биоразлагаемых полимеров — материалов,

способных разлагаться под действием микроорганизмов и факторов внешней среды до безопасных соединений [1-2].

Источниками сырья для биоразлагаемых полимеров является природное и синтетическое сырье. Крахмал — один из самых распространённых источников. Используется как в чистом виде, так и в смесях с другими полимерами. Целлюлоза и её производные — применяются для создания плёнок, упаковочных материалов. Полилактиды (PLA) — получают из молочной кислоты, которая образуется при ферментации сахаров кукурузы, сахарной свёклы и других растений. Полигидроксиалканоаты (PHA) — синтезируются бактериями из сахаров и масел. Хитин и хитозан — получают из панцирей ракообразных, используют в медицине и пищевой промышленности. Полибутираты (PBAT), полибутиленсукцинаты (PBS) — полностью синтетические, но способны к биодеградации. Поливиниловый спирт — синтетический полимер, разлагающийся в природе.

Методы получения биоразлагаемых полимеров разделяют на биотехнологические и химические. Так, ферментация — для получения молочной кислоты (основа PLA) и PHA, микробный синтез — производство PHA бактериями. Химические методы — это поликонденсация (для синтеза PLA, PBS, PBAT) и модификация природных полимеров — химическая обработка крахмала, целлюлозы для улучшения свойств.

Скорость разложения зависит от структуры полимера, условий окружающей среды (влажность, температура, наличие микроорганизмов) и присутствия добавок представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Скорость разложения биоразлагаемых полимеров в природе

Тип полимера	**Срок разложения в компосте**	**Условия**
PLA (полилактид)	6–12 месяцев	Промышленный компост
PHA (полигидроксиалканоат)	3–6 месяцев	Почва, компост
Крахмал + синтетика	3–9 месяцев	Компост
PBAT	6–12 месяцев	Компост
Традиционный пластик	100–500 лет	Почва, вода

Проблемы и перспективы использования биоразлагаемых полимеров заключаются в следующем: высокая стоимость производства по сравнению с традиционными пластиками, ограниченная механическая прочность некоторых биополимеров и необходимость создания инфраструктуры для промышленного компостирования. Однако с ростом

объёмов производства и развитием технологий стоимость снижается, а свойства материалов улучшаются. Прогнозируется увеличение доли биопластиков на рынке до 5% к 2030 году [3].

Таким образом, биоразлагаемые полимеры — перспективное направление для решения проблемы пластикового загрязнения. Их внедрение требует развития технологий, снижения стоимости и формирования экологического сознания у производителей и потребителей [4].

Список литературы

1. Гольцова, Д. А. Обзор источников биогенного загрязнения вод в условиях интенсификации аграрного производства / Д. А. Гольцова // Научный журнал молодых ученых. – 2026. – № 1(46). – С. 2-7.

2. Губина, А. В. Плодородие почв сельскохозяйственных угодий / А. В. Губина, Е. Ю. Недоруб // Российская наука в современном мире: Сборник статей LXVIII международной научно-практической конференции, Москва, 28 февраля 2025 года. – Москва: ООО "Актуальность.РФ", 2025. – С. 8-9.

3. Елизарова, Д. И. Перспективы использования биологических препаратов в сельском хозяйстве / Д. И. Елизарова // Материалы XXV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри с международным участием, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг : Материалы конференции, Нерюнгри, 23–25 октября 2025 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, 2025. – С. 280-284.

4. Недоруб, Е. Ю. Формирование экологического сознания у студентов аграрного вуза / Е. Ю. Недоруб // Перспективы экологического развития России и стран СНГ : Материалы 6-й Международной научно-практической конференции, проводимой в рамках XXIII Уральской горно-промышленной декады, Екатеринбург, 03–04 апреля 2025 года. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2025. – С. 236-237.

Kuzina O. A, Nedorub E. Yu.

BIODEGRADABLE POLYMERS: RAW MATERIALS, PRODUCTION METHODS, AND DECOMPOSITION RATES IN THE ENVIRONMENT

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The article discusses modern biodegradable polymers, their raw material sources, synthesis methods, and decomposition rates in natural

conditions. It analyzes the main classes of biopolymers, including materials based on natural (starch, cellulose, polylactides, and polyhydroxyalkanoates) and synthetic raw materials. The article provides data on the biodegradation rates of various types of polymers in soil and compost, as well as the impact of structure and composition on this process. The article also discusses the potential for the widespread use of biodegradable polymers to reduce environmental impact.

Key words: biodegradable polymers, bioplastics, raw material sources, production methods, decomposition rates, starch, and cellulose.

УДК 504.064:57.087

Ермакова Н.В., Коношина С.Н., Воронкова М.В.

БИОСЕНСОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассматриваются принципы функционирования биосенсорных систем, их классификация и роль в современном экологическом мониторинге. Анализируются преимущества биосенсоров по сравнению с традиционными методами анализа (хроматография, спектрофотометрия и др.), включая экспрессность, высокую чувствительность, возможность непрерывного измерения in situ. Приводятся примеры использования биосенсоров для детекции загрязняющих агентов окружающей среды. Обсуждаются существующие проблемы и вызовы, а также перспективы развития биосенсорных технологий в контексте охраны окружающей среды.

Ключевые слова: биосенсоры, экологический мониторинг, биорецепторы, трансдьюсеры, тяжелые металлы, пестициды, токсичность, ферменты, иммобилизация, портативные анализаторы.

Рост антропогенной нагрузки на окружающую среду требует создания эффективных систем контроля за содержанием загрязнителей в воде, воздухе и почве. Традиционные методы (ГХ-МС, ВЭЖХ, ААС) обладают высокой точностью, но трудоемки, дороги и требуют квалифицированного персонала.

Альтернативой являются биосенсорные технологии, сочетающие специфичность биологических систем с чувствительностью физико-химических преобразователей.

Биосенсор представляет собой аналитическое устройство, включающее биологический рецепторный элемент (ферменты, антитела,

нуклеиновые кислоты, целые клетки), физико-химический трансдьюсер (электрохимический, оптический, пьезоэлектрический и др.) и систему обработки сигнала.

По типу биорецептора выделяют:

– ферментные биосенсоры - основаны на ингибировании или активации ферментов (например, ацетилхолинэстеразы для детекции фосфорорганических пестицидов);

– иммунохимические (аффинные) биосенсоры - используют антитела для распознавания гербицидов, токсинов (микроцистинов);

– микробные биосенсоры — целые клетки (бактерии, дрожжи, водоросли), реагирующие на общую токсичность среды (люминесцентные тест-системы *E. coli*);

– ДНК-биосенсоры (геносенсоры) - детекция мутагенов и патогенов осуществляется путем гибридизации нуклеиновых кислот.

По типу трансдьюсера (способа преобразования сигнала) биосенсоры в экологическом мониторинге чаще всего бывают оптическими (поверхностный плазмонный резонанс, флуоресценция, биолюминесценция), электрохимическими (вольтамперометрия, потенциометрия), электрическими и пьезоэлектрическими.

Основными загрязнителями водных объектов являются ионы тяжелых металлов (Pb^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}), нитраты, фосфаты, фенолы, пестициды и нефтепродукты. Так, например, амперометрический биосенсор на основе фермента уреазы, иммобилизованной в геле желатина, позволяет определять ионы Cu^{2+} и Hg^{2+} на уровне ПДК (0,001–0,1 мг/л) за 5-10 минут. Выбор фермента связан с наличием у уреазы электрокаталитической активности, что выражается в ускорении процесса обмена электронами между субстратом и электродом. В присутствии определяемого вещества (иона металла) фермент ингибируется, что приводит к изменению скорости реакции. Это вызывает изменение силы тока через поверхность электрода, которая пропорциональна концентрации аналита.

Микробный биосенсор на основе инфузории *Paramecium caudatum* с оптическим детектированием подвижности дает интегральную оценку токсичности воды. Неподвижные и изменившие форму клетки считаются погибшими. Использование *Paramecium caudatum* объясняется тем, что эти инфузории менее требовательны к условиям культивирования, чем другие виды инфузорий, и получаемые результаты имеют высокий коэффициент корреляции с подобными исследованиями на мышах, крысах и других животных.

Для анализа воздуха применяются газочувствительные биосенсоры на основе бактерий, метаболизирующих летучие органические соединения (бензол, толуол, ксилол). С этой целью используют цианобактерий

(например, *Synechocystis sp.* штамма PCC6803), меченных геном люциферазы luc из светлячка. Измерение биолюминесценции в ответ на воздействие определяемых соединений позволяет оценивать наличие различных загрязняющих веществ в режиме реального времени.

Диоксины представляют собой группу высокотоксичных стойких органических соединений, которые представляют серьёзную угрозу для здоровья человека и экосистем. Они образуются как побочные продукты промышленных процессов, при сжигании отходов, содержатся в выхлопных газах автомобилей и крайне медленно расщепляются в природе. Пьезоэлектрические биосенсоры обеспечивают обнаружение диоксинов на уровне 10^{-12} г/м^3. В таких биосенсорах покрытия электродов формируют из природных биораспознающих соединений, например антител. Антитела иммобилизуют на поверхности кристалла с помощью разных методов: физической адсорбции, сшивания, ковалентного присоединения к самоорганизующимся монослоям и других.

В экологическом мониторинге почв основную сложность представляет экстракция аналита из твердой фазы. Используются иммуносенсоры для детекции остатков пестицидов (атразин, ДДТ) и гербицидов. Эти устройства основаны на взаимодействии специфических антител с целевыми антигенами, что позволяет проводить качественный и количественный анализ с высокой чувствительностью и специфичностью.

С целью экологического мониторинга разработаны иммунохроматографические портативные тест-полоски, в том числе в формате «сэндвич» («сэндвич»-ИФА на мембране) для полевых условий. Такие биосенсоры обеспечивают простоту, высокую скорость и относительно низкую стоимость исследования.

Очевидно, что биосенсорные устройства обладают рядом преимуществ, среди которых необходимо отметить их высокую специфичность, быстроту анализа (от 30 секунд до 15 минут), возможности мультиплексирования (одновременного определение нескольких загрязнителей) и миниатюризации.

В противовес этому существуют и определенные ограничения их использования: нестабильность биоматериала (ограниченный срок хранения), чувствительность к pH, ионной силе, температуре, а также риск ложноположительных или ложноотрицательных результатов при наличии интерферентов - веществ, которые взаимодействуют с анализируемыми образцами и искажают результаты тестов.

В современных биосенсорах в условиях развития нанотехнологий происходит активное использование передовых наноматериалов (углеродные нанотрубки, графен, наночастицы золота, квантовые точки), что позволяет повысить чувствительность на 2–3 порядка и снизить предел обнаружения до 10^{-14} М. Наноплазмонные биосенсоры на основе

локального поверхностного плазмонного резонанса (LSPR) обеспечивают безымянную регистрацию в реальном времени. Этот метод позволяет проводить чувствительное обнаружение биомолекул без использования меток, что делает его перспективным для применения в экологических исследованиях.

Кроме того, к перспективным направлениям в этой области относятся интеграция с беспилотными воздушными и подводными аппаратами для автоматического отбора проб, разработка одноразовых «бумажных» биосенсоров (микрофлюидные бумажные аналитические устройства — μPAD), создание нейросетевых алгоритмов для обработки сигналов многоканальных биосенсорных матриц («электронный нос», «электронный язык»).

Таким образом, биосенсорные технологии заняли важную нишу в экологическом мониторинге, особенно для скрининговых и аварийных ситуаций. Дальнейший прогресс связан с повышением стабильности рецепторов (использование искусственных биомиметиков - молекулярно-импринтированных полимеров, аптамеров), переходом к беспроводным сенсорным сетям и стандартизацией методов валидации.

Список литературы

1. Воронкова М.В., Ермакова Н.В., Коношина С.Н. Кислотные дожди как источники загрязнения биосферы // Интеллектуальные системы в аграрном и строительном комплексе: материалы Международной научно-практической конференции. - Орел, 2024. - С. 547-550.

2. Гатауллин Н.Р., Аверьянова Ю.А. Перспективы использование технологии цельноклеточных биосенсоров для экологического мониторинга // Экологическая безопасность в техносферном пространстве : сборник материалов Пятой Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых и студентов (Екатеринбург, 20 мая 2022 г.) / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург: РГППУ, 2022. - С. 108-110.

3. Егоров А.М., Осипов А.П., Дзантиев Б.Б. Теория и практика иммуноферментного анализа. – М.: Высшая школа, 2018. – 352 с.

4. Ермакова Н.В., Воронкова М.В., Ермаков Н.В. Повышение концентрации тяжелых металлов в биосфере и глобальные изменения эколого-геохимической обстановки // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: материалы IV Международной научно-практической Интернет-конференции. - Орел, 2025. - С. 129-133.

5. Коношина С.Н., Воронкова М.В., Ермакова Н.В. Экологическое значение альтернативных видов топлива // Научные исследования - сельскохозяйственному производству:

материалы IV Международной научно-практической Интернет-конференции. - Орел, 2025. - С. 157-161.

6. Поклонский Д.Л., Дурилов О.Ю., Зыгин Д.А., Воронин В.А., Исаева А.Ю., Ермилов Н.В. Биосенсоры для осуществления мероприятий экологического мониторинга: классификация и особенности разработки // Теоретическая и прикладная экология. – 2017, №4. – С.12-19.

7. Long F., Zhu A., Shi H. Recent advances in optical biosensors for environmental monitoring // Biosensors and Bioelectronics. – 2019. – Vol. 142. – 111498.

8. Wang J. Nanomaterial-based electrochemical biosensors for environmental monitoring // Electroanalysis. – 2018. – Vol. 30(1). – P. 12–21.

Ermakova N.V., Konoshina S.N., Voronkova M.V.

BIOSENSOR TECHNOLOGIES IN ENVIRONMENTAL MONITORING

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin»

Abstract. The article discusses the principles of functioning of biosensor systems, their classification, and their role in modern environmental monitoring. It analyzes the advantages of biosensors compared to traditional analysis methods (chromatography, spectrophotometry, etc.), including their speed, high sensitivity, and the ability to perform continuous in situ measurements. The article provides examples of using biosensors for detecting environmental pollutants. It also discusses the existing problems and challenges, as well as the prospects for the development of biosensor technologies in the context of environmental protection.

Keywords: biosensors, environmental monitoring, bioreceptors, transducers, heavy metals, pesticides, toxicity, enzymes, immobilization, and portable analyzers.

УДК543.2:546:63 (075.8)

Маркина В.М., Грязнов М. А., Евсюкова Е. А.

ИЗУЧЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ РЕКИ ОКА В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. Определили физические показатели природной (речной) воды реки Ока, характеризующие органолептические свойства

природной и водопроводной воды: температура, мутность, цветность, запах воды. Установили, что физические показатели речной воды реки Ока близки к нормам весеннего периода. Проведены исследования химических показателей природной (речной) воды реки Ока в весенний период. В работе применяли химические методы количественного анализа для определения pH и ионов кальция, магния.

Ключевые слова. Температура, прозрачность (светопропускание), цветность, мутность, запах природной (речной) воды, электрохимический метод, pH –метр, водородный показатель, ионы кальция, магния, методы титрования, комплексонометрия

Качественный анализ природной (речной) воды во многом зависит от правильного отбора пробы. Исследовать физические показатели природной воды реки Ока начали с отбора пробы в склянки с притертыми пробками, которые ополаскивали исследуемой водой. Помещая на хранение, пробу консервировали хлороформом (2 мл на 1 л воды). Перед анализом проводили предварительную подготовку пробы: удаляли взвешенные вещества (фильтрованием, центрифугированием, отстаиванием), упаривают в фарфоровых чашках. Оценивали качество воды, в первую очередь учитывали такие важные физические показатели, как температура, цветность, запах, вкус, прозрачность, мутность [1].

Ход работы. Отбор пробы воды проводили на 15-30 см ниже зеркала воды, так как поверхностная пленка представляла собой пограничную среду между воздухом и водой. Поэтому, концентрация большинства веществ в ней в 10-100 раз выше, чем толще воды.

1.*Температуру* воды определяли сразу после отбора пробы или непосредственно в водоеме ртутным термометром с ценой деления 0,1° С. Термометр держали в воде.

2.*Прозрачность (светопропускание*) воды зависит от ее цветности и мутности. Мутность природных вод вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения. Воду в зависимости от степени прозрачности условно подразделяют на прозрачную, слабоопалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную (песок 0.1 мм), мутную (песок 0.5 мм), сильно мутную (1.0мм) . В соответсвии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды мутность не должна превышать 1,5 мг/л по каолину [1,2,6]. В месте отбора прозрачность воды измеряли с помощью типографского шрифта. Определение проводили не при прямом солнечном свете. А так, как степень прозрачности выражается высотой водяного столба в см, через который отчетливо становится, виден типографский шрифт (высота букв составляет 3,5 мм). Речные воды могут иметь прозрачность 2-5 см.

Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

При определении использовали стеклянный цилиндр высотой около 50 см. Определение производили при хорошем дневном рассеянном освещении на расстоянии 1 м от светонесущей стены. Исследуемую воду наливали в цилиндр, под дно которого подкладывали хорошо освещенный шрифт. Затем сливали воду до тех пор, пока сверху через слой можно было отчетливо прочесть этот шрифт. Высоту столба оставшейся воды измеряли линейкой. Результаты записывали в сантиметрах. Для уточнения полученных данных выполняли действия в обратной последовательности: цилиндр постепенно наполняли пробой воды до такой высоты, чтобы буквы, рассматриваемые сверху, были плохо различимы. Рабочее определение и контроль повторяли несколько раз и вычисляли среднее значение.

3.*Цветность воды* определяется в градусах цветности. Вода, имеющая цветность 20°, считается цветной. Цветность воды - природное свойство воды, обусловленное наличием гуминовых веществ и соединений железа, которые придают ей окраску от желтоватого до коричневого цвета. Чистые природные воды обычно бесцветны. Вода, неподвергающаяся перед подачей потребителю обесцвечиванию, должна иметь цветность не выше 20°. Цвет воды определяется в профильтрованной пробе или после отстаивания в течение 2 часов. Объективно определить цвет пробы трудно, поэтому и интенсивность цвета описывают также словесно, указывая оттенки воды. Показатель качества воды выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы характеризующий интенсивность окраски воды и обусловленный содержанием окрашенных соединений. Определяется путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами. Цветность природных вод колеблется от единиц до тысяч градусов.

Наблюдения за цветом речной воды в реке Ока проводили визуально одновременно с определением прозрачности с помощью шкалы цветности. Шкала состояла из набора стеклянных пробирок, заполненных цветными растворами разных оттенков. Для этого, в колориметрические пробирки наливали по 100 мл профильтрованной исследуемой воды и, просматривали окраску растворов сверху вниз. Находили пробирку из шкалы цветности, наблюдали, что окраска жидкости совпадала с окраской воды в цилиндре с исследуемой водой. Найденный цвет воды обозначали номером соответствующей пробирки. Затем, цветность более точно определяли на фотоколориметре. Для этого строили градуировочный график по хромово-кобальтовой шкале цветности. Растворы с различной цветностью фотометрировали в кювете 5-10 см в синей части спектра (λ=413 нм) относительно профильтрованный дистиллированной воды.

4.Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, попадающие в нее естественным путем или со сточными водами. Загрязнение сточными водами обнаруживается не только проявлением их запаха, но и запахом продуктов разложения их компонентов (сероводород, индол). Некоторые виды водных организмов вызывают специфические запахи**,** напоминающие, например, запах огурцов, пеларгонии, фиалок, свинарника. Запах сточных вод населенных мест представляет собой смесь запаха фекалий с запахами мыла, жиров, гниения (сероводород) и является довольно характерным. Сточные воды от термической переработки угля имеют запах фенолов (характерный резкий аптечный запах), смолы, (сероводорода) и т.п.

В коническую колбу вносили 250 мл пробы воды при 20°С, закрывали пробкой. Другую колбу нагревали на бане (или в сушильном шкафу) до 60°С, прикрыв горлышко колбы часовым стеклом. Содержимое колбы перемешивали и тотчас определяли запах и его интенсивность. Интенсивность запаха определяли разбавлением пробы дистиллированной водой до исчезновения запаха. Характер запаха определяли при 20 и 60 градусах Цельсия. Запах описывали словесно. Например: «землистый», «травянистый», «плесневый», запах химических веществ («фенольный», «смолистый», «органических растворителей», «йодный). Определение интенсивности и характера запаха зависели от опыта и индивидуальных способностей исследователя [1,7,8].

5.*Вкус* – это свойство веществ (в нашем случае воды) вызывать у человека и животных специфическое раздражение рецепторов слизистой оболочки языка. Следует также иметь в виду, что привкус может появиться в воде на нескольких этапах: в природной воде, в процессе водоподготовки, при транспортировке по трубопроводам. Различают четыре основных вида вкуса: соленый, кислый, сладкий, горький. Все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами (щелочной, металлический, вяжущий и т.п.). Интенсивность вкуса и привкуса определяли при 20 $^{\circ}$С и оценивали по пятибалльной системе [1,3,7,8].

Химические показатели реки Ока в весенний период начинали определять с pH. Определение величины водородного показателя (pH) служит важным показателем кислотности или щелочности природной воды и является результирующей величиной кислотно-основного взаимодействия ряда ее минеральных и органических компонентов. Реакция среды характеризуется концентрацией H^{+}-ионов или её отрицательным логарифмом - водородным показателем pH. Определение проводили колориметрически.

Применяли реактивы: стандартная индикаторная шкала; универсальный индикатор; pH- метр.

1.Определяли pH методом визуального колориметрирования. К 5 мл исследуемого раствора добавиляли 3 мл. универсального индикатора. Взбалтывали. Полученную окраску сравнивали с окраской стандартной цветной шкалы. Наблюдалась окраска исследуемого раствора промежуточная между двумя образцами эталонов, поэтому брали среднее значение pH. Далее определяли pH электрохимическим (потенциометрическим) методом. Электрохимический метод определения pH основан на измерении разности потенциалов двух электродов, помещенных в анализируемый раствор. Измеряли pH исследуемого раствора с помощью pH-метра.

2. Методом титрования с образованием комплексов определялось количественное содержание ионов кальция и магния. При реакции, происходящей во время взаимодействия ионов Ca2+ и Mg2+в исследуемой воде с раствором трилона Б, ионы образуют малодиссоциированные комплексы. Определяли ионы кальция при таком значении pH среды, при котором трилон Б дает с ним более прочное соединение по сравнению с индикатором. В качестве индикатора применяли мурексид. Для работы взяли реактивы: NaOH 2 н., трилон Б 0,1 н., мурексид. К 100 мл испытуемой воды добавляли 5 мл 2 н. раствора едкого натра и несколько кристаллов мурексида и медленно титровали раствором трилона Б до изменения окраски раствора [4,5,6,7].

Содержание ионов магния определяли объемно-аналитическим методом, который заключался в том, что бикарбонаты и карбонаты при титровании соляной кислотой переводят в хлориды. Образующийся углекислый газ удаляют из раствора кипячением.

Выводы.

В результате анализа речной воды **реки** Ока в весенний период были определены физические показатели: температура, цветность, мутность, запах, вкус. Речная вода в весенний период имела следующие показатели: цветность речной воды реки Ока составила 25градусов. Для речной воды реки Ока мутность составила 3,5 см. Мутность отрицательно влияет на внешний вид воды. Запах воды, который характерен для реки Орлик землистый, а вкус и привкус слабо замечается (оценка интенсивности составила 2 балла). Установили, что физические показатели речной воды реки Ока близки к нормам весеннего периода.

В ходе исследования химических показателей речной воды реки Ока использованы такие методы количественного анализа, как объемный анализ. Определили водородный показатель, который составил pH 6,7, а, содержание ионов кальция и ионов магния составило более 5 ммоль/л. Так как жесткость воды обусловливается наличием в воде ионов кальция (Ca2+), магния (Mg2+), то вода в Оке не очень жесткая. По нормативам

жесткая считается речная вода, если в ней содержится 9 ммоль/л ионов кальция (Ca2+), магния (Mg2+)

Список литературы

1.Инструкция по определению физико-химических и технологических показателей качества воды и реагентов, применяемых на водопроводах. М. 2017

2.Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»

3. ГОСТ 3351-84. Вода Питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. 5.ПНД Ф 14.1;2;4.213-05 Методика выполнения измерений мутности питьевых, природных и сточных вод турбидиметрическим методом по каолину и по формазину

4. Маркина В.М. Неорганическая и аналитическая химия. Учебное пособие по неорганической и аналитической химии для лабораторных, учебно-исследовательских и самостоятельных работ для студентов аграрных ВУЗов / Орел, 2016

5.Химические и физико-химические методы анализа : сб. задач: [учеб. пособие] / [В. И. Кочеров и др. ; под общ. ред. С. Ю. Сараевой] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 208

6. Коренман Я. И., Лисицкая Р. И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: Учеб. пособие / Воронеж, гостехнол. акад. Воронеж, 2002.

7. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: Учеб. Для вузов,/ Ю. А. Золотов, Р. Н. Дорохова, В. И. Фадеева и др. М: Высш. шко ла, 1999.

6. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест».

7.Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.- М.: Минздрав, 2002.

8. Химия воды и микробиология [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам (лабораторному практикуму) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит. -строит. ун-т ; сост. Е. В. Москвичева, А. В. Москвичева, И. М. Шевцова. — Электронные текстовые и графические данные (0,68 Мбайт). — Волгоград : Волг ГАСУ, 2013. —

Markina V.M., Gryaznov M. A., Evsyukova E. A.

STUDY AND DETERMINATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS OF NATURAL WATER OF THE OKA RIVER IN THE SPRING PERIOD.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin»

Abstract. The physical indicators of the natural (river) water of the Oka River, which characterize the organoleptic properties of natural and tap water, were determined: temperature, turbidity, color, and water odor. It was found that the physical indicators of the river water of the Oka River are close to the norms of the spring period. Chemical indicators of the natural (river) water of the Oka River were studied during the spring period. Chemical methods of quantitative analysis were used to determine the pH and calcium and magnesium ions.

Keywords. Temperature, transparency (light transmission), color, turbidity, smell of natural (river) water, electrochemical method, pH meter, , hydrogen index, calcium and magnesium ions, titration methods, complexometry.

УДК 378.147.88/ 372.857

Коношина С.Н., Прудникова Е.Г.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ФИТОЦЕНОЗА ДЕНДРОПАРКА ОРЛОВСКОГО ГАУ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университета им. Н.В. Парахина».

Аннотация: В статье приводятся сведения о видовом составе флоры Орловской области. Рассматривается видовой состав растений дендропарка. Приводятся сведения о химическом составе биологически активных веществ растительного происхождения и способах их применения.

Ключевые слова: лекарственные растения, дендропарк, биологически активные вещества, терпеноиды, каратиноиды, эфирные масла, флавоноды, сапонины, кумарины, аскорбиновая кислота.

.

Основным источником биологически активных веществ являются растения. Большинство таких веществ в настоящее время не удается синтезировать органическому синтезу или такой синтез экономически неэффективен, поэтому получение их из растительного сырья является актуальным: почти половина лекарственных препаратов, применяемых в России, сделано на основе растительных компонентов. В мировой

медицинской практике это число достигает половины от всех лекарственных препаратов. В дальнейшем это количество будет только расти.

Флора Орловской области насчитывает более тысячи шестиста видов. К аборигенной флоре относятся 1033 вида, из которых 131 являются степными. Видовой состав богат и разнообразен. Плотность растений составляет до тридцати видов растений на один квадратный метр. Наибольшим количеством родов (56) и видов (146) представлено семейство сложноцветных.

Почти половина видов растений Орловской области может быть использована в лекарственных целях. Из них более сотни применяются в официальной медицине в настоящее время.

Подавляющее количество лекарственных растений являются лесными и луговыми видами. Дендропарк Орловского ГАУ является площадкой для изучения не только биологического разнообразия растений, но и растений, содержащих в своем составе биологически активные вещества. Например, древесными растениями парка, которые можно использовать в лекарственных целях, являются сосна обыкновенная (Pinus sylvestris), ель европейская (Picea abies), дуб черешчатый (Quercus robur), липа сердцевидная (Tilia cordata), берёза бородавчатая (повислая) — (Betula pendula), калина обыкновенная (Viburnum opulus), бузина кистевидная (Sambucus racemosa), ива козья (Salix caprea), черёмуха обыкновенная (Padus avium), можжевельник обыкновенный (Juniperus communis), шиповник собачий (Rosa canina).

Так, почки и листья березы содержат эфирное масло, в состав которого входят терпеноиды, каратиноиды, кумарины, аскорбиновая кислота, дубильные вещества и многие другие химические соединения.

В медицине используют различные части березы: почки, листья, сок. Получают из древесины березы деготь и активированный уголь. Настои и отвары почек и листьев березы оказывают различное физиологическое действие, в том числе мочегонное, желчегонное и противовоспалительное.

Кора дуба богата дубильными веществами и различными видами фенольных соединений. Является вяжущим и противовоспалительным средством.

Известно с древних времен лекарственное действие цветков липы, содержащих эфирное масло, полисахариды, сапонины, флавоноиды, аскорбиновую кислота и каротиноиды. Препараты, изготовленные на основе цветков липы, оказывает потогонное, противовоспалительное действие, способствуют выводу избытка хлорида натрия, нормализуя артериальное давление.

Хвойные растения богаты содержанием эфирных масел, эфиров, дубильных веществ и фитонцидов, которые оказывают противомикробное и противовоспалительное действие,

Однако, большинство лекарственных растений относятся к травам. Это виды, которые встречаются в различных типах лесных и луговых фитоценозов: чабрец ползучий (Thymus serpyllum), плаун булавовидный (Lycopodium clavatum), кислица обыкновенная (Oxalis acetosella), гусиный лук жёлтый (Gagea lutea), медуница неясная (Pulmonaria obscura), сныть обыкновенная (Aegopodium podagraria), лопух лесной (Arctium nemorosum), вероника дубравная (Veronica chamaedrys), марьянник дубравный (Melampyrum nemorosum).

На участках с повышенной влажностью можно встретить первоцвет весенний (Primula veris), будру плющевидную (Glechoma hederacea), льнянку обыкновенную (Linaria vulgaris), зверобой продырявленный (Hypericum perforatum), тысячелистник обыкновенный (Achillea millefolium).

Например, лекарственное действие проявляют соцветия пижмы обыкновенной. Их биологические активные вещества повышают аппетит, кислотность желудочного сока, улучшают переваривание пищи, положительно влияют на обменные функции печени при гепатите, оказывают бактерицидное и бактериостатическое действие, обладают инсектицидными свойствами.

На сухих участках произрастают земляника зелёная (Fragaria viridis), шалфей луговой (Salvia pratensis), горец змеиный (Bistorta officinalis), лапчатка прямостоячая (Potentilla erecta).

Достаточно многочисленная группа сорных лекарственных растений. Она включает такие виды, как хвощ полевой (Equisetum arvense, горец птичий (спорыш) (Polygonum aviculare), крапива двудомная (Urtica dioica), чистотел большой (Chelidonium majus), пастушья сумка (Capsella bursa-pastoris), подорожник большой (Plantago major), полынь горькая (Artemisia absinthium), лопух большой (Arctium lappa), лопух малый (Arctium minus), одуванчик лекарственный (Taraxacum officinale).

Эта группа растений часто рассматривается только как причина ухудшения жизни культурных растений. Однако, например, в траве тысячелистника содержатся вещества, обуславливающее гемостатическое, противовоспалительное, спазмолитическое средство.

Таким образом, обучающиеся, изучая видовой состав растений дендропарка Орловского ГАУ, знакомятся с ресурсом биологически активных и лекарственных веществ растительного происхождения. В дальнейшей профессиональной деятельности такие виды растений можно использовать как источник биологически активных веществ, пищевых добавок, кормовых культур и для решения профессиональных задач.

Список литературы

1. Зональная учебная практика по почвоведению / Д.И. Щеглов, А.Б. Беляев, В.А. Королев, Л.И. Брехова, Л.Д. Стахурлова, О.А. Йонко.— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012 .— 56 с. — 56 с. — URL: https://lib.rucont.ru/efd/238844 (дата обращения: 17.04.2026)

2.Коношина С.Н., Прудникова Е.Г. Реализация активных методов обучения в образовательном процессе обучающихся направления подготовки 19.03.01 Биотехнология В сборнике: Передовые научно-технические проекты в биотехнологии. Материалы II Национальной научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2023. С. 212-217.

3.Коношина, С. Н. Аллелопатическая активность листового опада древесных растений Орловской области / С. Н. Коношина, Н. Л. Хилкова, Е. Г. Прудникова // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2014. – № 3. – С. 152-155. – EDN TMQBQP.

4.Лекарственные и пищевые растения Дальнего Востока: учебное пособие для самостоятельного изучения дисциплины для обучающихся направлений подготовки 35.03.01 Лесное дело ФГБОУ ВО Приморская ГСХА / ФГБОУ ВО Приморская ГСХА. Изд. 2-е, доп. и перераб.; сост. В.Ю. Минхайдаров. – Уссурийск, 2019. - 366 с.

5.Парахина Е. А. Деревья и кустарники Орловской области: дикорастущие и интродуцированные 03.00.05 — «Ботаника» Автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук.

6.Флора. Орловская область. - URL: https://www.nbcrs.org/regions/orlovskaya-oblast/flora (дата обращения: 17.04.2026)

Konoshina S.N., Prudnikova E.G.

BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF PHYTOSYSTEM OF DENDROPARK OF ORLOVSKY STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Abstract: The article provides information about the species composition of the flora of the Oryol region. The species composition of the dendropark plants is considered. The article provides information about the chemical composition of biologically active substances of plant origin and their application methods.

Key words: medicinal plants, dendropark, biologically active substances, terpenoids, carotenoids, essential oils, flavonoids, saponins, coumarins, and ascorbic acid.

УДК 615.014.2:615.03

Ибрагим Х.Н., Яковлева И.В., Нерушева Т.В.

НАНОЧАСТИЦЫ В СИСТЕМАХ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к применению наночастиц в качестве систем доставки лекарственных веществ. Проанализированы основные типы наночастиц — полимерные, липидные и неорганические — их механизмы загрузки активных веществ, высвобождения и взаимодействия с биологическими барьерами. Особое внимание уделено стратегиям активного и пассивного таргетинга, применению принципов Quality by Design (QbD) в разработке нанолекарственных форм, анализу клинических испытаний, а также ключевым проблемам масштабирования и токсикологии наночастиц.

Ключевые слова: наночастицы, системы доставки лекарств, полимерные наночастицы, липидные наноносители, таргетная доставка, EPR-эффект, Quality by Design, нанотоксикология.

Традиционные лекарственные формы часто страдают от плохой растворимости в воде, быстрого системного выведения, неспецифического биораспределения и токсичности, ограничивающей дозу. В этом отношении системы доставки лекарств на основе нанотехнологий (нано-ДДЛ) стали мощной стратегией для преодоления этих ограничений, обеспечивая контролируемое высвобождение, адресную доставку и улучшенные фармакокинетические профили [1]. Как известно, наночастицы (НП), обычно размером от 1 до 1000 нм, могут инкапсулировать как гидрофильные, так и гидрофобные лекарственные препараты, защищать их от преждевременной деградации и способствовать их накоплению в целевых участках посредством пассивных или активных механизмов [2].

Материалы и методы. Для достижения этой цели был проведен обзор рецензируемой литературы, опубликованной в период с 2018 по 2024 год, с использованием баз данных PubMed, Scopus и Web of Science. Поисковые запросы включали: «наночастицы для доставки лекарств», «полимерные наночастицы», «липидные наночастицы», «целевые наноносители», «наноформуляция QbD» и «клинические испытания нано-DDS». Публикации отбирались на основе релевантности классификации,

механизмам действия, клиническим данным и нормативным аспектам нано-DDS.

Результаты и обсуждение.

1. Классификация и сравнительный анализ. Наночастицы, применяемые в системах доставки лекарств, подразделяются на полимерные, липидные, неорганические и гибридные системы (табл. 1).

Каждая категория существенно различается по физико-химическим свойствам, способности к загрузке лекарственных препаратов, биоразлагаемости и стадии клинической разработки.

Таблица 1 – Сравнительный анализ типов наночастиц

Parameter	Polymeric NPs	Lipid NPs	Inorganic NPs	Hybrid NPs
Size range	50–500 nm	50–400 nm	1–100 nm	50–300 nm
Drug loading	High (matrix)	High (membrane)	Low–moderate	High (combined)
Biodegradability	Yes (PLGA)	Yes	No (gold, SiO_2)	Partial
Biocompatibility	Good	Excellent	Variable	Good
Surface mod.	Easy (PEG, ligand)	Moderate	Easy	Easy
Clinical status	Phase I–III	FDA approved	Preclinical	Phase I–II
Key example	PLGA-paclitaxel	Doxil®, Comirnaty®	AuroShell® (Au)	Lipid-PLGA NP

Следует отметить, что полимерные НЧ на основе PLGA и хитозана обеспечивают регулируемую кинетику высвобождения лекарственного средства, достигаемую путем манипулирования молекулярной массой полимера, химией концевых групп и взаимодействием лекарственного средства с полимером. Липидные наночастицы, в частности липосомы и твердые липидные наночастицы (SLN), остаются наиболее продвинутой в клинической практике платформой благодаря их структурному сходству с биологическими мембранами и доказанной безопасности. Неорганические наночастицы сталкиваются со значительными проблемами в отношении долгосрочной биосовместимости и выведения [2, 3]. Гибридные наночастицы, сочетающие липидные оболочки с полимерными ядрами, представляют собой перспективное решение. Липидные НЧ — клинически

наиболее апробированный класс. Неорганические НЧ требуют дополнительного изучения токсикологического профиля [3].

2. Стратегии таргетинга**.** Анализ механизмов накопления показал, что пассивный таргетинг основан на EPR-эффекте — преимущественном накоплении НЧ в опухолевой ткани. Активный таргетинг предполагает функционализацию поверхности НЧ лигандами. Стимул-чувствительные системы обеспечивают контролируемое высвобождение препарата [4, 5].

3. Принципы QbD в разработке нанолекарственных форм. Следует подчеркнуть, что применение QbD начинается с определения целевого профиля качества продукта (QTPP) [6].

Как показывает практика, применение DoE позволяет одновременно оптимизировать несколько переменных [6, 7]. Таким образом, применение QbD повышает воспроизводимость серий и ускоряет регуляторное одобрение [7].

4. Последние клинические испытания. Важно отметить, что клиническая трансляция нано-СДЛ значительно ускорилась за последнее десятилетие (Таблица 2).

Таблица 2 – Выборка клинических испытаний нано-СДЛ (2019–2023)

Drug / NP Type	Indication	Phase	Key Finding	Year
Lipoplatin™ (cisplatin LNP)	NSCLC	Phase III	↓ nephrotoxicity vs free cisplatin	2019
ThermoDox® (liposomal doxorubicin)	HCC	Phase III	Improved PFS in hyperthermia combo	2020
BIND-014 (PLGA-docetaxel)	NSCLC, mCRPC	Phase II	Tumour accumulation confirmed by PET	2021
SGT-53 (TfR-targeted lipoplex, p53)	GBM	Phase II	Safe; p53 expression in tumour biopsies	2022
mRNA-2416 (LNP-OX40L)	Solid tumours	Phase I	Immune activation; no DLT at tested doses	2023

Как свидетельствуют данные Таблицы 2, наблюдается переход к активно-направленным системам и нуклеиновым терапевтическим агентам (siRNA, мРНК) [8].

5. Проблемы и ограничения. Прежде всего следует отметить, что EPR-эффект неоднороден; только 0,7% дозы НЧ достигает солидных

опухолей [9]. Кроме того, масштабирование производства сопряжено со значительными техническими трудностями. Микрофлюидное производство рассматривается как перспективное GMP-совместимое решение [10].

Выводы.

1. Наночастицы — клинически валидированная платформа; липидные НЧ лидируют по числу одобренных препаратов.
2. Активный таргетинг обеспечивает трёхкратное увеличение внутриклеточной концентрации препарата.
3. Применение QbD с DoE и PAT необходимо для воспроизводимости и регуляторного соответствия.
4. Гетерогенность EPR-эффекта, нанотоксикология и проблемы масштабирования остаются ключевыми вызовами.

Список литературы.

1. Peer M., Karp J.M., Hong S. et al. Nanocarriers as an emerging platform for cancer therapy // Nature Nanotechnology. – 2007. – Vol. 2. – P. 751–760.
2. Wolfram J., Ferrari M. Clinical cancer nanomedicine // Nano Today. – 2019. – Vol. 25. – P. 85–98.
3. Allen T.M., Cullis P.R. Liposomal drug delivery systems // Advanced Drug Delivery Reviews. – 2013. – Vol. 65. – P. 36–48.
4. Danhier F. To exploit the tumor microenvironment: since the EPR effect fails in the clinic // Journal of Controlled Release. – 2016. – Vol. 244. – P. 108–121.
5. Shi J., Kantoff P.W., Wooster R., Farokhzad O.C. Cancer nanomedicine: progress, challenges and opportunities // Nature Reviews Cancer. – 2017. – Vol. 17. – P. 20–37.
6. Yu L.X., Amidon G., Khan M.A. et al. Understanding pharmaceutical quality by design // AAPS J. – 2014. – Vol. 16. – P. 771–783.
7. Tran T.T., Tran P.H. Nanoparticulate drug delivery: from formulation to frame // Pharmaceuticals. – 2019. – Vol. 12. – P. 84.
8. Kulkarni J.A., Cullis P.R., van der Meel R. Lipid nanoparticles enabling gene therapies // Molecular Therapy. – 2018. – Vol. 26. – P. 1–13.
9. Wilhelm S., Tavares A.J., Dai Q. et al. Analysis of nanoparticle delivery to tumours // Nature Reviews Materials. – 2016. – Vol. 1. – P. 16014.
10. Dimov N., Kastner E., Hussain M. et al. Continuous flow lipid nanoparticle synthesis using a microfluidic device // Scientific Reports. – 2017. – Vol. 7. – P. 12314.

Ibrahim K.N., Yakovleva I.V., Nerusheva T.V.

NANOPARTICLES IN DRUG DELIVERY SYSTEMS: CURRENT APPROACHES AND PROSPECTS

Abstract. This article reviews current approaches to the application of nanoparticles as drug delivery systems. The main types of nanoparticles — polymeric, lipid-based, inorganic, and hybrid — are analyzed with respect to their drug loading mechanisms, release profiles, and interactions with biological barriers. Special attention is given to active and passive targeting strategies, the application of Quality by Design (QbD) principles in nanoformulation development, recent clinical trial data, and key challenges in toxicology and scale-up.

Key words: nanoparticles, drug delivery systems, polymeric nanoparticles, lipid nanocarriers, targeted delivery, EPR effect, Quality by Design, nanotoxicology.

УДК: 665.117

Зудина А.Р., Яковлева И. В.

ПОТЕНЦИАЛ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАПСА И ПОДСОЛНЕЧНИКА ДЛЯ ПИЩЕВОЙ И КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация: В статье рассмотрены современные подходы к безотходной переработке вторичных ресурсов масличных культур — жмыхов и шротов рапса и подсолнечника. Рассмотрен компонентный состав этих продуктов, их роль в животноводстве и жизнедеятельности человека. Проанализированы разные варианты их применения, включая производство кормовых белков и косметических средств, сделан вывод о целесообразности внедрении научных разработок и предпринимательских инициатив в рамках стратегии устойчивого развития и цикличной экономики.

Ключевые слова: рапсовый жмых, подсолнечный шрот, безотходное производство, пищевой белок, эко-скраб.

Масложировая промышленность долгое время считалась одним из самых «отходных» секторов агропромышленного комплекса. После извлечения растительного масла из семян подсолнечника или рапса на предприятиях остаются значительные объемы твердого остатка, известного как жмых. Традиционно эти остатки воспринимались как побочный продукт, требующий затрат на утилизацию. Однако с развитием принципов безотходного производства взгляд на жмых кардинально изменился: сегодня он рассматривается как ценнейший вторичный ресурс. Правильная переработка рапсового и подсолнечного жмыха могут превратить маслоэкстракционные заводы в звенья замкнутого цикла, где

отходы одного этапа становятся питательной средой или топливом для другого.

Ключевая причина, по которой жмых перестал быть просто отходом, кроется в его богатом биохимическом составе. Когда семена проходят через пресс для отжима они концентрируют в себе белки, клетчатку и микроэлементы. Подсолнечный жмых считается одним из рекордсменов по содержанию сырого протеина, доля которого может достигать 30-40%. Кроме того, в нем сохраняется около 7-10% жира, что придает ему высокую энергетическую ценность, достигающую 1,04 кормовых единиц. В составе подсолнечного жмыха содержится до 20% клетчатки, необходимой для жвачных животных, а также целый комплекс аминокислот, включая лизин и метионин, которых часто не хватает в стандартных зерновых рационах. Рапсовый жмых, в свою очередь, выделяется еще более высокой энергетической насыщенностью. Содержание сырого жира в нем достигает 15%, причем большую часть жирных кислот составляют ценные олеиновая и линолевая кислоты, отвечающие за рост молодняка и иммунитет. Протеин рапсового жмыха удерживается на уровне 32-35 % и включает все незаменимые аминокислоты, что делает его хорошим компонентом для сбалансированного кормления [1,3].

Именно эти питательные характеристики позволяют использовать жмых в качестве основы для комбикормовой промышленности, что является первым и шагом к безотходному производству.

Применение рапсового жмыха в пищевых целях долгое время сдерживалось наличием антипитательных соединений — эруковой жирной кислоты и глюкозинолатов, которые придают продукту горький привкус. Тем не менее, достижения современной селекции, а именно создание низкоэруковых и низкоглюкозинолатных сортов рапса, практически снимают эти ограничения. Более того, ряде исследований подчёркивается, что глюкозинолаты, обладают антидепрессантной, фунгицидной и даже противораковой активностью. Индол-3-карбинол, образующийся из индольных изотиоцианатов рапса, включён в российские методические рекомендации как биологически активное вещество с установленным физиологическим действием, рекомендуемая норма потребления которого составляет 50 мг в сутки. Это открывает перспективы для создания продуктов лечебно-профилактического назначения. Из очищенных от семенных оболочек масличных ядер рапса позволяет получить жмых с высоким содержанием белка и снижеием изотиоцианатов. Такой жмых не содержит горечи, что делает его пригодным для использования в производстве пищевых концентратов и обогатителей [2].

В современных условиях жизни одной из глобальных экологических проблем является загрязнение окружающей среды

микропластиком, который массово используется в косметике, например, как отшелушивающий компонент, а многие скрабы содержат синтетические поверхностно-активные вещества (ПАВ). Именно здесь открывается ценность вторичных продуктов переработки масличных культур (жмыха и шрота), которые традиционно считаются отходами. В отличие от синтетических аналогов, жмых обладает природной абразивной структурой (частицы семян), способной заменить микропластик в пилингах, а шрот ценен высоким содержанием природных сапонинов и фосфолипидов — естественных заменителей синтетических ПАВ. В студенческом стартапе «Разработка технологии производства эко-скрабов на основе переработки масличного сырья» предлагается технология, основанная на использовании этих соединений, извлекаемых из масличного шрота. При контакте с водой они обеспечивают самоэмульгирование: скраб без следа смывается, выполняя одновременно функции пилинга (мягкое отшелушивание за счёт частиц жмыха), очищения (благодаря сапонинам) и питания (за счёт остаточного масла и белка) [4]. В итоге жмых и шрот превращаются из отходов в полезную основу для экологичной косметики.

Таким образом, объединяя данные, можно видеть картину современного подхода к переработке масличного сырья.

Стратегия безотходного производства на основе переработки жмыхов масличных культур является не просто способом утилизации отходов, а мощным инструментом инноваций, что может обеспечить создание высокотехнологичных, конкурентоспособных и «зелёных» производств, которые станут основой экономики замкнутого цикла.

Список литературы

1. Рензяев А.О. Разработка комплекса оборудования и исследование процесса разделения рушанки семян рапса: дис.канд. технич. наук. Кемерово, 2013. 145 с.

2. Рензяева Т.В. Потребительские свойства продуктов переработки крестоцветных масличных культур Сибирского региона. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009. 200 с.

3. Рензяева Т.В., Рензяева Т.В., Рензяев А.О., Кравченко С.Н., Резниченко И.Ю. Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения. https://doi.org/10.36107/spfp.2020.213.

4. Заявка № СтС-615848 «Разработка технологии производства эко-скрабов на основе переработки масличного сырья». Зудина Александра Романовна, Орловский ГАУ. Подана 16.03.2026.

5. Константинова И.С. Повышение эффективности переработки семян рапса путем их калибрования и удаления оболочки: дис. канд. техн. наук. Челябинск, 2002.

6. Проскурня М.А., Бурлакова Л.В., Лошкомойншов И.А. Биологические свойства пищевых волокон, полученных из жмыхов масличных культур сибирской коллекции // Аграрный вестник Урала. 2008. № 4.

Zudina A.R., Yakovleva I. V.

POTENTIAL OF RAPESEED AND SUNFLOWER BY-PRODUCTS FOR THE FOOD AND COSMETICS INDUSTRIES

Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin

Annotation: The article discusses modern approaches to waste-free processing of secondary resources of oilseeds, such as rapeseed and sunflower cake and meal. It examines the component composition of these products and their role in animal husbandry and human life. The article analyzes various applications of these products, including the production of feed proteins and cosmetics, and concludes that it is advisable to implement scientific developments and entrepreneurial initiatives as part of a sustainable development strategy and a circular economy.

Keywords: rapeseed cake, sunflower meal, waste-free production, food protein, eco-scrub.

УДК 604.4

Цыганов В.С., Горькова И.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ КАРТОФЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГЕНТАМИЦИНА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», г. Орёл

Аннотация. Проблема утилизации крахмалосодержащих отходов агропромышленного комплекса приобретает всё большую актуальность в контексте развития циркулярной экономики и импортозамещения. Картофелеперерабатывающие предприятия ежегодно генерируют значительные объёмы отходов, богатых крахмалом, которые в настоящее время не находят эффективного применения. Вместе с тем производство антибиотиков, в частности гентамицина, требует значительных затрат на питательные среды, основу которых составляют источники углерода.

Рассмотрены варианты замены углеводного источника при культивировании *Micromonospora purpurea* var. *Violacea* АС-424 и

экспериментально обоснованы составы новых питательных сред с применением доступного сырья для биосинтеза гентамицина.

Ключевые слова: гентамицин, картофельные отходы, питательные среды, биосинтез.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования были применен физико-химический анализ сырья и культуральной жидкости, включающий ферментативные методы и спектрофотометрию, а также микробиологические методы культивирования продуцента гентамицина.

В исследование были использованы следующие материалы: Micromonospora purpurea АС-424, ФЭК-56, Multiskan EX, автоклав, глюкоза, крахмал картофельный, солод белый неферментированный, аспарагиновая кислота, глутамат натрия, дрожжевой экстракт, мальт-экстракт, дозатор переменного объема 20-200 мкл, колбы Эрленмейера 50 мл, набор для количественного определения глюкозы.

В качестве продуцента гентамицина использовали штамм *Micromonospora purpurea* var. *Violacea* АС-424, предоставленный Биоресурсным центром Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов. Оптимальная температура роста штамма составляет 28–30°С, оптимальный pH — 6,8–7,2 [7].

Картофельные отходы предприятий характеризуются следующим химическим составом (% от сухого вещества): углеводы (крахмал, декстрины, моносахара) — 45–60%; клетчатка — 15–25%; азотистые соединения — 2–5%; минеральные вещества (K, P, Mg) — 3–8%. Высокое содержание крахмала делает данные отходы перспективным субстратом для микробиологического синтеза [3,5].

Скрининг источников углерода включал: нативный картофельный крахмал, глюкозу, гидролизаты крахмала (1,5 и 3,0 ч ферментативного гидролиза с использованием солода при 65°С) и мальт-экстракт. Скрининг источников азота проводили с использованием дрожжевого экстракта, глутамата натрия и аспарагиновой кислоты. Базовой средой служил ГМФ-бульон с добавлением исследуемых монокомпонентов в концентрации 2 мг/мл.

Культивирование проводили при температуре 29°С, pH 7,0, в течение 96 часов. Рост продуцента оценивали спектрофотометрически при длине волны 620 нм (спектрофотометр Thermo Scientific Multiskan EX). Степень гидролиза крахмала определяли по содержанию свободной глюкозы методом глюкооксидазного теста. Каждое измерение выполняли в трёх повторностях.

Результаты

Результаты культивирования *M. purpurea* на средах с различными источниками углерода представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика оптической плотности культуры *M. purpurea* на различных источниках углерода (OD_{620})

Компонент	0 ч	24 ч	48 ч	72 ч	96 ч
Крахмал	0,167 ± 0,008	0,526 ± 0,007	0,745 ± 0,008	0,731 ± 0,005	0,755 ± 0,005
Глюкоза	0,093 ± 0,000	0,348 ± 0,007	0,577 ± 0,002	0,597 ± 0,002	0,596 ± 0,003
Гидролизат 1,5 ч	0,236 ± 0,011	0,410 ± 0,009	0,535 ± 0,030	0,531 ± 0,007	0,523 ± 0,006
Гидролизат 3,0 ч	0,218 ± 0,008	0,401 ± 0,007	0,501 ± 0,007	0,476 ± 0,005	0,471 ± 0,007
Мальт-экстракт	0,093 ± 0,002	0,353 ± 0,005	0,452 ± 0,011	0,443 ± 0,008	0,408 ± 0,004

Результаты культивирования на средах с различными источниками азота представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика оптической плотности культуры *M. purpurea* на различных источниках азота (OD_{620})

Компонент	0 ч	24 ч	48 ч	72 ч	96 ч
Дрожжевой экстракт	0,103 ± 0,005	0,391 ± 0,006	0,513 ± 0,001	0,514 ± 0,016	0,484 ± 0,021
Глутамат натрия	0,094 ± 0,002	0,347 ± 0,006	0,449 ± 0,016	0,477 ± 0,008	0,415 ± 0,013
Аспарагиновая кислота	0,095 ± 0,007	0,282 ± 0,001	0,430 ± 0,006	0,426 ± 0,005	0,394 ± 0,009

Для объективного сравнения эффективности компонентов рассчитаны абсолютный (ΔOD) и относительный прирост биомассы (таблица 3).

Таблица 3 – Сравнительный анализ эффективности компонентов питательных сред

Компонент	OD_0	OD max	ΔOD	P отн. (%)
Крахмал	0,167	0,755	0,588	352
Глюкоза	0,093	0,597	0,504	542
Гидролизат 1,5 ч	0,236	0,535	0,299	127
Гидролизат 3,0 ч	0,218	0,501	0,283	130

Дрожжевой экстракт	0,103	0,514	0,411	399
Глутамат натрия	0,094	0,477	0,383	407
Мальт-экстракт	0,093	0,452	0,359	386
Аспарагиновая кислота	0,095	0,430	0,335	353

Результаты определения степени гидролиза крахмала и её влияния на рост продуцента представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Степень гидролиза крахмала и прирост биомассы продуцента

Образец	Концентрация глюкозы (ммоль/л)	Степень гидролиза (%)	ΔOD
Крахмал нативный	0,23	0,35	0,588
Гидролизат 1,5 ч	42,91	69,5	0,299
Гидролизат 3,0 ч	59,77	96,9	0,283

На основании результатов скрининга разработано 11 экспериментальных питательных сред с оптимальным соотношением C:N в диапазоне 16–18:1, соответствующим контрольным средам, применяемым для культивирования *M. Purpurea*, *M. echinospora* [1,2]. Составы сред и их характеристики представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Составы и характеристики разработанных экспериментальных питательных сред

№	Название	Крахмал (г/л)	Глюкоза (г/л)	Дрожжевой экстракт (г/л)	Мальт-экстракт (г/л)	Глутамат (г/л)	Кукурузный экстракт (г/л)	$CaCO_3$ (г/л)	C:N
1	Крахмал-оптимум	13	—	6	—	—	—	3	18:1
2	Базовая	10	—	5	—	—	—	2	17:1
3	С глутаматом	12	—	4	2	2	—	3	17:1
4	Комбинированная	8	3	5	—	—	—	3	18:1
5	Высокоуглеродная	15	—	7	—	—	—	3	18:1
6	Обогащённая	10	—	6	3	—	—	3	16:

									1
7	Сбалансированная	12	—	5	2	1	—	3	18:1
8	Полная	10	2	4	—	2	—	3	16:1
9	Кукурузная базовая*	10	—	5	—	—	1	2	17:1
10	Кукурузно-крахмальная*	12	—	6	—	—	2	3	17:1
11	Кукурузная обогащённая*	10	2	5	2	1	1	3	17:1

*Кукурузный экстракт не учитывается в расчёте C:N ввиду отсутствия достоверных данных о содержании углерода и азота для конкретного производителя; используется в концентрации 1–2 г/л исключительно как источник витаминов и ростовых факторов.

Обсуждение

Полученные результаты убедительно демонстрируют превосходство картофельного крахмала над другими исследованными источниками углерода. Максимальный абсолютный прирост биомассы был достигнут в средах, содержащих нативный крахмал, который на 16,7% выше, чем глюкоза. Этот эффект объясняется способностью продуцента синтезировать свои собственные амилолитические ферменты, обеспечивая постепенный гидролиз крахмала и равномерное поглощение глюкозы без эффекта катаболического ингибирования [8].

Была установлена обратная корреляция (таблица 4) между степенью предварительного гидролиза крахмала и увеличением биомассы. Предварительная ферментативная обработка сырья не только нецелесообразна, но и снижает эффективность культивирования. Это значительно упрощает технические процессы и снижает издержки производства.

Среди источников азота дрожжевой экстракт ($\Delta OD = 0,411$) показал наибольшую эффективность, превысив значение глутамата натрия на 7,8% и аспарагиновой кислоты на 19,5%. Комплексный состав дрожжевого экстракта, который включает аминокислоты, пептиды и витамины, обеспечивает полноценное питание азотом и факторами роста [4].

Использование картофельных отходов в качестве источника крахмала позволяет снизить стоимость основного углеродного компонента питательных сред в 2-3 раза по сравнению с коммерческими аналогами. Помимо экономического эффекта, такой подход предусматривает переработку отходов в агропромышленных комплексах в соответствии с принципами циркулярной экономики и программ регионального развития.

Перспективной областью будущих исследований является изучение экстракта кукурузы как стимулятора роста. Состав богат витаминами аминокислотами и микроэлементами, которые являются кофакторами и коферментами биосинтетических ферментов антибиотиков [6]. Добавление кукурузного экстракта в концентрации 1-2 грамма на литр питательной среды будет использоваться для проверки стимулирующего эффекта в будущих экспериментах.

Выводы

Исследование продемонстрировало возможность эффективного использования картофельных отходов для биосинтеза гентамицина штаммом *Micromonospora purpurea* var. *Violacea* АС-424. Нативный картофельный крахмал обеспечил максимальное абсолютное увеличение биомассы продуцента (ΔOD = 0,588), превосходя глюкозу, гидролизаты крахмала и солодовый экстракт. Установлена обратная зависимость между степенью гидролиза крахмала и ростом продуцента, что устраняет необходимость ферментативной обработки сырья и значительно упрощает технологический процесс. Среди источников азота дрожжевой экстракт определён как оптимальный компонент (ΔOD = 0,411), обеспечивающий стабильный рост культуры за счёт комплексного состава. На основании результатов скрининга разработано 11 экспериментальных питательных сред с оптимальным соотношением C:N = 16–18:1, максимально использующих доступное региональное сырьё — картофельный крахмал из отходов переработки.

Применение картофельных отходов в качестве основного источника углерода снижает себестоимость питательной среды, что обосновывает экономическую целесообразность данного подхода при промышленном производстве гентамицина. Три разработанные среды с включением кукурузного экстракта создают основу для дальнейшего исследования отходов кукурузного производства как стимулятора биосинтеза гентамицина, что открывает перспективы комплексного использования крахмалосодержащих отходов агропромышленного комплекса в соответствии с принципами циркулярной экономики.

Список литературы

1. Биоресурсный центр ВКПМ. Паспорт штамма Micromonospora purpurea АС-424. – М.: ГосНИИгенетика, 2020.

2. Биоресурсный центр ВКПМ. Паспорт штамма Micromonospora echinospora АС-420. – М.: ГосНИИгенетика, 2020.

3. Зинина, О.В. Биоконверсия отходов пищевых производств: учебное пособие / О.В. Зинина, О.П. Неверова, О.В. Горелик, Е.В. Ражина, П.В. Шаравьев. – Екатеринбург: УрГАУ, 2023.

4. Микроорганизмы в круговороте биогенных элементов. Часть 1. Азот: методические указания. – Казань: Казанский федеральный университет, 2014. – 38 с.

5. Смирнов, А.Н. Основные классы органических соединений. Часть IV. Углеводы: учебное пособие / А.Н. Смирнов, Л.И. Маркова, Н.В. Пчелинцева, Я.Г. Крылатова, И.В. Косырева. – Саратов: Изд-во СГУ, 2010. – 76 с.

6. Фоменко, И.А. Биоконверсия растительных отходов / И.А. Фоменко, Г.М. Керимова // Новые технологии. – 2022.

7. Цыганов, В.С. Особенности условий биосинтеза гентамицина / В.С. Цыганов, И.В. Горькова, Е.В. Костромичева // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 383-387.

8. Chen, X. Recent advances in the biosynthetic pathway and structural modification of gentamicin / X. Chen, R. Zou, B.-C. Qian, X. Ni, H. Xia // Frontiers in Microbiology. – 2025. – URL: https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2025.1734985/full

Tsyganov V.S., Gorkova I.V.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF USING POTATO PRODUCTION WASTE IN THE PRODUCTION OF GENTAMICIN

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel

Annotation. The problem of starch-containing waste disposal in the agro-industrial complex is becoming increasingly relevant in the context of the development of the circular economy and import substitution. Potato refineries annually generate significant amounts of starch-rich waste, which currently cannot be effectively used. At the same time, the production of antibiotics, in particular gentamicin, requires significant costs for nutrient media based on carbon sources.

Options for replacing the carbohydrate source during cultivation of Micromonospora purpurea var. Violacea AC-424 are considered, and the composition of new nutrient media using readily available raw materials for gentamicin biosynthesis is experimentally validated.

Key words: gentamicin, potato waste, nutrient media, biosynthesis.

УДК 616.98

Ермакова Н.В., Воронкова М.В., Коношина С.Н.

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ БИОСЕНСОРЫ В МЕДИЦИНЕ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. Бактериальные биосенсоры представляют собой рекомбинантные микроорганизмы, генетически сконструированные для детекции специфических аналитов с выдачей измеримого сигнала. В статье рассмотрены принципы работы целых бактериальных клеток в качестве биорецепторов, их преимущества перед классическими иммунохимическими и ДНК-диагностическими методами. Особое внимание уделено применению бактериальных биосенсоров для экспресс-диагностики инфекций, мониторинга биомаркеров воспаления, онкологических заболеваний и метаболических нарушений, а также для выявления антибиотикорезистентности. Обсуждаются текущие ограничения (безопасность, время отклика, вопросы стандартизации) и пути их преодоления, включая иммобилизацию в гидрогелях и микрофлюидные системы.

Ключевые слова: бактериальные биосенсоры, аналит, рецептор, трансдуктор, репортер, медицина, диагностика.

Классические методы лабораторной диагностики (ПЦР, ИФА, бактериологический посев) обладают высокой чувствительностью и специфичностью, однако требуют длительного времени, дорогостоящего оборудования и квалифицированного персонала. Альтернативой являются биосенсоры на основе целых живых бактерий. Такие системы сочетают уникальную селективность бактериальных рецепторов с возможностью прямой генерации оптического, электрохимического или колориметрического сигнала. Первый бактериальный биосенсор был создан в 1990-х годах на основе *Escherichia coli* с люциферазным геном, индуцируемым тяжелыми металлами. Сегодня технологии синтетической биологии позволяют программировать бактерии на детекцию практически любой молекулы-мишени, включая те, для которых нет антител или аптамеров. Работа бактериальных биосенсоров основана на скоординированной работе трех основных модулей: модуля ввода, модуля преобразования сигнала, модуля вывода. Модуль ввода (распознающий модуль, рецептор, датчик) – «антенна» биосенсора, он отвечает за восприятие внешнего сигнала (аналита) и его преобразование во внутриклеточный регуляторный сигнал. Для этого используются природные компоненты (факторы транскрипции, мембранные рецепторы) или инженерные конструкции (аптамеры, переключатели нуклеиновых

кислот). При распознавании цели чувствительные элементы активируют модуль передачи сигнала через различные механизмы: конформационные изменения, индуцированную димеризацию, условную стабилизацию или ферментативные реакции. Модуль преобразования сигнала (преобразующий модуль, трансдуктор) отвечает за конвертацию физико-химического воздействия от аналита во внутриклеточный биохимический сигнал, который способен активировать или подавлять экспрессию репортерных генов. В природных бактериальных системах часто используются такие пути, как двухкомпонентные системы (TCS), система кворума (QS) и системы хемотаксиса. Модуль вывода (выходной модуль, репортер) - преобразует обработанные внутриклеточные сигналы в обнаруживаемые и поддающиеся количественной оценке физические, химические или биологические реакции. Например, это могут быть оптические сигналы (флуоресценция, биолюминесценция) или электрохимические отклики. В медицинской практике бактериальные биосенсоры классифицируют по типу аналита, выделяя биосенсоры для детекции патогенов (вирулентные факторы, уникальные метаболиты бактерий), маркеров заболеваний человека (глюкоза, лактат, холестерин, воспалительные цитокины), антибиотиков и их остаточных концентраций, биомаркеров опухолей (протеазы, микроокружение, например, низкий pH, гипоксия). По способу регистрации сигнала они могут быть оптическими (наиболее распространены в исследованиях), электрохимическими (медиаторные системы, иммобилизация на электродах), колиметрическими (видимыми глазом - для ресурс-ограниченных условий).

Инфекционные заболевания — это группа болезней, вызываемых патогенными микроорганизмами (бактериями, вирусами, грибками, паразитами или прионами). Они способны быстро распространяться в коллективах, приводить к эпидемиям и пандемиям. Проблема инфекционных заболеваний остаётся актуальной как на уровне отдельных стран, так и на глобальном уровне. При диагностике инфекционных заболеваний традиционный посев занимает 24-72ч. Бактериальный биосенсор позволяет выявить патоген в образце мочи, крови или слюны за 1-4 ч. Например, штамм *E. coli*, несущий ген lux под контролем промотора, чувствительного к сигнальным молекулам *Pseudomonas aeruginosa* (ацил-гомосеринлактонам), выявляет наличие *P. aeruginosa* в раневом экссудате с чувствительностью 10^3 КОЕ/мл. Антибиотикорезистентность — это устойчивость микроорганизмов (преимущественно бактерий) к антибактериальным препаратам, что делает лечение инфекций менее эффективным. Это серьёзная глобальная угроза для здравоохранения, медицины и экономики.

Для мониторинга антибиотикорезистентности созданы биосенсоры, дифференцирующие метициллин-резистентный *Staphylococcus aureus*

(MRSA) от метициллин-чувствительного *Staphylococcus aureus* (MSSA). Бактерия-репортер содержит ген β-лактамазы, сцепленный с зеленым флуоресцентным белком (GFP), и промотор, реагирующий на продукты деградации β-лактамных антибиотиков. В присутствии β-лактамазной активности (признак резистентности) происходит сдвиг флуоресценции.

Еще одно важное направление - фенотипическое определение минимальной подавляющей концентрации (МПК) за 2-3 часа вместо классических 16-20 часов. Бактерии-сенсоры ко-культивируют с клиническим изолятом, при этом изменение метаболической активности сенсора (например, восстановление феноксазинового красителя резоруфина) пропорционально росту патогена в присутствии антибиотика.

Онкологические заболевания - одна из ведущих причин смертности в мире. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в 2022 году от рака умерло около 10 млн. человек. При этом многие виды рака излечимы при своевременной диагностике и правильном лечении.

Бактериальные биосенсоры находят свое применение в онкодиагностике. Опухолевое микроокружение характеризуется кислым pH (6,5-6,9), гипоксией и повышенной концентрацией протеаз. Сконструированы бактерии, например *Escherichia coli Nissle 1917 (EcN)*, которые содержат ген люциферазы под промотором, активируемым гипоксией (FNR-зависимый). После внутривенного введения мышам с метастатическими опухолями они колонизируют только гипоксические зоны, создавая биолюминесцентный сигнал, регистрируемый CCD-камерой. В клинической перспективе это можно использовать для определения локализации микрометастазов.

Сенсоры на основе бактерий в онкодиагностике могут также использоваться для визуализации и количественной оценки протеолитической активности в реальном времени. С этой целью используют бактерии (например, представители родов *Latilactobacillus, Pediococcus и Staphylococcus*), секретирующие прото-токсин, который активируется опухолевыми протеазами (например, матриксной металлопротеиназой). Это позволит осуществлять мониторинг прогрессирования опухоли или оценивать эффективность терапии.

В последние годы наблюдается рост распространённости метаболических заболеваний, особенно метаболического синдрома (МС) и связанных с ним нарушений. Эксперты ВОЗ характеризовали МС как «пандемию XXI века». Эти состояния связаны с нарушениями обмена веществ, которые повышают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, диабета 2 типа и других патологий.

Бактериальные биосенсоры используются для измерения уровня глюкозы в моче или интерстициальной жидкости. Классический подход - *E. coli* с промотором, чувствительным к глюкозе через

фосфотрансферазную систему (систему PTS). Однако более успешен вариант с имплантируемыми гидрогелями, содержащими бактерии-биосенсоры на основе люциферазы, где сигнал обратно пропорционален глюкозе (аналогично грамотрицательным конструкциям для глюкозного голодания).

Важнейшим преимуществом использования бактериальных биосенсоров в медицине является использование живых усилителей - один индуцирующий сигнал приводит к синтезу тысяч молекул репортера. Подобные биосенсоры предоставляют возможность детекции «неиммуногенных» аналитов (метаболиты, соли, антибиотики, редокс-активные молекулы), а относительно низкая стоимость культивирования и лиофилизации микроорганизмов открывает перед учеными широкие перспективы. А одновременное мультиплексирование позволяет использовать разные штаммы с разными репортерами или один штамм с несколькими промоторами, дающими разные спектры флуоресценции.

Однако, использование бактериальных биосенсоров имеет и некоторые ограничения. Одним из них является время, ведь даже быстрые биосенсоры требуют не менее 30–60 минут для синтеза репортера.

Кроме того, использование живых генетически модифицированных организмов (ГМО) требует соблюдения определённых мер контроля, включая уровни сдерживания (containment levels). Уровни определяются на основе оценки рисков, которые деятельность с ГМО представляет для здоровья человека и окружающей среды.

Уровень 1 считается наименее строгим. При работе с ГМО на этом уровне достаточно соблюдать обычные меры безопасности и гигиены, характерные для «хорошей микробиологической практики». Уровень 2 предполагает более строгие меры контроля.

С целью биобезопасности разработаны системы контролируемой летальности (например, бактерии, содержащие токсин-антитоксин пару, индуцируемую арабинозой, или «замочную» РНКазу, активируемую внешним лигандом), а также применяется физическая иммобилизация в полупроницаемых капсулах (альгинатные микросферы), которые не позволяют бактериям покидать сенсор, но пропускают аналиты и сигнальные молекулы.

Необходимо также учитывать влияние матрицы образца - компоненты крови или мочи могут подавлять биолюминесценцию или модулировать промоторы, создавая ложноположительные сигналы. А межлабораторная вариабельность из-за отличий в метаболизме штаммов создает дополнительные сложности со стандартизацией.

Перспективными направлениями, позволяющими преодолеть существующие проблемы в данной области, являются разработки:

– бумажных тест-полосок с лиофилизированными бактериями (активация добавлением воды и образца, результат визуально или через смартфон (колориметрический);

– микрофлюидных чипов с отдельными камерами для разных штаммов-сенсоров (мультиплексный анализ «одна капля крови - 10 маркеров»);

– бактериальных биосенсоров в интеллектуальных повязках для мониторинга инфицирования хронических ран;

– фаг-опосредованных биосенсоров (бактериофаги, несущие репортерные гены и лизирующие целевые бактерии с высвобождением внутриклеточной люциферазы ускоряют сигнал до 15 мин).

В вузах реализуются образовательные программы по направлениям, связанным с биотехнологией, что позволяет формировать кадры, владеющие знаниями в области микробиологии, химии, биохимии, методов иммобилизации микроорганизмов и других смежных дисциплин.

Исследователи интегрируют бактериальные биосенсоры с мобильными платформами здравоохранения, смартфонами и облачными системами. Это позволяет обеспечивать непрерывное физиологическое отслеживание и дистанционное оказание медицинской помощи через беспроводные сети в реальном времени. Такие технологии могут способствовать развитию интеллектуальных диагностико-терапевтических систем с замкнутым циклом.

Таким образом, бактериальные биосенсоры представляют собой эволюционирующую платформу, способную решить многие нерешенные задачи медицинской диагностики - от сверхраннего выявления сепсиса до неинвазивного мониторинга антибиотикорезистентности. Вероятно, в ближайшие 5-7 лет первые коммерческие бактериальные биосенсоры появятся в лабораториях POC-диагностики (Point of Care, «диагностика рядом с пациентом»), особенно в форматах «лаборатория на чипе» и одноразовых тест-полосок. При этом результаты анализа будут доступны немедленно или в короткие сроки, что помогает с постановкой диагноза и решением о необходимости клинического вмешательства.

Список литературы

1. Абдурахмонов С.А., Махкамов Ф. В., Нобутаева М. К., Уралбаев Х., Абдуразаков Х.Т. Современное значение биосенсоров в медицине // Молодой ученый. — 2024. — № 21 (520). — С. 11-14.

2. Андрюков Б.Г., Ляпун И. Н., Матосова Е. В., Сомова Л.М. Биосенсорные технологии в медицине: от детекции биохимических маркеров до исследования молекулярных мишеней (обзор) // Современные технологии в медицине. – 2020, №12(6). – С. 70–85.

3. Воронкова М.В., Ермакова Н.В. Современные образовательные технологии преподавания химии в аграрном вузе // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: материалы II Международной научно-практической Интернет-конференции. - Орел, 2023. - С. 78-80.
4. Воронкова М.В., Ермакова Н.В., Коношина С.Н. К вопросу о роли химии в системе подготовки кадров биотехнологического профиля // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: материалы IV Международной научно-практической Интернет-конференции. - Орел, 2025. - С. 70-74.
5. Коношина С.Н. Исследование инактивации тяжелых металлов биополимерами // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2018. - С. 349-352.
6. Кузнецова Е. А. Сравнение микробных биосенсоров с различным способом регистрации сигнала // Вестник науки и образования. – 2017, № 11. - С. 6–8.
7. Хизриев У. И., Беседин А. Д., Клишин И. В. Биосенсоры и их применение в медицинской диагностике // Вестник УГМУ. – 2024, №3. - С. 57–65.
8. Courbet A., Renard E., Molina F. Engineering next-generation bacterial biosensors. - Curr. Opin. Biotechnol. - 2021, 68. - P.82–91.
9. Van Melderen L., Wood T.K. Bacterial toxin-antitoxin systems as biological containment tools for biosensors. - Microb. Biotechnol. - 2020, 13(2). - P.345–358.

Ermakova N.V., Voronkova M.V., Konoshina S.N.

BACTERIAL BIOSENSORS IN MEDICINE

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin»

Abstract. Bacterial biosensors are recombinant microorganisms genetically engineered to detect specific analytes and produce a measurable signal. This article explores the principles of using whole bacterial cells as biosensors and their advantages over traditional immunochemical and DNA diagnostic methods. It focuses on the application of bacterial biosensors for rapid diagnosis of infections, monitoring biomarkers of inflammation, cancer, and metabolic disorders, as well as for detecting antibiotic resistance. Current limitations (safety, response time, and standardization issues) and their solutions, including immobilization in hydrogels and microfluidic systems, are discussed.

Keywords: bacterial biosensors, analyte, receptor, transducer, reporter, medicine, diagnostics.

УДК 57.014: 615.32: 547.9

Юшкова Е.И., Полехина Н.Н.

АНАЛИЗ СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ TÍLIA CORDÁTA

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы получения спиртовых экстрактов цветков липы сердцевидной (Tilia cordata Mill.), которые представляют интерес как биологически активные добавки для создания функциональных продуктов, в том числе для детского питания. Определено суммарное содержание флавоноидов и антиоксидантная активность экстрактов цветков липы сердцевидной.

Ключевые слова: липа сердцевидная, экстракты, биофлавоноиды, антиоксидантная активность, биологически активные добавки, функциональные продукты.

Цветки липы давно известны в народной медицине, как жаропонижающие, антибактериальные и противовоспалительные средства. В современной официальной практике их применение в основном ограничивается настоями и сборами. Промышленное производство стандартизированных экстрактов пока не так широко распространено, хотя исследования в этом направлении активно ведутся.

Экстракты из цветков липы находят применение, как в фармацевтической, так и в пищевой промышленности благодаря богатому комплексу биологически активных веществ: флавоноидов, полисахаридов, сапонинов и других.

В лекарственных средствах роль различных фитокомпозиций трудно переоценить. В фармацевтической промышленности экстракты цветков липы служат основой для создания лекарственных препаратов и биологически активных добавок (БАД). На основе полученных экстрактов разрабатывают сиропы, леденцы и другие формы, которые применяют как вспомогательное средство при лечении простудных заболеваний, для снятия нервного напряжения, а также при воспалительных процессах. Кроме того, экстракты цветков липы включают в состав биологически активных добавок, позиционируемых как средства с антиоксидантными, противовоспалительными и седативными свойствами. Препараты из лекарственных растений отличаются низкой токсичностью, мягкостью и надежностью действия, возможностью длительного их применения без риска возникновения побочных явлений [1].

Поскольку форма экстракта наиболее удобна для обогащения пищевых продуктов, в пищевой промышленности экстракты добавляют при производстве:

- напитков — как безалкогольных, так и алкогольных (включая пиво и ликёроводочные изделия);
- молочных и кисломолочных продуктов;
- сокосодержащих напитков, фруктовых, ягодных и овощных пюре.
- травяных чаёв, в том числе предназначенных для детей раннего возраста.

В комплекс действующих веществ цветков липы сердцевидной входят флавоноиды, которые обладают широким спектром биологической активности, поэтому сумма данных БАВ является перспективной субстанцией для использования в разработке научно-обоснованных технологий и рецептур овощной соковой продукции для детского питания, обогащенной ценными биологически активными веществами. В данном контексте, экстракты липы представляют особый интерес, учитывая их синергетическое действие. Комплексное действие БАВ липы и овощной основы, направленно на укрепление иммунитета, снижение воспалений и улучшение общего состояния здоровья, делает такой продукт ценным дополнением к рациону детей [2].

В качестве объекта исследования использовали высушенные цветки липы сердцевидной (*Tilia cordata Mill.*). Сбор растительного сырья производили в сухую погоду во время полного цветения, в экологически благополучных районах Орловской области в соответствии с требованием фармакопейной статьи [3].

При получении экстрактов важно обеспечить высокое содержание целевых биологически активных веществ, например, флавоноидов. При исследовании процесса экстрагирования различной полярности показано, что наилучшей экстрагирующей способностью по отношению к флавоноидам обладает спирт 70%. Было установлено, что повышение температуры при экстракции способствует увеличению выхода флавоноидов в спирто-водный экстрагент. Оптимальная температура ведения процесса 75-80°С. В таких условиях, согласно литературным данным, выход суммы флавоноидов может быть повышен в 1,6 раза по сравнению с водой очищенной [4].

Количественное определение суммарного содержания флавоноидов проводили спектрофотометрическим методом, используя реакцию комплексообразования с раствором алюминия хлорида [5]. Измерение оптической плотности проводилось на спектрофотометре «ПЭ-5300 ВИ», при длине волны 408 нм в кюветах с толщиной слоя 10 мм. В качестве стандартного образца использовали полученный экстракт без добавления раствора хлорида алюминия. Полученный результат является

усредненным аналитическим откликом всех фенольных соединений, содержащихся в объекте анализа.

Все исследования проводились в трехкратной повторности. Погрешность измерений не превышала 5%, произведенная по стандартной методике с использованием коэффициента Стьюдента.

Содержание суммы флавоноидов рассчитывали по удельному показателю поглощения рутина (190). Для оценки доброкачественности сырья по содержанию суммы флавоноидов их количество в пересчёте на рутин не должно быть меньше **1,5% [**6]. В нашем случае максимальное количество флавоноидов из цветков липы сердцевидной составило 2,25%.

Одним из важных показателей качества растительного сырья является антиоксидантная активность, которая в большой степени обусловлена наличием флавоноидов. Антиоксидантную активность (АОА) извлечений из цветков липы сердцевидной определяли по способности ингибировать аутоокисление адреналина *in vitro* и предотвращать образование активных форм кислорода [7, 8]. Оценку влияния извлечений из цветков липы сердцевидной на процесс аутоокисления адреналина проводили в течении 10 минут, поскольку в данный промежуток времени наблюдается наиболее высокая интенсивность образования продукта окисления адреналина [8]. Антиоксидантная активность исследованных образцов составила 19,55%.

Полученные данные по суммарному содержанию флавоноидов в цветках липы сердцевидной, произрастающей в Орловской области, позволили оценить их биологическую ценность и рекомендовать как источник флавоноидов. Результаты исследований позволяют говорить о перспективности разработки продуктов расширенной линейки детского питания, включающих экстракты цветков липы. Перспективность данного направления обусловлена возможностью существенного улучшения органолептических свойств продуктов и возможностью повышения их пищевой ценности. Использование в пище полифенолов может внести весомый вклад в профилактику хронических заболеваний, способствовать укреплению здоровья.

Определение этапов и параметров технологического процесса, корректировка рецептур с обоснованием технологических параметров, разработка технологии продуктов детского питания с компонентами растительного происхождения являются предметом дальнейших исследований.

Список литературы

1. Веселова Д.В., Степанова Э.Ф. Использование в современной медицине цветков липы сердцевидной // Фармация и фармакология Т. 4 № 1 (14), 2016, С.4-9.

2. Лавшук В.Д., Коренькова А.А., Вераксо Е.А Питание детей: оптимизация соковой продукции для укрепления здоровья // Техника и технология пищевых производств Могилев: БГУТ, 2025 Т. 1. - С. 58-59.

3. Правила сбора и сушки лекарственных растений: сб. инструкций. – М.: Медицина, 1985. – 328 с.

4. Медведева Т.М. Технология и стандартизация сухих экстрактов липы сердцевидной, березы повислой, смородины черной: автореферат дис. ... кандидата фармацевтических наук: 14.04.01 / Медведева Татьяна Михайловна; - С-Петербузг, 2013. - 24 с.

5. Новая методика количественного определения флавоноидов в цветках липы / Н. А. Гаврилова, М. С. Шурыгина, Е. Е. Курдюков, О. А. Водопьянова, Д. В. Кривов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – № 2 (30). – С. 5–13.

6. Веселова Д.В. Разработка ресурсосберегающей технологии липы сердцевидной цветков экстракта жидкого и лекарственных форм на его основе: автореферат дис. ... кандидата фармацевтических наук: 14.04.01 / Веселова Дарья Валерьевна; - Пермь, 2020. - 22 с.

7. Алексашина С.А., Макарова Н.В. Сравнительное изучение антиоксидантной активности, фенольных соединений и флавоноидов цветков липы сердцевидной (Tilia cordata Mill.), шалфея лекарственного (Salvia officinalis L.), донника лекарственного (Melilotus officinalis L.), листьев смородины (Ribes nigrum folia), земляники лесной (Fragaria vesca L.), винограда (Vitis labrusca), произрастающих в Самарском регионе // Химия растительного сырья. - 2019. - №3. - С. 153-159.

8. Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И., Илюшина Т.И. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина // Химия растительного сырья. – 2011. - №3. - С. 117 – 121.

Yushkova E.I., Polekhina N.N.

ANALYSIS OF ALCOHOL EXTRACTS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENTS BASED ON TÍLIA CORDÁTA

Orel State University

Abstract. The article discusses the production of alcohol extracts of heart-shaped linden flowers, which are of interest as biologically active additives for creating functional products, including those for children's nutrition. The total content of flavonoids and the antioxidant activity of heart-shaped linden flower extracts have been determined.

Key words: heart-shaped linden, extracts, bioflavonoids, antioxidant activity, dietary supplements, functional products.

УДК 612.111

Самойлова Е. А.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ КРОВИ У СТУДЕНТОВ 1 КУРСА В АДАПТАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

ООО НПО «Бетагран Семена»

Аннотация. В последние годы особое внимание уделяется проблеме адаптации студентов во время первого года обучения в высшем учебном заведении. Система крови является одним из наиболее чувствительных индикаторов происходящих изменений и первой включается в адаптационный ответ. В статье представлены данные современных исследований о динамике гематологических показателей у студентов первого курса в адаптационный период. Система эритрона оценивалась по следующим показателям: уровень гемоглобина, лейкоцитарная формула, а также гематокрит и цветовой показатель. В статье выдвигаются предположения о том, что клинический анализ крови может служить доступным и информативным инструментом оценки эффективности адаптационных процессов и раннего выявления признаков дезадаптации у первокурсников.

Ключевые слова: адаптация, студенты первого курса, клинический анализ крови, лейкоцитарная формула, гемоглобин, стресс, гомеостаз.

Поступление в высшее учебное заведение является значимым этапом в жизни каждого абитуриента. Он связан с кардинальной сменой образа жизни, социального окружения, режима труда и отдыха, а нередко — и климатогеографических условий проживания. Для студентов первого курса этот период характеризуется комплексом стрессогенных факторов: высокая умственная нагрузка, необходимость усвоения большого объема новой информации, эмоциональное напряжение в период экзаменационных сессий, изменение характера питания и сна, социальная адаптация в новом коллективе.

Совокупность данных факторов предъявляет повышенные требования к функциональным резервам организма. Эффективность адаптации во многом определяет не только успешность обучения, но и состояние здоровья студента в последующие годы. Своевременное выявление признаков напряжения адаптационных механизмов позволяет предотвратить развитие дезадаптивных состояний и связанных с ними заболеваний. Кровь является интегральным индикатором, который отражает функциональное состояние различных систем организма, а ее исследование не требует сложного инструментального оборудования и может проводиться в рамках регулярных медицинских осмотров.

Эритроциты и гемоглобин обеспечивают транспорт кислорода к тканям, и их изменения являются чувствительным индикатором адаптационных перестроек. В ряде исследований показано, что в процессе обучения у студентов наблюдается тенденция к снижению концентрации гемоглобина и среднего содержания гемоглобина в эритроците. Это явление связано с напряжением кислородно-транспортной функции крови на фоне адаптационного стресса. Показатели гемоглобина и эритроцитов у первокурсников, как правило, находятся в пределах физиологической нормы, однако их динамика может указывать на степень адаптационного напряжения.

Лейкоциты являются ключевым звеном неспецифической иммунной защиты, и их количественные и качественные изменения отражают реакцию организма на стрессовые воздействия. У студентов-первокурсников в осенний период обучения наблюдается увеличение общего количества лейкоцитов, что может свидетельствовать о напряжении иммунной системы в ответ на новые условия среды. Это указывает на усиление компенсаторно-приспособительных возможностей, направленных на стабилизацию адаптационных резервов организма.

Тромбоциты играют ключевую роль в системе гемостаза, и их количество является чувствительным индикатором стрессовых воздействий. У студентов первого курса наблюдается повышение количества тромбоцитов по сравнению со студентами старших курсов, это связано с высокой чувствительностью клеток гемостаза к стрессовым воздействиям в начальный период обучения.

Динамика гематологических показателей у первокурсников неоднородна и зависит от комплекса факторов. Ключевыми среди них являются: климатогеографические условия, характер питания, половые различия, фактор места проживания (город/село).

Клинический анализ крови у студентов первого курса является доступным и информативным инструментом мониторинга адаптационного процесса. Изменения эритроцитарных, лейкоцитарных и тромбоцитарных показателей отражают напряжение компенсаторно-приспособительных систем на разных уровнях: от клеточного до системного. Комплексный анализ гематологических показателей в режиме ежегодного мониторинга позволяет определять регуляторно-адаптивные возможности организма студентов, прогнозировать риск развития дезадаптации и своевременно принимать меры профилактики для поддержания здоровья в период обучения.

Дальнейшие исследования целесообразно направлять на разработку индивидуальных критериев оценки адаптации с учетом исходных фоновых показателей и факторов среды.

Список литературы

1. Анфиногенова О.И., Доменюк Д.А., Ивченко Г.С., Ржепаковский И.В. Морфофункциональные и психофизиологические показатели организма в мониторинге здоровья студентов с учетом адаптации к условиям образовательной среды // Сибирский научный медицинский журнал. 2024
2. Кашина Ю.В., Покровский В.М., Чередник И.Л., Бурлуцкая А.В. Комплексная оценка адаптации студентов к процессу обучения в вузе // Человек. Спорт. Медицина. – 2023.
3. Ниязалиева А.Д., Караева Р.Р., Суюнбек кызы А. Адаптация как статус для студентов начального курса обучения в высших учебных заведениях // Вестник науки и практики. 2019
4. Тарасов А. Адаптация в «Кантиане». В новом кампусе студентам будет легче привыкать к калининградскому климату // Поиск — новости науки и техники. 2024

Samoylova E. A.

CLINICAL BLOOD VALUES IN FIRST-YEAR STUDENTS DURING THE ADAPTATION PERIOD

OOO NPO Betagran Semena

Abstract. In recent years, particular attention has been paid to the issue of student adaptation during the first year of study at a higher education institution. The blood system is one of the most sensitive indicators of ongoing changes and is the first to be involved in the adaptation response. This article presents data from modern studies on the dynamics of hematological parameters in first-year students during the adaptation period. The erythron system was assessed using the following parameters: hemoglobin level, white blood cell count, hematocrit, and color index. The article suggests that clinical blood analysis can serve as an accessible and informative tool for assessing the effectiveness of adaptation processes and early detection of signs of maladaptation in first-year students.

Key words: adaptation, first-year students, clinical blood test, leukocyte formula, hemoglobin, stress, homeostasis.

РАЗДЕЛ 7. БИОТЕХНОЛОГИЯ КАК ФАКТОР ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

УДК 620.95

Ермаков Н.В., Ермакова Н.В., Воронкова М.В.

БИОГАЗОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрена биогазовая энергетика как одно из наиболее перспективных направлений использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве. Проанализированы технологические основы, мировой опыт, экономические и экологические преимущества внедрения биогазовых установок. Особое внимание уделено конкретным техническим решениям, пригодным для фермерских хозяйств. Выявлены основные барьеры, сдерживающие развитие биогазовой энергетики в России, и предложены системные меры для их преодоления.

Ключевые слова: биогазовая энергетика, сельское хозяйство, возобновляемые источники энергии, биогаз, биогазовые установки, утилизация отходов, энероэффективность.

Современное сельское хозяйство России функционирует в условиях постоянного роста цен на энергоносители: в структуре себестоимости продукции доля затрат на топливо и электроэнергию достигает 20-25 % [1]. Одновременно обостряется проблема обращения с отходами животноводства, объем которых в стране оценивается сотнями миллионов тонн ежегодно. Накопление и неэффективная утилизация навоза и помета ведут к деградации почв, загрязнению грунтовых вод и выбросам метана - газа с высоким парниковым эффектом. В этих условиях биогазовая энергетика, способная превращать органические отходы в высококачественное топливо и безопасные органические удобрения, приобретает стратегическое значение. По различным оценкам, совокупный потенциал производства биогаза в России достигает 74 млрд куб. м в год, что сопоставимо с годовым потреблением природного газа и способно обеспечить значительную долю энергетических потребностей аграрного сектора [1].

Технологической основой биогазовой установки служит метановое сбраживание - анаэробный процесс, в ходе которого микроорганизмы разлагают органическое вещество навоза, помета, растительных остатков и других субстратов с выделением горючего газа. Получаемый биогаз

содержит 50-75 % метана и 25-45 % диоксида углерода, а также небольшие количества сероводорода, азота и водорода [2]. Благодаря такому составу он может использоваться как непосредственно для сжигания в когенерационныхгазопоршневых установках, так и после доведения до качества природного газа подаваться в газораспределительные сети. Весомым достоинством технологии является и то, что перебродившая масса представляет собой готовое к внесению высокоэффективное органическое удобрение, обогащенное азотом и фосфором, что снижает потребность в минеральных туках [2].

Примером адаптированной к российским условиям разработки служит стандартная биогазовая установка с биореактором объемом 6 куб. м, ориентированная на отходы фермы крупнорогатого скота на 15-20 голов, свинофермы на 150-180 голов или птицефермы на 1500-1800 голов. Такая установка дает выход биогаза до 24 куб. м в сутки с общей теплотворной способностью около 480 тыс. кДж, что эквивалентно 17 кг топочного мазута или 48 кВт·ч электрической энергии. Кроме того, ежесуточно она производит до 0,6 т. органических удобрений [3]. Модульная конструкция позволяет объединять блок-модули в батареи, обрабатывающие отходы от 30-40 и более голов крупнорогатого скота, что делает технологию гибкой и масштабируемой под нужды хозяйства [3]. Вырабатываемые тепло-, и электроэнергия направляются на обеспечение собственных нужд фермы, а излишки могут продаваться в сеть, создавая дополнительный источник дохода.

Мировой опыт подтверждает высокую эффективность и надежность биогазовых технологий. В Германии успешно эксплуатируется более девяти тысяч биогазовых установок, которые полностью покрывают энергетические потребности многих фермерских хозяйств и целых населенных пунктов [4]. Дания за счет собственного производства биогаза удовлетворяет свыше 18 % внутреннего потребления газа [2]. В Китае реализуются проекты «умных эко-ферм» замкнутого цикла, где все производственные отходы перерабатываются в биогаз и удобрения, а цифровые системы точного земледелия и автоматизированного контроля микроклимата позволяют до 50 % экономить ресурсы по сравнению с традиционными хозяйствами [1]. В Российской Федерации успешные пилотные проекты биогазовой генерации уже действуют в Республике Татарстан и Краснодарском крае, демонстрируя возможность круглогодичной работы и окупаемости инвестиций в течение 3-5 лет [4].

Экологические и социальные выгоды от внедрения биогазовой энергетики выходят далеко за рамки простой экономии топлива. Переработка отходов в герметичных реакторах предотвращает эмиссию метана в атмосферу, что непосредственно способствует сокращению выбросов парниковых газов [2]. Ликвидируются неприятные запахи,

сопутствующие хранению навоза, и снижается бактериальное загрязнение почв и водоемов. Одновременно создаются дополнительные рабочие места: по зарубежным исследованиям, трудоемкость биогазовых технологий составляет 3,71 чел./МВт на стадии строительства и 2,28 чел./МВт при эксплуатации [2]. Доступность дешевого тепла и электричества повышает интенсивность сельскохозяйственного производства и качество жизни в удаленных районах, снижая миграцию населения [2, 4].

Однако, несмотря на очевидные преимущества, масштабное распространение биогазовых установок в России сдерживается рядом серьезных барьеров. Ключевым является экономический: высокая капиталоемкость проектов - стоимость стандартной установки может достигать нескольких миллионов рублей, а сроки окупаемости в условиях удаленных регионов, с учетом дорогой логистики, возрастают до 12 лет [5]. Существующие меры государственной поддержки, такие как субсидии и льготное кредитование, остаются недостаточными и труднодоступными для большинства фермерских хозяйств. Инфраструктурные ограничения, включая износ электрических сетей и отсутствие накопителей энергии, также препятствуют эффективной интеграции биогазовых станций в энергосистему [5].

Не менее значимы регуляторные и административные преграды. Действующее законодательство, несмотря на принятие закона «О микрогенерации» в 2021 году, сохраняет сложные и длительные процедуры подключения генерирующих объектов к сетям: для получения всех необходимых согласований фермерскому хозяйству требуется пройти до 15 инстанций, затрачивая 8-12 месяцев [5]. Отсутствие единых национальных стандартов «зеленых» сертификатов не позволяет подтвердить углеродную нейтральность продукции, что лишает экспортеров ценовой премии на внешних рынках [5]. Положение усугубляется дефицитом квалифицированных кадров и низкой осведомленностью руководителей агропредприятий: по данным опросов, 65 % из них считают возобновляемую энергетику ненадежной, и только 12 российских вузов предлагают специализированные программы подготовки [5].

Для преодоления указанных барьеров необходима комплексная государственная программа развития биогазовой энергетики, которая включала бы прямое субсидирование части капитальных затрат, предоставление долгосрочных льготных кредитов и упрощение процедур технологического присоединения к сетям. Целесообразно создание региональных центров инженерного консультирования, которые оказывали бы фермерам помощь на всех этапах - от проектирования до ввода установки в эксплуатацию [2]. Совершенствование нормативно-

правовой базы должно быть направлено на введение долгосрочных гарантий закупок электроэнергии, произведенной из биогаза, и разработку системы «зеленых» сертификатов, признаваемых на международном уровне. Реализация таких мер позволит не только повысить энергетическую безопасность и рентабельность сельского хозяйства, но и внести весомый вклад в достижение национальных целей по снижению выбросов парниковых газов.

Список литературы

1. Манойлина, С. З. Актуальные вопросы энергосбережения и использования возобновляемых источников энергии в АПК / С. З. Манойлина, А. В. Ворохобин, Н. А. Шишкин // Теория и практика инновационных технологий в АПК : материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 01 апреля – 31 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 275-279.

2. Possibilities of using biogas in agriculture / T. K. Bolyssov, Z. K. Zhanybayeva, B. S. Yessengeldin, M. K. Tuleubayeva // Bulletin of Karaganda University. EconomySeries. – 2019. – Vol. 96, No. 4. – P. 22-28.

3. Калин, В. В. Проблемы использования электроэнергии и пути решения энергосбережения в сельском хозяйстве / В. В. Калин, М. А. Мясоедова, Л. Г. Мамонова // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : Сборник научных статей 5-й Международной научно-технической конференции, Курск, 03 октября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 81-83.

4. Ющенко, В. В. Энергоэффективные технологии в сельском хозяйстве: применение возобновляемых источников энергии / В. В. Ющенко // Современные технологии и инновационные решения в области технических наук : сборник научных статей. – Москва: СИГМА, 2024. – С. 132-135.

5. Сидоров, А. Д. Основные барьеры для внедрения возобновляемых источников энергии в аграрный сектор России / А. Д. Сидоров // Аграрная наука в контексте времени: Сборник трудов LX международной научно-практической конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 12 марта 2025 года. Часть 21. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2025. – С. 158-162.

Ermakov N.V., Ermakova N.V., Voronkova M.V.

BIOGAS ENERGY IN AGRICULTURE

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin»

Abstract. The article considers biogas energy as one of the most promising directions for the use of renewable energy sources in agriculture. The technological basics, world experience, economic and environmental benefits of introducing biogas plants are analyzed. Special attention is paid to specific technical solutions suitable for farms. The main barriers hindering the development of biogas energy in Russia are identified and systemic measures to overcome them are proposed.

Keywords: biogas energy, agriculture, renewable energy sources, biogas, biogas plants, waste disposal, energy efficiency.

УДК 544.773.432

Солохина И.Ю., Гнеушева И.А.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ И АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИФЕНОЛОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ОВСЯНОЙ ШЕЛУХИ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье проведено исследование по содержанию полифенолов, фенольных кислот и антиоксидантной активности в экстрактах из шелухи овса посевного. Показана целесообразность применения ультразвуковой обработки экстрактов для максимального выхода антиоксидантов.

Ключевые слова: овес, шелуха, фенольные кислоты, антиоксидантная активность

Полифенолы являются одними из ключевых классов природных соединений, которые определяют терапевтический потенциал лекарственных растений. Их широкий спектр биологической активности и низкая токсичность обуславливают значительный потенциал этих соединений в разработке новых лекарственных препаратов [1,7].

Шелуха овса - побочный продукт агропромышленного производства, который содержит значительное количество полифенолов, обладающих антиоксидантной активностью.

В овсе, включая его шелуху, представлены различные группы полифенолов, каждая из которых обладает уникальными биохимическими и физиологическими свойствами. Одной из таких групп соединений являются фенольные кислоты. Среди них выделяются феруловая, кофейная, кумаровая, ванилиновая, синаповая, галловая и сиринговая кислоты. Феруловая кислота, как один из основных антиоксидантов среди

зерновых культур, играет ключевую роль в защите клеток от окислительного стресса [2].

Овес богат кверцетином, апигенином, кемпферолом и лютеолином — соединениями флаваноидной природы с высокой антиоксидантной активностью, которые эффективно нейтрализуют свободные радикалы и снижают воспалительные процессы.

В составе шелухи овса присутствуют уникальные низкомолекулярные соединения, представляющие собой гидроксициннамоилантранилатные алкалоиды, специфичные для овса. Авенантрамиды обладают широким спектром биологической активности, включая антипролиферативные, антиоксидантные, противовоспалительные и антиатерогенные свойства, что делает их перспективными для разработки функциональных пищевых продуктов и лекарственных средств [2].

Настоящее исследование посвящено получению и анализу экстракта полифенолов из овсяной шелухи, с использованием современных технологий для оптимизации и ускорения процесса экстракции.

Для получения экстрактов шелуха овса, предварительно измельчённая до требуемой фракции, подвергалась механической обработке с использованием специализированного мельничного оборудования. После этого измельчённый материал помещался в ёмкость с дистиллированной водой в массовом соотношении 1:10 [4,5]. Далее осуществлялась гомогенизация смеси в течение 25 минут с целью достижения равномерного распределения компонентов. В ходе гидротермической экстракции использовалась ультразвуковая обработка с применением дезинтегратора модели Sonyprep 150 MSE, что обеспечивало эффективное разрушение клеточной структуры шелухи и извлечение целевых веществ [3].

При использовании химического метода исходное вещество сначала механически обрабатывают, что включает его измельчение. Затем следует этап гидратации, где вещество вступает в реакцию с 0,2М водным раствором соляной кислоты в пропорции 1:10. После этого смесь гомогенизируют в течение 25 минут. На завершающем этапе супернатанты смешивают и концентрируют до достижения конечной влажности 60%. В итоге получают концентрат биологически активных веществ.

Для определения общей антиоксидантной емкости применялся метод DPPH (мг/г) согласно модификации. В качестве реагента использовался раствор 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH), который готовился в концентрации 0,025 грамма DPPH на 100 миллилитров этанола. 0,5 миллилитра экстракта исследуемых веществ смешали с 3,6 миллилитрами раствора DPPH и инкубировали в темном месте в течение 30 минут [6].

Концентрацию полифенольных соединений определяли методом Синглтона, применяя реактив Фолина – Чокальтеу. Фенольные кислоты в составе определяли с помощью метода, описанного в фармакопее РФ (издание XIII). Для анализа брали 0,5 мл экстракта образца и смешивали его с 0,5 мл 0,5 н. раствора соляной кислоты, 0,5 мл 1 н. раствора гидроксида натрия и 0,5 мл дистиллированной воды.

В ходе исследования фенольных соединений было выявлено, что производные гидроксибензойной и гидроксикоричной кислот обладают выраженными антиоксидантными характеристиками. Эти биологически активные компоненты, являющиеся основными составляющими полифенолов, эффективно участвуют в процессе нейтрализации свободных радикалов и ингибирования окислительного стресса. Содержание фенольных соединений в экстрактах определяли, применяя варианты воздействия ультразвуком в течение 1, 2, 3 минут при частоте воздействия 22 кГц.

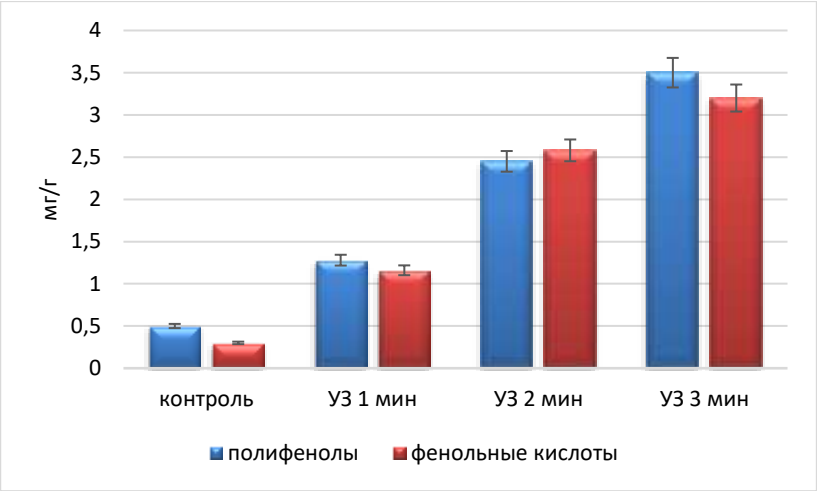


Рисунок 1 - Содержание полифенолов и фенольных кислот в экстрактах из шелухи овса, обработанных ультразвуком

Исходя из полученных данных на рисунке 1, можно сделать вывод, что наибольшие показатели по содержанию полифенолов отмечены в варианте при обработке экстракта ультразвуком в течение трех минут в условиях дезинтегратора. Максимальное содержание фенольных кислот наблюдается в варианте при воздействии ультразвуковой кавитации три минуты. Для определения антиоксидантной активности в экстракты вносили полифенольные соединения в концентрации 5 мг/мл, 10 мг/мл, 15 мг/мл, 20 мг/мл.

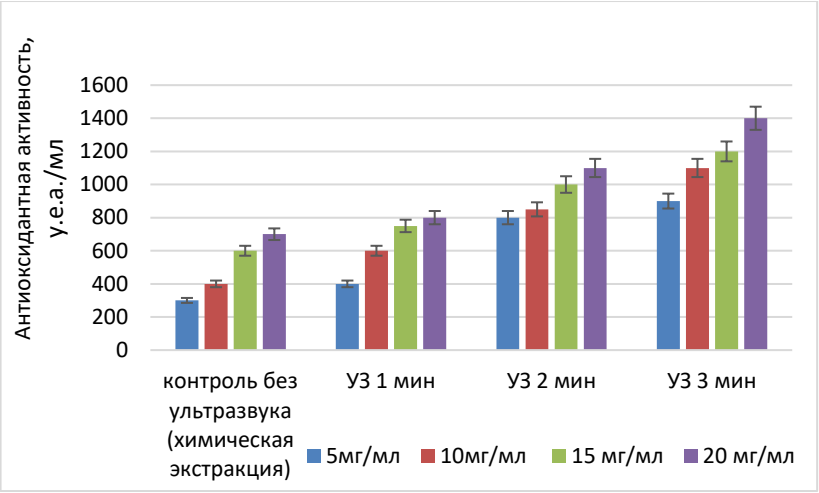


Рисунок 2 – Показатели антиоксидантной активности в экстрактах из шелухи овса

По результатам исследования установлено, что экстракты из шелухи овса обладают достаточно высокой антиоксидантной активностью (рис.2), наибольшие количественные показатели выявлены в варианте исследования с ультразвуковым воздействием в течение трех минут и концентрацией полифенолов 20 мг/мл.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что применение ультразвуковых волн существенно повышает эффективность процесса экстракции полифенольных соединений из отходов переработки овса, что имеет ключевое значение для дальнейшего развития научных исследований в указанной области.

Список литературы

1. Абдулладжанова Н.Г., Мавлянов С.М., Зиявитдинов Ж.Ф., Салихов Ш.И. Масс-спектрометрический метод установления структур новых эллаготаннинов сем. Euphorbiaceae // Материалы докладов VIII Международного Москва, 2-5 октября 2012. Н.В.Загоскина – М.: ИФР РАН; РУДН, 2012. С.6-11.

2. Попова Н.В., Потороко И.Ю., Калинина И.В., Фаткуллин Р.И., Олейникова А.В. Возможность использования ультразвукового воздействия для регулирования функциональных свойств пророщенного зерна *Avena sativa* L. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. №82(4). С.196-201. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-4-196-201

3. Солохина И.Ю., Гнеушева И.А. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов с применением ультразвуковой кавитации // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: Материалы IV Международной научно-практической Интернет-конференции, Орел, 20 марта 2025 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2025. – С. 296-300.
4. Солохина И.Ю. Влияние переработки растительного сырья на выход соединений фенольной природы // Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 27–28 февраля 2019 года / Ответственный редактор И.Я. Пигорев. Том 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2019. – С. 207-210.
5. Солохина И.Ю. Влияние способов подготовки вегетативной массы овса на выход БАВ // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV Международной научной конференции, Брянск, 09–10 апреля 2018 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2018. – С. 827-830.
6. Sales J.M., Resurreccion A.V.A. Phenolic profile, antioxidants, and sensory acceptance of bioactive-enhanced peanuts using ultrasound and UV. // Food chemistry.2010. V.122. №3. P.795–803.
7. Влияние режимов ферментации на антиоксидантную активность чайного напитка из гречихи / И. В. Горькова, Г. М. Маратова, Е. В. Костромичева, А. А. Горьков // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения : Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 391-395. – EDN ATMEXE.

Solokhina I.Yu., Gneusheva I.A.

ANALYSIS OF QUALITY PARAMETERS AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF POLYPHENOLS ISOLATED FROM OAT HUSKS

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin

Abstract. The article presents a study on the content of polyphenols, phenolic acids, and antioxidant activity in extracts from oat husks. The article demonstrates the effectiveness of using ultrasonic processing of extracts to maximize the yield of antioxidants.

Keywords: oats, husks, phenolic acids, antioxidant activity

УДК 54.064

Маркина В. М., Ишханова А. А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH И ИОННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ФОРМ В МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЕ «ПСЫЖ» ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ АНАЛИЗА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия

Аннотация. Изучен химический состав (ионный состав) минеральной воды: «ПСЫЖ». Был использован качественный химический полумикроанализ в сочетании с количественным титриметрическим методом и современным потенциометрическим методом. Известно, что химические реакции по качественному анализу не имеют высокой точности. Поэтому использовали для исследования химического состава минеральной воды количественный титриметрический метод анализа, как более доступный и недорогостоящий метод, точный, классический.

Ключевые слова: количественный титриметрический метод, качественный химический полумикроанализ, химический состав, минеральная вода: «Псыж», хлорид-ион, сульфат-ион, гидрокарбонат-ион, карбонат – ион, ионы кальция, магния, серебра.

Минеральная вода – вода, содержащая в своем составе растворённые соли, микроэлементы, а также некоторые биологически активные компоненты. Минеральные воды относятся к природным водам. Минеральные воды— сложные растворы, в которых вещества содержатся в виде ионов, недиссоциированных молекул, газов, коллоидных частиц. Они оказывают на организм человека лечебное действие, которое обусловлено повышенным содержанием полезных биологических активных компонентов, их ионным или газовым составом или общим ионно-солевым составом воды. Показателями значимости минеральных вод является общая минерализация (количество растворенных солей кальция, магния, натрия и калия), ионный состав, наличие растворенных газов, содержание органических веществ и микроэлементов, обладающих биологической активностью; радиоактивность, показатель реакции воды, характеризуемой величиной pH, температура. Показатели и признаки определяется экспериментально. Питьевые природные минеральные воды подразделяют по назначению на столовые, лечебно-столовые и лечебные, а по минерализации делят на слабоминерализованные и высокоминерализованные. Также различают воды газированные и негазированные. Минеральные природные питьевые воды, добывают из водоносных горизонтов или водоносных комплексов, защищённых от антропогенного воздействия, сохраняющих естественный химический

состав и относящиеся к пищевым продуктам, а при повышенной минерализации или при повышенном содержании определённых биологически активных компонентов оказывающие лечебно-профилактическое действие [4,7].

К минеральным питьевым лечебно-столовым водам относят воды с минерализацией от 1 до 10 г/дм или при меньшей минерализации, содержащие биологически активные микрокомпоненты. К минеральным питьевым лечебным водам относятся воды с минерализацией от 10 до 15 г/дм или при меньшей минерализации при наличии в них повышенных количеств мышьяка, бора и некоторых других биологически активных микрокомпонентов. Допускается применение лечебных вод и более высокой минерализации. В целях удовлетворения потребности населения в качественной питьевой воде в Российской Федерации организуется производство и реализация минеральных природных столовых вод.

Минеральная вода «Псыж» — лечебно-столовая газированная вода из Псыжского месторождения вод в Карачаево-Черкесской Республике. ПСЫЖ – минеральная газированная природная питьевая лечебно-столовая вода из участка Чапаевского месторождения вод в Карачаево-Черкесской республике. Вода минеральная, природная, питьевая, лечебно-столовая, сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридная, натриевая группа, под торговой маркой «Псыж» произведена ЗАО «Аквалайн» в России. Эта вода безопасна по гидрохимическим показателям. В ней не были обнаружены опасные для здоровья химические вещества, а также токсичные элементы в количествах, превышающих допустимые.
Она содержит достаточное для своей группы количество минеральных веществ и микро-/макроэлементов, а значит, окажет ожидаемый лечебный эффект при ее употреблении в соответствии с назначением врача. Вода без цвета и запаха; привкус углекислый. Осадок отсутствует. В настоящее время единственным документом, устанавливающим требования к группам воды, является ГОСТ.



Вода упакована в стеклянную бутылку, срок разложения которой составляет около 1000 лет [1,2,5,6].

Что содержит минеральная вода «ПСЫЖ»: состав (мг/л)

Гидрокарбонаты 300-900, сульфаты 400-700, хлориды 300-800,

натрий/калий 500-1000,магний менее 50, кальций менее 60,

минерализация 1,6–3.

Ход анализа. Исследования ионных форм в минеральной воде проводили качественным химическим полумикроанализом, титриметрическим методом в сочетании с потенциометрическим методом анализа- экспресс-методом. Применяли прибор иономер- И-160, который может работать в режиме измерения потенциала. Провели испытания проб минеральных вод на содержание, карбонат и гидрокарбонат-ионов, сульфат-ионов, хлорид-ионов, ионов кальция и магния. Результаты определений внесли в таблицу 1.

Таблица1. Результаты исследования на И-160 минеральной воды «Псыж»

Катионы (мг/литр)	Анионы (мг/литр)
Магний Mq2+ – 5-10	Хлориды Cl- - 500
Кальций Ca2+ - 500	Сульфат SO42- - 450
Серебро Ag+ -	Гидрокарбонат HCO3- - 400

Вывод. Исследуя вопрос о воде «Псыж», можно сделать вывод, что содержание ионных форм соответствует пределам норм. Минеральная вода исследуемого образца соответствует своему назначению и качеству. Минеральная вода «Псыж» — это активатор жизненной энергии, напиток, который дает здоровье и энергию для жизни. Источник сил и восстановления каждый день. Это - лечебно-столовая вода из Псыжского месторождения вод.

Список литературы

1.Алексеев В.Н. Качественный химический полумикроанализ, М., Химия. 1993

2.Алимарина И. П. Методы обнаружения и разделения элементов, М., Изд-во Моск. ун-та, 1984, 208 с.

3. Химическая энциклопедия т.1. – М.: Советская энциклопедия, 1988.

4.ГОСТ Р 54316-2020. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия. URL: https://docs.cntd.ru/document/564463542 (дата обращения: 24.11.2022).

5.ГОСТ 13273-88. Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200022236

6. О воде, способах её очистки и улучшения качества (минеральная вода). URL: https://o-vode.net/kakaya-byvaet/mineralnaya.

7.Способ экспресс-анализа жидких фасованных продуктов и установка для его осуществления: пат. RU2696810. Рос. Федерация; заявл. 29.12.2018; опубл. 06.08.2019, Бюл. № 22.

Markina V. M., Ishkhanova A. A.

DETERMINATION OF pH AND IONIC INORGANIC FORMS IN MINERAL WATER "PSYZ" BY CHEMICAL ANALYSIS METHODS.

FGBOU VO " Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

Annotation. The chemical composition (ionic composition) of mineral water "PSYZH" has been studied. A qualitative chemical semi-microanalysis was used in combination with a quantitative titrimetric method and a modern potentiometric method. It is known that chemical reactions in qualitative analysis do not have high accuracy. Therefore, a quantitative titrimetric method of analysis was used to study the chemical composition of mineral water, as it is a more accessible and inexpensive method that is accurate and classical.

Keywords: quantitative titrimetric method, qualitative chemical semi-microanalysis, chemical composition, mineral water: "Psizh", chloride ion, sulfate ion

РАЗДЕЛ 8. ОРГАНИЗАЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 632.08

Гагарина И.Н., Кочубеева С.В., Попова А.Ю.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ОТХОДОВ СПИРТОВОГО, ПИВОВАРЕННОГО И ДРОЖЖЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. Изучен химический состав отходов спиртового, дрожжевого и пивоваренного производства. Выявлено наличие витаминов С, Е, флованоидов и комплекса биогенных элементов: калий, магний, фосфор, железо и т.д., что дает основание полагать о возможности применения данных отходов в качестве активаторов роста и стимулятора корнеобразования сельскохозяйственных культур. Наибольшее содержание флавоноидов (89 мг/дм3) и витаминов С и Е в пшеничной барде.

Ключевые слова: дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, химический состав, отходы пивоваренного производства.

Введение. Многие предприятия, занимающиеся производством спирта дрожжей и пивоваренных продуктов, сталкиваются с такой проблемой, как переработка отходов. В последствие производственного процесса на таких предприятиях выделяется барда спиртовая, дрожжевое молоко, солодовое сусло. Как правило, на один литр спиртного напитка выделяется 13 литров барды [2].

Отходы спиртовых и дрожжевых производств нельзя сбрасывать в водоемы или канализацию, ведь это может вызвать загрязнение окружающей среды. Поэтому ведущие предприятия алкогольной продукции перерабатывают барду и получают корма для животных [4].

Переработка спиртовой барды, солодового сусла и дрожжевого молока позволяет предприятиям не только получить кормовые и пищевые добавки, но и даже снизить себестоимость продукции.

И так к преимуществам переработки отходов можно отнести:

1. Возможность снижения себестоимость вырабатываемой продукции
2. Позволяет решить экологические проблемы предприятий;
3. Сократить расходы на содержание и эксплуатацию очистных сооружений [1].

Поэтому переработка отходов – актуальный вопрос для многих предприятий не только спиртовой отрасли, но и пищевой, текстильной и других. Барда спиртовая, солодовое сусло и дрожжевое молочко является ценной с точки зрения переработки потому, что она содержит белки, клетчатку, углеводы и микроэлементы. Однако перерабатывать данный отход целесообразно на месте производства, ведь перевозить ее нерационально. Так как спиртовая барда характеризуется недлительным сроком хранения и для ее перевозки необходим специальный транспорт.

По литературным данным известно, что жидкая фаза зерновой барды содержит белки 14 аминокислот, из которых 8 являются незаменимыми, биогенные элементы, восстанавливающие сахара, аскорбиновая кислота, флавоноиды и токоферолы.

Дрожжевое молоко содержит в основном воду и меньше сухое вещество. В состав этого продукта входят: неорганические вещества, которые включают в себя фосфорную кислоту и калий, углеводы, которые состоят из полисахаридов и гликогена, азот, аминокислоты, белки и липиды. [1, 3, 5].

Ячменное сусло содержит глюкозой, фруктозой; сахарозой крахмал, гуммивещества, азотистые вещества, белки, аминокислоты, витамины, микроэлементы (цинк, марганец, медь) [2].

Целью данной работы является изучение химического состава отходов спиртового, дрожжевого и пивоваренного производства.

Материал и методика исследований. Лабораторные исследования по изучению химического состава отходов спиртового, дрожжевого и пивоваренного производства проводили на кафедре биотехнологии т химии имени професора Н.Е. Павловской в лабоаратории сельскохозяйственной биотехнологии.

В работе использовали стандартные методы физико-химического и анализа. Полученные результаты исследований обрабатывали с использованием методов математической статистики.

Результаты исследования.

В нашей работе проверен химический состав зерновой барды после получения спирта из пшеницы, дрожжевого молочка после культивирования дрожжей Saccharomyces cerevisiae. и ячменного сусла, после пивоварения.

Как следует из рисунка 1 наибольшим содержанием белка отличается дрожжевое молочко 56%, пшеничная барда содержит 46,4 % белка, а ячменное сусло 27,5%

Содержание сахаров в отходах дрожжевого, спиртового и пивоваренного производства находится практически на одном уровне.

В пшеничной барде содержание сахаров составляет 16,6%, в дрожжевом молочке – 15,3%, в ячменном сусле – 13,1%.

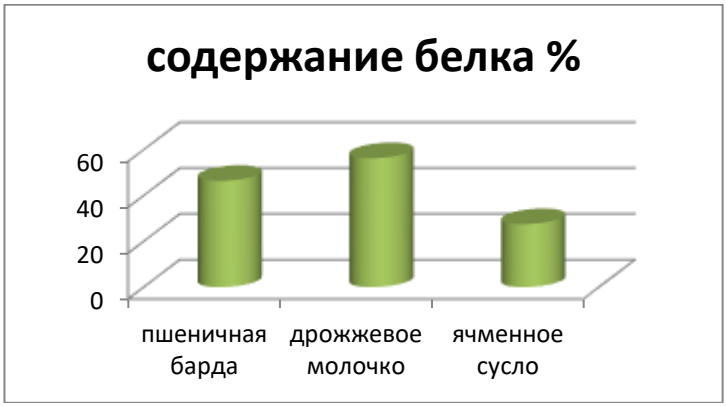


Рисунок 1. Содержание белка в отходах спиртовых и пивоваренных производств.

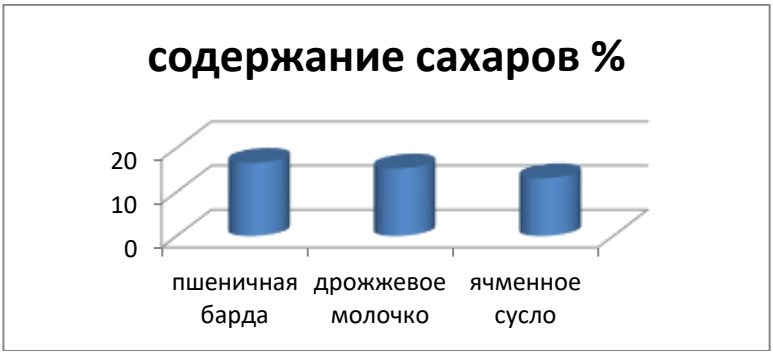


Рисунок 2. Содержание сахаров в отходах спиртовых и пивоваренных производств.

Исследования содержания углеводов показали, что в пшеничной барде содержится 4,3%, в дрожжевом молочке – 7,4%, в ячменном сусле – 3,9%.

В ходе исследования содержания витаминов в отходах спиртовых производств, было установлено, что наибольшее содержание витаминов Е 3,4 мг, % и С% преобладает в пшеничной барде. Аскорбиновую кислоту и токоферол относят к антиоксидантам, можно предположить, что барда может служить дополнительным источником витаминов для комнатных цветов и рассады.

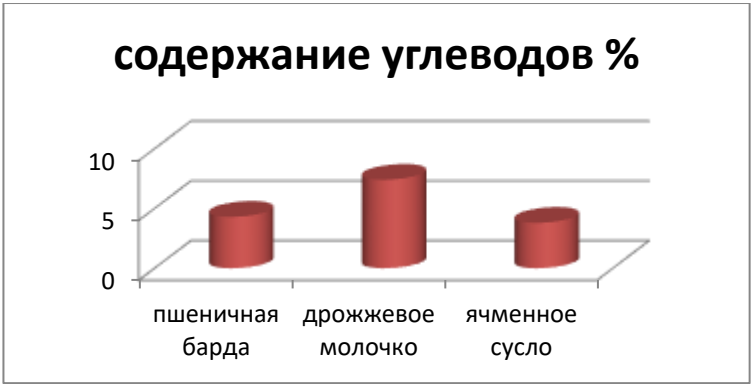


Рисунок 3. Содержание углеводов в отходах спиртовых и пивоваренных производств.

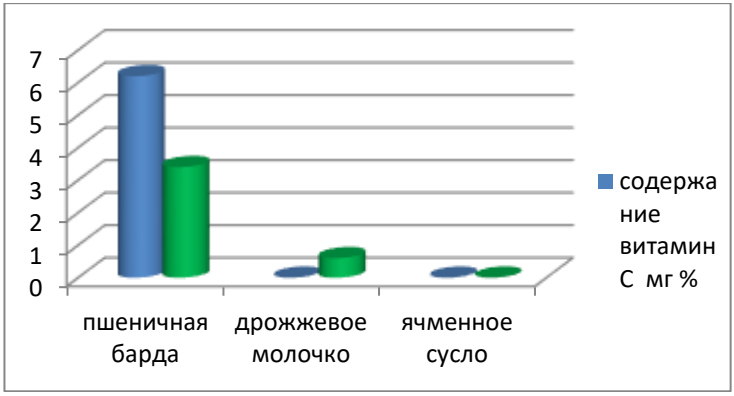


Рисунок 4. Содержание витаминов С и Е в отходах спиртовых и пивоваренных производств.

Флавоноиды — это крупнейший класс растительных полифенолов. Флавоноиды играют важную роль в растительном метаболизме и очень широко распространены в высших растениях. Они принимают участие в фотосинтезе, образовании лигнина и суберина, в качестве защитных агентов в патогенезе растений, вовлечены в регуляцию процессов прорастания семян, а также пролиферации и отмирания (путем апоптоза) клеток удлиняющихся растущих частей растений. Их многообразие объясняется тем, что в растениях большинство из них присутствует в виде соединений с сахарами — гликозидов. Сахарные остатки могут быть представлены моносахаридами — глюкозой, галактозой, ксилозой и др., а

также различными ди-, три- и тетрасахаридами. К сахарным остаткам нередко присоединены молекулы оксикоричных и оксибензойных кислот.

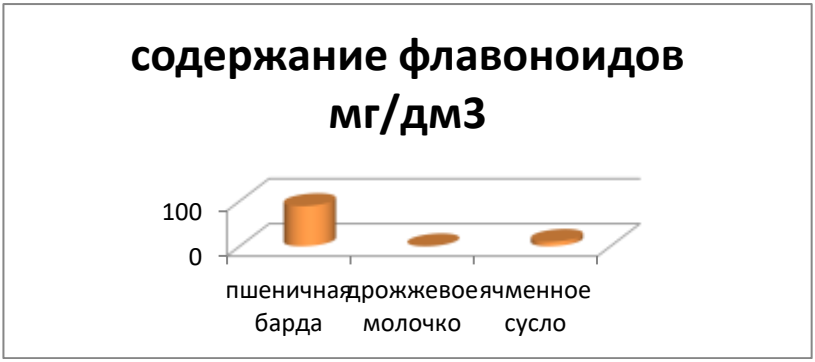


Рисунок 5. Содержание флавоноидов в отходах спиртовых и пивоваренных производств.

Как видно на рисунке 5 содержание флавоноидов в пшеничной барде составляет 89 мг/дм3, в дрожжевом молочке полифенолы данной группы не обнаруживаются, в ячменном сусле концентрация флавоноидов составляет 0,1 мг/дм3.

В ходе нашего эксперимента были проведены качественные реакции на присутствие микроэлементов в отходах спиртовых производств.

Таблица 1 - Качественные показатели содержания микроэлементов в отходах спиртовых и пивоваренных производств.

Показатели	**Пшеничная барда**	**Дрожжевое молочко**	**Ячменное сусло**
фосфор	+	+	+
калий	+	+	+
магний	+	+	+
железо	+	-	+
цинк	+	-	+
марганец	+	+	-

По данным таблицы 1 видно, что наиболее полный состав микроэлементов содержит отход спиртового производства – пшеничная барда.

Проведен сравнительный химический анализ, пшеничной барды, дрожжевого молочка и ячменного сусла. Установлено наличие витаминов

С, Е, флованоидов и комплекса биогенных элементов: калий, магний, фосфор, железо и т.д., что дает основание полагать о возможности применения данных отходов в качестве активаторов роста и стимулятора корнеобразования сельскохозяйственных культур.

Выявлено наибольшее содержание флавоноидов (89 мг/дм3) и витаминов С и Е в пшеничной барде.

Список литературы

1. Авшистер В.А. Химический состав кормовых дрожжей, выращенных на непищевых отходах сельскохозяйственного производства: Автореф., дис.канд. биол. наук. Оренбург, 2012. - 120 с.

2. Бабьева И.П. Биология дрожжей / И.П. Бабьева, И.Ю. Чернов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 221 с.

3. Сафроненко Л.В. Производство кормовых продуктов с использованием микробного синтеза // Молочная промышленность. -2017.- №4. С. 18-19.

4. Швед В.Н. и др. Рост дрожжей на послеспиртовой барде. // Микробиологический журнал. 2015. - Т. 45. - №4. - С. 51-54.

5. Гнеушева, И. А. С. Использование суммы биофлавоноидов для интенсификации роста дрожжей Saccharomycescerevisiae при получении кормовой биомассы / И. А. С. Гнеушева, И. Ю. Солохина // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения : Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Орел, 27 ноября 2025 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2025. – С. 103-108. – EDN UKRLVO.

Gagarina I. N., Kochubeyeva S.V., Popova A.Yu.

STUDY OF WASTE FROM ALCOHOL, BEER, AND YEAST PRODUCTION

Orel state agrarian University named after N. V. Parakhin

Abstract: The chemical composition of waste from alcohol, yeast, and brewing production has been studied. The presence of vitamins C, E, flavonoids, and a complex of biogenic elements, such as potassium, magnesium, phosphorus, iron, etc., has been identified, suggesting that these wastes can be used as growth activators and root formation stimulants for agricultural crops. Wheat pomace contains the highest amount of flavonoids (89 mg/dm3) and vitamins C and E.

Key words: дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, химический состав, отходы пивоваренного производства.

УДК 579.676

Ереп А.Д., Кириленко К.И., Гагарина И.Н., Новикова И.С., Молчанова А.Р.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ BACILLUS SUBTILIS

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», г. Орёл

Аннотация. В условиях импортозамещения возрастает интерес к микробным источникам промышленных ферментов для мясопереработки. В работе изучена возможность культивирования продуцента на доступных растительных субстратах, разработаны подходы к выделению ферментного препарата и проанализировано его действие на мясное сырьё. Установлено, что протеазы сенной палочки обеспечивают контролируемый гидролиз белковых структур с сохранением пищевой ценности продукта и улучшением его функционально-технологических свойств.

Ключевые слова: ферментация, субтилизин, сенная палочка, ферменты, протеолитическая активность.

В настоящее время отечественная мясная промышленность активно использует ферментные препараты растительного, животного и микробного происхождения, среди которых широкому изучению подвержены протеолитические ферменты микроорганизмов.

Ферменты — это биологические катализаторы. Они катализируют тысячи химических реакций, из которых слагается метаболизм микроорганизма. В настоящее время известно около двух тысяч ферментов. Ферменты синтезируются самой микробной клеткой и имеют сложное строение.

Микроорганизмы рода *Bacillus subtilis* представляют собой спорообразующие грамположительные почвенные бактерии. Эти бактерии способны синтезировать большое количество полезных микробиологических соединений, в том числе и белки, что делает их важными производителями промышленных ферментов. Кроме того, она имеет прекрасные физиологические характеристики и высоко адаптируемый метаболизм, что позволяет легко культивировать ее на дешевых субстратах [1].

Одним из известных протеолитических ферментов микробного происхождения является субтилизин — это высокоактивная сериновая протеиназа (фермент), впервые выделенная из бактерий *Bacillus subtilis* (сенная палочка). Бактерия использует его для расщепления белков в окружающей среде.

Цель данной работы заключается в изучении протеолитической активности *Bacillus subtilis*.

В рамках настоящего исследования были использованы два варианта ферментной обработки опытного сырья: 1) контрольный вариант – фермент химотрипсин, 2) анализируемый образец – микробный Субтилизин. В качестве продуцента протеолитического фермента была использована сенная палочка (*Bacillus Subtilis*), полученная в лабораторных условиях (рис. 1).

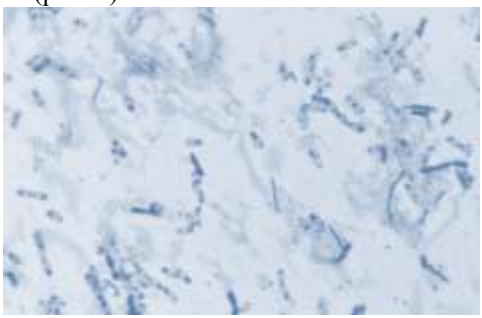


Рисунок 1 - Препарат *Bacillus subtilis* (увеличение ×1000), окраска по Граму.

Посевной материал сенной палочки размножали на фасолевой питательной среде в чашках Петри в термостате 5 суток.

Глубинную ферментацию проводили на лабораторном ферментере INFORS Minifors объемом 5 л в течение тринадцати суток. В качестве субстрата использовали полусинтетическую питательную среду, включающую в себя: среду Чапека без агара и глюкозы – 2000 мл; свекловичную мелассу (патоку) – 60 г; отруби пшеничные – 100 г; измельченную солому пшеницы яровой, ячменя или гречихи (соответственно эксперименту)– 300 г.

Выделение фермента Субтилизин из культуральной жидкости проводили прямым осаждением фермента и центрифугированием, далее очищали при pH 4,5 - 4,7 и температуре 30 - 32°С.

Сырьем для исследования протеолитической активности *B. subtilis* были куриные лапы, которые первоначально размельчали на гомогенизаторе. Ферментативную обработку проводили в водном растворе фермента. В этих целях нужную дозу препарата растворяли в воде в соотношении 1:1 и данным раствором обрабатывали размельченное сырье. Концентрация фермента была выбрана из исследуемого ряда 0,01, 0,05 и 0,10 к массе сырья.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Воздействие ферментативной обработки на куриные лапы

Показатели	Химотрипсин			Протеолитические ферменты *Bacillus subtilis*		
	0,01	0,05	0,10	0,01	0,05	0,10
Белок в фильтрате, мг/см^3	3,7	9,4	11,1	2,2	3,1	3,6
Потеря белка, % от исходного количества	1,69	3,62	5,11	0,98	1,18	1,95
Массовая доля влаги в ПФО, %	76,1	77,8	77,9	77,00	77,8	79,1

Сравнение действия химотрипсина и протеаз *Bacillus subtilis* показало, что химотрипсин обладает высокой протеолитической активностью: при концентрации 0,10% потери белка достигли 5,11%, а содержание белка в фильтрате — 11,1 мг/см³. Протеазы сенной палочки действовали мягче: даже при той же концентрации потери белка составили всего 1,95%, а содержание белка в фильтрате — 3,6 мг/см³. При этом оба фермента повышали влагосодержание полуфабриката, причём протеазы *B. subtilis* обеспечили максимальный показатель — 79,1%. Таким образом, ферменты сенной палочки, несмотря на меньшую активность, позволяют минимизировать потери белка и одновременно улучшить водоудерживающую способность продукта, что делает их предпочтительными для технологий, где важно сохранить пищевую ценность сырья.

Полученные данные свидетельствуют, что микробные протеазы *B. subtilis* обеспечивают сбалансированный, контролируемый гидролиз белковых структур с минимальным ущербом для пищевой ценности сырья и одновременно улучшают его водоудерживающую способность. Учитывая доступность культивирования продуцента на недорогих субстратах и отсутствие этических ограничений, характерных для животных ферментов, субтилизин представляет собой технологически и экономически выгодную альтернативу для отечественной мясной промышленности, особенно в производстве продуктов, где критически важно сохранение белковой ценности и улучшение текстурных свойств.

Список литературы

1. Антипова, Л. В. Использование пробиотической микрофлоры для получения продуктов на основе биомодификации сырья мясной промышленности / Л. В. Антипова, А. В. Гребенщиков, Н. Н. Казаков // Известия вузов. Пищевая технология. — 2012. — № 2–3. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-probioticheskoy-mikroflory-dlya-polucheniya-produktov-na-osnove-biomodifikatsii-syrya-myasnoy-promyshlennosti (дата обращения: 27.01.2026).
2. Микробная ферментация [Электронный ресурс] // Propionix : [сайт]. — Режим доступа: https://propionix.ru/mikrobnaya-fermentatsiya (дата обращения: 20.01.2026).
3. Павлов, А. Г. Амилолитическая активность изолятов бактерий Bacillus subtilis, выделенных из микробиоты диких животных / А. Г. Павлов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 2022. — Т. 52, № 5. — С. 130–135. — DOI: 10.26898/0370-8799-2022-5-16.

Erep A.D., Kirilenko K.I., Gagarina I.N., Novikova I.S., Molchanova A.R.

STUDY OF THE PROTEOLYTIC ACTIVITY OF BACILLUS SUBTILIS

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Orel

Abstract. In the context of import substitution, there is increasing interest in microbial sources of industrial enzymes for meat processing. The study investigates the possibility of cultivating the producer on available plant-based substrates, develops approaches for isolating the enzyme preparation, and analyzes its effect on meat raw materials. It has been established that proteases of Bacillus subtilis ensure controlled hydrolysis of protein structures while preserving the nutritional value of the product and improving its functional and technological properties.

Keywords: fermentation, subtilisin, Bacillus subtilis, enzymes, proteolytic activity.

РАЗДЕЛ 9. СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 577.21

Солохина И.Ю., Гнеушева И.А.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БИОИНФОРМАТИКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРО ФИЛЯ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье отмечена роль биоинформатики и её методов, которые активно применяются в биотехнологическом образовании и исследованиях для помощи в обработке больших объёмов данных о биообъектах, моделировании биологических процессов и разработке новых биотехнологических решений.

Ключевые слова: биоинформатика, биотехнология, нуклеотидные последовательности, ген, ДНК

Биоинформатика представляет собой междисциплинарную область, объединяющую биологические науки и информатику. В последние годы в научном сообществе наблюдается тенденция к использованию термина «вычислительная биология» как синонима биоинформатики. Эта дисциплина приобрела особую актуальность благодаря реализации международного проекта "Геном человека [4].

Биоинформатика интегрирует достижения биологии, компьютерных наук и информационных технологий, формируя целостную методологическую платформу. Она охватывает широкий спектр биомедицинских направлений, включая геномику, транскриптомику, протеомику, генетику и эволюционную биологию. Основная задача биоинформатики заключается в систематизации и анализе биологических данных с целью получения новых знаний и выявления фундаментальных закономерностей, лежащих в основе биологических процессов [4].

В последние годы наблюдается стремительное развитие биотехнологической отрасли, что обусловлено значительными достижениями в таких областях, как молекулярное моделирование, диагностика заболеваний, фармацевтика, здравоохранение, судебная экспертиза и сельское хозяйство. Эти достижения оказывают существенное влияние на экономику и социальное развитие, что, в свою очередь, обусловлено высоким уровнем доверия общества к

биотехнологиям. В результате биоинформатика демонстрирует выдающиеся успехи среди биологических наук.

Биоинформатика играет ключевую роль в ускорении научно-исследовательских процессов в биотехнологии. Ее методы применяются для автоматизации процессов секвенирования генома, идентификации генов и предсказания их функций, анализа структуры белков, филогенетических исследований, разработки лекарственных препаратов, идентификации организмов, создания вакцин, а также изучения сложности генома и белков. Эти технологии позволяют эффективно реализовывать масштабные проекты, включая картирование генома человека и других биологических объектов. Ожидается, что будущие инновации в биоинформатике будут соответствовать потребностям и требованиям биотехнологической отрасли [2].

Биоинформатика стремится к обработке и систематизации обширных данных о живой природе. Для достижения этой цели активно применяются математические методы [2].

В основе биоинформатики лежит фундаментальное положение о том, что биополимеры, такие как молекулы нуклеиновых кислот и белков, могут быть эффективно представлены в виде последовательности дискретных цифровых символов. Это позволяет формализовать структуру и функциональные характеристики данных макромолекул с высокой степенью точности. Более того, для описания мономеров аминокислотных и нуклеотидных цепей требуется лишь ограниченное число алфавитных знаков, что существенно упрощает их математическое и компьютерное моделирование.

Как известно, геном человека состоит из молекул ДНК, общая длина которых составляет 3×10^9 нуклеотидов. Отдельные хромосомы содержат от 50 до 250 миллионов нуклеотидов. В процессе высокопроизводительного секвенирования ДНК разделяется на короткие фрагменты (от 50 до 200 нуклеотидов), последовательность которых можно автоматизировать. В результате формируются большие массивы данных, состоящие из расшифрованных последовательностей, которые частично или полностью совпадают. Для восстановления полного генома необходимо решить обратную задачу: собрать из этих фрагментов полную нуклеотидную последовательность каждой хромосомы [1].

Важным критерием при изучении биотехнологических дисциплин является поиск данных по различным биологическим объектам. Среди многообразия баз данных наиболее обширной является NCBI (*National Center for Biotechnology Information* – Национальный центр биотехнологической информации) [3].

NCBI стремится к разработке инновационных информационных технологий для изучения молекулярных и генетических процессов как в

здоровом, так и в патологически измененном организме. В рамках этой миссии учреждение ставит перед собой конкретные задачи, включая создание автоматизированных систем для эффективного хранения и анализа биологической информации. Особое внимание уделяется совершенствованию передовых методов обработки данных и обеспечению упрощенного доступа пользователей к специализированным базам данных и программным инструментам. Кроме того, NCBI активно координирует международные усилия по сбору и интеграции биотехнологических данных, что способствует созданию глобального информационного ресурса для научных исследований [3].

Кроме того, NCBI поддерживает GenBank — базу данных, содержащую последовательности ДНК.

База данных GenBank предназначена для обеспечения доступа научного сообщества к самой актуальной и полной информации о последовательностях ДНК. На рисунке 1 показано графическое отображение нуклеотидных последовательностей на примере микроорганизма *E.coli*

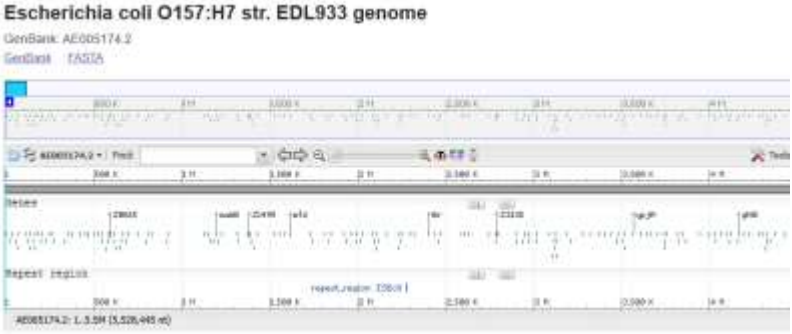


Рисунок 1 – Веб-страница нуклеотидной последовательности ДНК *E.coli* базы данных GenBank

На рисунке показан участок генома бактерии *Escherichia coli* O157:H7 str. EDL933 (GenBank: AE005174.2), визуализированный с помощью специализированного биоинформатического инструмента, указана общая длина нуклеотидных пар, номера позиций или идентификаторы генов, присутствуют обозначения других генов и регуляторных элементов, отмечен регион с повторяющейся последовательностью, содержащий ISEc9. Используя инструменты биоинформатических программ можно на данном примере определить местоположения генов (таких как mfd и trpR) и их связь с повторяющимися элементами генетического материала, распространение мобильных генетических элементов (например, ISEc9), которые играют

ключевую роль в эволюционных изменениях и патогенности микроорганизмов, структурные изменения (дупликации и инверсии) в областях с высокой степенью гомологии.

Применяя NCBI возможно проанализировать 3D-модель белкового комплекса, идентифицированного по PDB-коду 6ZY9 (рис.2), представляет собой додекамерную (12-субъединичную) структуру, полученную методом криоэлектронной микроскопии микроорганизма *E.coli.*

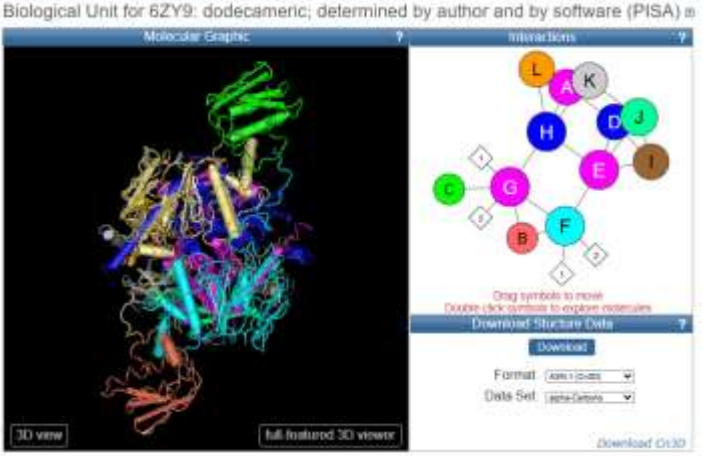


Рисунок 2 – Веб-страница 3D-модели белкового комплекса

Структурная модель включает: 12 белковых молекул, обозначенных буквами: A, D, I, J, K, L, B, C, F, G, E, H. 4 небелковые молекулы: фосфоаминофосфоновая кислота-аденилат эфир (2 молекулы); ионы магния (2 молекулы).

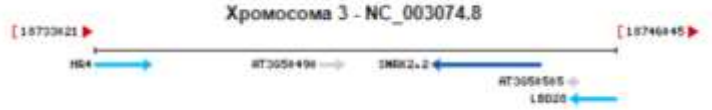


Рисунок 3 – Веб-страница схема участка хромосомы 3 генома растения *Arabidopsis thaliana* (NCBI)

На изображении представлена схема участка хромосомы 3 генома растения *Arabidopsis thaliana* (модельного объекта в ботанике), с референсной последовательностью NC_003074.8. Показаны положения нескольких генов и их взаимное расположение на хромосоме. Из представленной схемы следует, что левая граница -позиция 18733021 (отмечена красной стрелкой), правая граница -позиция 18746045 (красная

стрелка). Это координаты на референсной последовательности хромосомы. HR4 (синяя стрелка влево) — ген, расположенный у левой границы участка. AT3G50490 (серая стрелка вправо) — ген, находящийся между HR4 и SNRK2.2.

Серые стрелки вправо указывают на гены, транскрибируемые в направлении от 5’ к 3’. Данная схема применяется в геномике для следующих целей: анализа генетического контекста, то есть взаимного расположения генов; разработки стратегии проведения полимеразной цепной реакции или секвенирования, включая определение местоположения праймеров; исследования функциональной кластеризации генов в определенном участке хромосомы.

Таким образом, методы биоинформатики позволяют анализировать огромный массив биологических данных, которые можно использовать в различных направлениях биотехнологии, таких как, геномика для секвенирования и идентификации генов. В протеомике и структурном анализе белков методы бионформатики помогают предсказывать трёхмерную структуру белков, анализировать взаимодействия белков с лигандами, изучать посттрансляционные модификации белков, влияющие на их активность, моделировать фолдинг. Для транскриптомики инструменты биоинформатики позволяют анализировать данные РНК-секвенирования в процессе изучения экспрессии генов в разных условиях, идентифицировать дифференциально экспрессируемые гены (например, при стрессе, инфекции, воздействии токсинов). При изучении метаболики проводить анализ метаболических путей и метаболитов. В фармакоинформатике важен поиск поиска мишеней для лекарственных препаратов (анализ белковых структур, взаимодействий). Синтетическая биология и генетическая инженерия использует методы биоинформатики используются длядизайна синтетических геномов и генетических конструкций.

Биоинформатика играет ключевую роль в сфере биотехнологического образования и научных исследований. Её применение позволяет: ускорять разработку инновационных продуктов, таких как фармацевтические препараты, ферменты и генетически модифицированные организмы; оптимизировать технологические процессы, включая культивирование и ферментацию; прогнозировать эффекты генетических модификаций, обрабатывать большие объемы данных с высокой степенью точности, интегрировать знания из различных областей биологии и химии.

В связи с этим владение навыками биоинформатики приобретает критическое значение для специалистов в области биотехнологий, медицины, сельского хозяйства и экологии.

Список литературы.

1. Афонников Д.А., Иванисенко В.А. Биоинформатика: метод во главе угла // Наука из первых рук. 2013. №1 (49).
2. Баксанский О.Е. Биоинженерия и биоинформатика: конвергентные технологии // Сеченовский вестник. 2015. №1 (19). С.50-55.
3. Введение в биоинформатику: учеб. пособие [по курсу «Биоинформатика и информационная биотехнология» для студентов направления подготовки 051401 «Биотехнология», в т. ч. иностр. студ.] / А. Н. Огурцов. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 208 с.
4. Kumar A., Chordia N. Role of Bioinformatics in Biotechnology//Res Rev Biosci. 2017. №12(1):116.

Solokhina I.Yu., Gneusheva I.A.

BIOTECHNOLOGICAL METHODS OF PROCESSING GRAIN RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF SUGARS

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin

Abstract. The article highlights the role of bioinformatics and its methods, which are actively used in biotechnology education and research to help process large amounts of data about biological objects, model biological processes, and develop new biotechnology solutions.

Keywords: bioinformatics, biotechnology, nucleotide sequences, gene, DNA.

УДК 378.147

Воронкова М.В., Ермакова Н.В., Коношина С.Н.

ИГРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ В АГРАРНОМ ВУЗЕ

ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрено применение игровых технологий в преподавании химии в аграрном вузе.

Ключевые слова: игровые технологии, химия, аграрное образование, профессиональные компетенции.

Химия является одной из фундаментальных дисциплин для подготовки специалистов агропромышленного комплекса. Знание химических процессов, протекающих в почве, растениях и продуктах животноводства, необходимо для эффективного управления

сельскохозяйственным производством, обеспечения качества и безопасности продукции, а также решения экологических проблем.

Однако традиционные методы обучения химии в аграрных вузах часто сталкиваются с проблемой недостаточной мотивации студентов, не осознающих непосредственной связи между теоретическими знаниями и будущей профессиональной деятельностью. В связи с этим, внедрение игровых технологий представляется перспективным направлением повышения эффективности обучения и формирования компетенций, востребованных в АПК.

В связи с этим целью исследований являлось теоретическое обоснование и апробация методики использования игровых технологий при обучении химии в аграрном вузе.

В контексте аграрного образования, наиболее перспективными представляются следующие образовательные технологии:

Симуляторы химических анализов почвы и растений. Програмное обеспечение, позволяющее студентам проводить виртуальные анализы, интерпретировать результаты и оценивать влияние различных факторов на плодородие почвы и качество продукции.

Онлайн викторины. Использование платформ для проведения интерактивных викторин, ориентированных на проверку химических знаний.

Ролевые игры и кейс-стади. Разработка сценариев, в которых студенты играют роли биотехнологов, агрономов или специалистов по защите растений, решают реальные производственные задачи и принимают решения на основе знаний в области химии.

Геймификация лабораторных работ. Внедрение игровых элементов (баллы, рейтинги, награды) в процесс выполнения лабораторных работ, стимулирующих студентов к более тщательному выполнению заданий и анализу результатов.

Для оценки использования игровых технологий в преподавании химии в аграрном вузе было проведено эмпирическое исследование в рамках курсов по общей и неорганической химии. В исследовании приняли участие 20 студентов, разделенных на контрольную и экспериментальную группы.

Контрольная группа. Обучение проводилось традиционными методами (лекции, лабораторные работы).

Экспериментальная группа. В учебный процесс были интегрированы: симуляторы для химических анализов воды (виртуальная лаборатория по определению pH и карбонатной жесткости); онлайн викторины (проведение коротких викторин для проверки усвоения материала по химии элементов).

Результаты исследований показали, что студенты экспериментальной группы продемонстрировали более высокие результаты по итогам семестра (средний балл 4,8, против 3,9 в контрольной группе). Кроме того, анализ данных опроса показал, что студенты экспериментальной группы отмечали более высокий уровень мотивации, вовлеченности в учебный процесс и осознания практической значимости изучаемой дисциплины.

Таким образом, игровые технологии представляют собой эффективный инструмент для повышения мотивации и формирования профессиональных компетенций у студентов аграрных вузов.

Дальнейшее развитие и внедрение в образовательный процесс игровых технологий позволит подготовить высококвалифицированных специалистов, способных эффективно решать задачи в агропромышленном комплексе.

Список литературы

1. Воронкова М.В. Из опыта преподавания химии. В сборнике: Химические элементы - основа жизни. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 33-35.

2. Воронкова М.В. К вопросу преподавания периодического закона в курсе общей и неорганической химии В сборнике: Периодическая таблица химических элементов: теория и практика преподавания. Материалы межвузовского научно-практического семинара. 2019. С. 11-13.

3. Ермакова Н.В. Проблемное обучение в химии в сборнике: передовые научно-технические проекты в биотехнологии. Материалы I Национальной научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2022. С. 289-292.

4. Ермакова Н.В. Формирование профессиональных компетенций у обучающихся при подготовке и проведении деловой игры В сборнике: Инновации в образовании. Материалы VII Международной научно-практической конференции. 2015. С. 144-148.

5. Коношина С.Н. Применение активных методов обучения химии в высшей школе. В сборнике: Научные исследования - сельскохозяйственному производству. Материалы II Международной научно-практической Интернет-конференции. Орел, 2023. С. 205-208.

6. Коношина С.Н. Формирование компетенций специалиста-агрария при изучении химических дисциплин В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. Материалы XV Всероссийского (с международным участием) научно-практического семинара. Орёл, 2021. С. 190-194.

Voronkova M.V., Ermakova N.V., Konoshina S.N.

GAME TECHNOLOGIES IN TEACHING CHEMISTRY AT AN AGRARIAN UNIVERSITY

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University N.V. Parakhin»

Abstract. The article discusses the use of gaming technologies in teaching chemistry at an agricultural university.

Key words: gaming technologies, chemistry, agricultural education, professional skills.

УДК 378:004:57

Ивушкина Н.В., Трудко А.В.

СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрены современные образовательные технологии, применяемые в подготовке специалистов в области биотехнологии. Проанализированы возможности использования цифровых платформ, интерактивных методов обучения и практико-ориентированного подхода в образовательном процессе. Особое внимание уделено внедрению дистанционных и смешанных форм обучения, а также использованию виртуальных лабораторий и симуляторов. Показано, что интеграция инновационных образовательных технологий способствует повышению качества подготовки специалистов, формированию профессиональных компетенций и адаптации выпускников к требованиям современного рынка труда.

Ключевые слова: образовательные технологии, биотехнология, дистанционное обучение, цифровые платформы, виртуальные лаборатории, компетенции, интерактивное обучение

Современное развитие науки и технологий требует качественно нового уровня подготовки специалистов, особенно в таких междисциплинарных областях, как биотехнология. В условиях цифровизации образования особую актуальность приобретает внедрение современных образовательных технологий, направленных на формирование профессиональных компетенций и практических навыков обучающихся. [1]

Одним из ключевых направлений является использование цифровых образовательных платформ, позволяющих организовать доступ к учебным материалам, обеспечить интерактивное взаимодействие между преподавателем и студентами, а также проводить контроль знаний в онлайн-формате. Применение таких платформ способствует индивидуализации обучения и повышает его эффективность. [2]

Важную роль в подготовке специалистов играет внедрение интерактивных методов обучения, включая кейс-методы, проектную деятельность и проблемно-ориентированное обучение. Эти подходы направлены на развитие критического мышления, способности к самостоятельному анализу и принятию решений, что особенно важно для будущих специалистов в области биотехнологии. [3]

Особое значение в образовательном процессе приобретают виртуальные лаборатории и симуляторы, которые позволяют моделировать сложные биотехнологические процессы без необходимости использования дорогостоящего оборудования (Рисунок 1). Это дает возможность студентам отрабатывать практические навыки в безопасной и контролируемой среде.[4]



Рисунок 1 - Использование виртуальных лабораторий в обучении биотехнологии

Кроме того, широкое распространение получили дистанционные и смешанные формы обучения, которые позволяют сочетать традиционные

методы преподавания с онлайн-технологиями. [5] Такой формат обеспечивает гибкость образовательного процесса и доступность образования для различных категорий обучающихся.

Интеграция современных образовательных технологий в учебный процесс способствует повышению качества подготовки специалистов, формированию у них профессиональных и цифровых компетенций, а также готовности к работе в условиях быстро меняющегося рынка труда. Таким образом, использование инновационных подходов в образовании является необходимым условием развития современной системы подготовки кадров в области биотехнологии.

Список литературы

1. Полат Е.С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие / Е.С. Полат. – М.: Академия, 2020. – 368 с.

2. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В.П. Беспалько. – М.: Педагогика, 2019. – 192 с.

3. Нетрусов А.И. Введение в биотехнологию: учебник для вузов / А.И. Нетрусов. – М.: Академия, 2021. – 288 с.

4. Чхенкели В.А. Биотехнология: учеб. пособие / В.А. Чхенкели. – СПб.: Проспект науки, 2018. – 308 с.

5. Андреев А.А. Дистанционное обучение: сущность, технологии, организация / А.А. Андреев. – М.: Юрайт, 2021. – 256 с.

Ivushkina N.V., Trudko A.V.

MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN TRAINING SPECIALISTS IN THE FIELD OF BIOTECHNOLOGY

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University N.V. Parakhina»

Abstract. The article examines modern educational technologies used in the training of specialists in the field of biotechnology. The possibilities of using digital platforms, interactive teaching methods, and a practice-oriented approach in the educational process are analyzed. Particular attention is paid to the implementation of distance and blended learning formats, as well as the use of virtual laboratories and simulators. It is shown that the integration of innovative educational technologies contributes to improving the quality of specialist training, the formation of professional competencies, and the adaptation of graduates to the requirements of the modern labor market.

Key words: educational technologies, biotechnology, distance learning, digital platforms, virtual laboratories, competencies, interactive learning

УДК 69.002.5

Панютина А.А., Панютина А.А., Горбатенко А.И.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты применения технологии цифровых двойников в инженерном образовании. Анализируются подходы к интеграции цифровых двойников в образовательные программы, их влияние на формирование профессиональных и цифровых компетенций студентов. Особое внимание уделяется методам внедрения цифровых двойников в образовательные программы инженеров-строителей, рассматриваются перспективы развития инженерного образования на основе цифровых платформ. Приводятся примеры успешного использования цифровых двойников в вузах и школах, обсуждаются вызовы и пути их преодоления.

Ключевые слова: цифровой двойник, инженерное образование, цифровизация, моделирование, виртуальная реальность, система интернета вещей, Revit, ArchiCAD.

В условиях стремительного развития цифровых технологий происходит существенная трансформация инженерного образования. Современные инженеры должны обладать не только фундаментальными знаниями, но и навыками работы с цифровыми инструментами. Они должны анализировать большие объёмы данных и принимать решения в условиях неопределённости.

Одним из наиболее перспективных направлений цифровизации строительной отрасли и архитектурного проектирования является технология цифровых двойников зданий.

Под цифровым двойником понимается виртуальная модель физического объекта или системы, которая обновляется в режиме реального времени на основе данных, поступающих от сенсоров и других источников [1]. В образовательном процессе цифровой двойник становится не только инструментом обучения, но и средой для формирования у студентов навыков, востребованных на рынке труда.

Цифровой двойник позволяет приблизить обучение к реальным условиям профессиональной деятельности, обеспечить интеграцию теории и практики, развить у студентов навыки работы с современными программными комплексами.

Цель статьи - комплексный анализ использования цифровых двойников при подготовке будущих инженеров-строителей, выявление их

педагогического потенциала, а также оценка перспектив внедрения данной технологии в образовательные программы.

В статье анализируются теоретические основы, опыт внедрения и перспективы использования цифровых двойников в подготовке инженеров нового поколения.

Цифровой двойник здания - это не просто 3D-модель, а динамическая информационная система, отражающая все этапы жизненного цикла объекта: от проектирования и строительства до эксплуатации и реконструкции [2]. Связь между физическим и цифровым объектом осуществляется посредством датчиков, систем интернета вещей (IoT) и аналитических платформ. Это обеспечивает непрерывное обновление модели и возможность прогнозирования поведения системы.

В образовательном процессе цифровой двойник может быть реализован как учебная BIM-модель с расширенными функциями или виртуальная лаборатория для проведения экспериментов, а также как платформа для проектной и исследовательской деятельности [1]. Студенты, использующие цифровые двойники зданий, могут изменять параметры модели и наблюдать за последствиями в режиме реального времени. Они могут тестировать разные варианты решений, анализировать последствия и выбирать оптимальные действия. Можно воспроизвести нестандартные и аварийные сценарии, которые очень сложно воспроизвести в классических лабораториях [2]. Студенты интегрируют знания из архитектуры, строительства, информационных технологий, экономики и экологии.

В образовательной практике чаще всего используются гибридные модели цифровых двойников. Они используются на стадии проектирования, применяются в процессе функционирования объекта и ориентируются на анализ будущих состояний системы.

Для успешного внедрения цифровых двойников в учебный процесс инженеров-строителей необходимо сначала модернизировать учебные планы, включив дисциплины по BIM, IoT, анализу данных. Также необходимо предоставить студентам доступ к специализированному программному обеспечению (Revit, ArchiCAD, Renga, Digital Twin Platform). Целесообразнее всего будет организовать проектную деятельность на базе реальных или учебных объектах [2].

Использование цифровых двойников приводит к изменению традиционной модели обучения инженеров-строителей. Студенты переходят от пассивного усвоения знаний к активному обучению, усиливается роль практических заданий, внедряется проектно-ориентированное обучение. Студенты активно взаимодействуют с моделями и анализируют результаты, развивая мышление и цифровую грамотность. Особую роль играет развитие способности к принятию

решений на основе моделирования, что является ключевым требованием современной инженерной практики.

Использование виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) делает обучение более наглядным и интерактивным. Студенты «погружаются» в систему, взаимодействуют с объектами, а облачные платформы дают им доступ к цифровым двойникам из любой точки, позволяя работать совместно нескольким студентам.

Московский государственный строительный университет (МГСУ) и Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ) применяют цифровые двойники в обучении. Эта технология позволяет студентам моделировать объекты, процессы и системы в виртуальной среде, что улучшает понимание сложных концепций и практическую подготовку.

Использование цифровых двойников на курсах архитектуры в МГСУ позволило улучшить навыки пространственной визуализации у студентов. Учащиеся смогли создавать реалистичные и подробные проекты с помощью этой технологии без риска для реальных объектов.

В СПбГАСУ цифровые двойники используются на курсе «Информационное моделирование в архитектурной реставрации с применением продуктовой линейки "nanoCAD" и технологии "CADLib Проект"».

В одной из школ (ЖК «Большое Путилково», Россия) реализован цифровой двойник инженерных систем. В здании установлено более 300 датчиков, данные с которых поступают в режиме реального времени. Учащиеся могут наблюдать за работой системы искусственного интеллекта и анализировать полученные данные. Такой подход делает обучение наглядным и прикладным, а школьники получают опыт работы с реальными инженерными системами.

Использование цифровых двойников в инженерном образовании сталкивается с определенными трудностями. Высокая стоимость программного обеспечения и оборудования, а также необходимость повышения квалификации преподавателей делает это направление уязвимым [3]. Ни каждый вуз сможет себе это позволить. Но решение есть, нужно развивать направление государственно-частного партнёрства с IT-компаниями, создавать открытые образовательные платформы и библиотеки цифровых моделей, организовывать курсы повышения квалификации для преподавателей. В итоге мы получаем высоко подготовленных специалистов, снижаем затраты на оборудование, обеспечиваем обучающихся инженеров-строителей безопасной средой для экспериментов, даем им возможность моделировать самые сложные процессы.

Использование цифровых двойников в инженерном образовании представляет собой важный шаг в направлении цифровой трансформации образовательных систем. Данная технология обеспечивает высокий уровень практической подготовки студентов, способствует развитию профессиональных навыков, позволяет адаптировать обучение к требованиям современной промышленности [4, с.302].

Несмотря на существующие ограничения, потенциал цифровых двойников остаётся значительным. Их внедрение позволит повысить конкурентоспособность выпускников и обеспечить соответствие образовательных программ требованиям цифровой экономики.

Цифровые двойники зданий становятся неотъемлемой частью инженерного образования XXI века. Их внедрение позволяет готовить специалистов, способных эффективно работать в условиях цифровой экономики, принимать обоснованные решения и внедрять инновации в строительную отрасль [5]. Они делают обучение интерактивным, практико-ориентированным и максимально приближенным к реальным условиям будущей профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Крюков К.М., Шаповалов А.В. Использование технологии цифровых двойников в строительстве [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2022. - №5. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tehnologii-tsifrovyh-dvoynikov-v-stroitelstve/viewer.
2. Рамблер/личные финансы [Электронный ресурс] / Цифровые двойники в строительстве. Эффективность, проблемы и перспективы. – 2025. – Режим доступа: https://finance.rambler.ru/business/54507678-tsifrovye-dvoyniki-v-stroitelstve-effektivnost-problemy-i-perspektivy/, свободный.
3. Коротеев Д.Д., Ким А.А., Васютин А.О. Перспективы применения цифровых двойников в строительной отрасли [Электронный ресурс] // Вестник Евразийской науки. – 2024. – Том 16. - №2. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-tsifrovyh-dvoynikov-v-stroitelnoy-otrasli/viewer.
4. Сибирский Федеральный университет [Электронный ресурс] / Тенденции развития цифровых двойников в строительстве. Данилович Е.В., Гаврилов А.А. – 2024. - Режим доступа: https://research.sfu-kras.ru/publications/publication/74489316, свободный.
5. SAREX [Электронный ресурс] / Цифровой двойник в строительстве: мониторинг, безопасность, прозрачность. – Режим доступа: https://www.sarex.io/media/articles/cifrovoy-dvoynik-dlya-monitoringa-bezopasnosti-i-prozrachnosti-processov-v-stroitelstve, свободный.

6. Горбатенко, А. И. Учебный процесс. Применения инновационных методов обучения / А. И. Горбатенко // Проблемы развития современного общества: сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, Курск, 22 января 2021 года. Том 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 326-330. – EDN CAOLRZ.

7.Павленко, Т. Г. Организация практической подготовки студентов аграрного вуза / Т. Г. Павленко, А. И. Горбатенко // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: Материалы II Международной научно-практической Интернет-конференции, Орел, 23 марта 2023 года. – Орел: Издательство Картуш, 2023. – С. 350-354.

Panyutina A.A., Panyutina A.A., Gorbatenko A.I.

USING DIGITAL DOUBLETS IN TRAINING CONSTRUCTION ENGINEERS

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The article discusses the theoretical and practical aspects of using digital twins' technology in engineering education. It analyzes approaches to integrating digital twins into educational programs and their impact on the development of students' professional and digital competencies. Special attention is given to the methods of introducing digital twins into the educational programs of civil engineering students, and the prospects for developing engineering education based on digital platforms are considered. Examples of successful use of digital twins in universities and schools are provided, and the challenges and ways to overcome them are discussed.

Keywords: digital twin, engineering education, digitalization, modeling, virtual reality, Internet of Things, Revit, ArchiCAD.

69.002.5

Хаецкий И.А., Горбатенко А.И.

ВИРТУАЛЬНАЯ СТРОЙПЛОЩАДКА: КАК VR И AR МЕНЯЮТ ПОДГОТОВКУ ПРОРАБОВ И АРХИТЕКТОРОВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. Статья посвящена анализу применения технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности в системе среднего профессионального и высшего архитектурно-строительного образования. Автор доказывает, что внедрение «виртуальных стройплощадок»

позволяет преодолеть разрыв между теоретической подготовкой и практическими навыками, обеспечивая принципиально новый уровень безопасности, наглядности и экономической эффективности обучения.

Ключевые слова: современные образовательные технологии, VR, AR, строительное образование, цифровой двойник, безопасность труда, проектное обучение.

Подготовка квалифицированного прораба, архитектора или инженера-строителя традиционно включает два компонента: аудиторные лекции (сопромат, материаловедение, СНиПы) и учебную практику на реальном объекте. Однако именно со вторым компонентом сегодня возникают серьезные проблемы. Во-первых, это **техника безопасности**: допуск неопытного студента на действующую стройку связан с высокими рисками травматизма. Во-вторых, **логистика**: выезд группы из 25 человек на удаленный объект требует транспорта, спецодежды, времени на инструктаж. В-третьих, **методологическая проблема**: на реальной стройке студент обычно выполняет роль пассивного наблюдателя («отойди, не мешай бригадиру»), а не активного решальщика задач.

Именно здесь на помощь приходят технологии виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности, которые все активнее внедряются в ведущие строительные колледжи и вузы (от Московского ГСУ до региональных ресурсных центров WorldSkills).

Технология виртуальной реальности позволяет создать **полный цифровой двойник** строящегося объекта – от фундамента до кровли. Студент надевает VR-шлем (например, HTC Vive или Oculus Quest) и оказывается на виртуальной стройке, где может:

- **Безопасно исследовать опасные зоны** (край котлована, зона работы башенного крана, высотные леса). Система фиксирует нарушение ТБ и мгновенно выдает ошибку.
- **Находить дефекты**, заложенные преподавателем в сценарий: неправильный перевязку кирпичной кладки, отсутствие гидроизоляции, пересечение вентиляции с электропроводкой.
- **Осваивать последовательность работ** (что сначала: стяжка или перегородки? А как правильно завести арматуру в стакан фундамента?).

Кейс из практики: В Белгородском строительном колледже студентам 3-го курса дают задание: «За 20 минут найти на виртуальной стройплощадке 15 нарушений СНиП 12-04-2002». Причем ошибка в VR стоит не сломанной руки или штрафа, а только балла в рейтинге. Зато, выйдя на реальную стройку на практике, эти студенты уже автоматически сканируют пространство – их мозг натренирован.

Если VR полностью погружает в искусственный мир, то дополненная реальность (AR) накладывает цифровую информацию на реальное пространство. Для строительного образования это дает не менее мощные инструменты.

Пример для архитектора-проектировщика: Студент наводит планшет с камерой на пустой макет комнаты (или реальное помещение в мастерской). На экране он видит, как прямо в воздухе «висят» виртуальные трубы водоснабжения и электрокабели в соответствии с его проектом. Он может руками «пройти» сквозь стену и проверить: не пересекаются ли каналы вентшахты с балками перекрытия? Это обучение **поиску коллизий** – навыку, за который в реальном проектировании платят отдельные BIM-менеджеры.

Пример для отделочника / прораба: Задание – установить маячки для штукатурки с точностью до 5 мм. Студент наводит AR-очки (например, Microsoft HoloLens) на голую стену и видит прямо на ней разметку: где сверлить, на какой высоте держать уровень. Первые 5 раз он делает это с подсказкой, потом – без. Эффект «цифрового тренажера» сокращает время вхождения в профессию в 2-3 раза.

Опыт пилотных групп (Московский колледж архитектуры и строительства №7, Казанский строительный техникум) показывает:

Таблица 1 – Опыт пилотных групп

Показатель	**Традиционное обучение**	**С использованием VR/AR**
Ошибки при чтении чертежей у младших курсов	30-40%	8-10%
Время адаптации на первой стажировке	2-3 недели	3-4 дня
Интерес к предмету "Охрана труда" (скучная тема)	Низкий	Очень высокий (игровая форма)
Расход материалов на пробные работы	Реальный (гипс, кирпич, фанера)	Нулевой (все виртуально)

Проблемы, конечно, тоже есть. Во-первых, стоимость оборудования (хороший VR-шлем + мощный ПК – от 150 тысяч рублей за одно место). Во-вторых, нужны преподаватели, умеющие писать сценарии для VR-тренажеров (или нанимать программистов). И в-третьих, некоторым студентам свойственна "VR-болезнь" (укачивание), поэтому сессии должны быть не дольше 15-20 минут.

Технологии VR и AR не должны полностью заменять реальную практику на стройке – кирпичи руками класть и бетон мешать все равно

надо. Но они способны стать идеальным **тренировочным полигоном** между лекционной теорией и опасным/дорогим реальным объектом.

Виртуальная стройплощадка позволяет будущему прорабу совершить 100 ошибок в безопасности, 50 ошибок в чтении чертежей и 30 раз неправильно выставить опалубку – и при этом никто не пострадает, ни один материал не будет испорчен, а главное – из каждого неправильного действия студент сделает правильный вывод. Именно такой подход отвечает требованиям современных образовательных технологий: практико-ориентированность, безопасность, индивидуализация и игровая мотивация.

Список литературы

1. Лысиков К. Г. Инновационные подходы к обучению строителей и дизайнеров с применением технологий дополненной и виртуальной реальности (AR и VR) / К. Г. Лысиков // Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы, инновации : электронный сборник статей V Международной научной конференции, Новополоцк, 27 октября 2023 г. / Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой ; редкол.: Д. Н. Лазовский (председ.) [и др.]. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, 2024. – С. 476–479.
2. Тиханова М. Г. Применение иммерсивных технологий в строительном колледже по предмету «Охрана труда» / М. Г. Тиханова // Молодой ученый. – 2025. – № 49 (600). – С. 646–648. – Режим доступа: https://moluch.ru/archive/600/130851
3. Разумнова Е. А. Использование виртуальной и дополненной реальности в преподавании инженерной графики: педагогический аспект / Е. А. Разумнова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2025. – № 7. – С. 147–150. – DOI: 10.37882/2223–2982.2025.07.32.
4. Воронина М. В. Дополненная реальность в обучении начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике: систематический обзор и опыт российских преподавателей / М. В. Воронина, З. О. Третьякова, Е. Г. Кривоножкина // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2019. – Т. 15, № 12. – С. 1–17.
5. Ли Ш. Обучение с использованием расширенной реальности (XR) в строительной отрасли: обзор содержания / Ш. Ли, Ц.-Ч. Ван, Х.-Х. Вэй, Ц.-Х. Чэнь // Buildings. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 414. – DOI: 10.3390/buildings14020414.
6. Гусейнов Г. М. Влияние VR/AR-тренажеров на травматизм и повышение квалификации работников опасных профессий / Г. М.

Гусейнов // Экономика и предпринимательство. – 2025. – № 5. – С. 118–122. – DOI: 10.24412/2411-0450-2025-5-118-122.

Khaetskiy I.A., Gorbatenko A.I.

VIRTUAL CONSTRUCTION SITE: HOW VR AND AR ARE CHANGING THE TRAINING OF FOREMEN AND ARCHITECTS

N.V. Parakhin Oryol State Agrarian University

Abstract. This article analyzes the use of virtual (VR) and augmented reality (AR) technologies in secondary vocational and higher education in architecture and construction. The author demonstrates that the implementation of "virtual construction sites" bridges the gap between theoretical training and practical skills, providing a fundamentally new level of safety, visibility, and cost-effectiveness for training.

Keywords: modern educational technologies, VR, AR, construction education, digital twin, occupational safety, project-based learning.

УДК 372.863

Недоруб Е.Ю.

БИОТЕХНОЛОГИЯ КАК ОДНО ИЗ КЛЮЧЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ОБУЧЕНИЯ В АГРОКЛАССАХ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассматривается роль биотехнологии как одного из приоритетных направлений обучения в агроклассах современной школы. Анализируются цели, задачи и содержание образовательных программ, направленных на формирование у школьников профессиональных компетенций в области биотехнологий и агропромышленного производства. Особое внимание уделено практическим аспектам обучения, профориентации, интеграции теоретических знаний и современных технологий, а также влиянию агроклассов на развитие кадрового потенциала АПК России.

Ключевые слова: биотехнология, агроклассы, агрообразование, профессиональная ориентация, школьное образование, агропромышленный комплекс.

В условиях стремительного развития науки и технологий, а также роста значимости продовольственной безопасности, вопросы подготовки квалифицированных кадров для агропромышленного комплекса выходят на первый план. Одним из эффективных инструментов решения этой

задачи становится создание и развитие агроклассов в системе школьного образования, где биотехнология занимает ключевое место среди направлений подготовки.

Биотехнология — это междисциплинарная область знаний, изучающая возможности использования живых организмов, их систем или продуктов жизнедеятельности для решения технологических задач, в том числе создания новых сортов растений, производства экологически чистых продуктов, разработки методов диагностики и лечения заболеваний, а также повышения эффективности сельского хозяйства.

В агропромышленном комплексе биотехнологические методы применяются для: селекции высокопродуктивных и устойчивых к болезням сортов растений; производства биологических средств защиты растений; создания новых кормовых добавок и ветеринарных препаратов; переработки сельскохозяйственного сырья с использованием ферментов и микроорганизмов.

Основная цель создания агроклассов — это ранняя профессиональная ориентация школьников на специальности, востребованные в АПК, и формирование у них практических навыков работы с современным оборудованием и технологиями. В агроклассах чаще всего реализуются два основных профиля: «Агротехнологии» (точное земледелие, современные методы растениеводства) и «Биотехнологии и пищевое производство» (использование живых организмов для создания безопасных и качественных продуктов питания) [1].

Во втором случае школьники изучают основы биологии, химии, генетики, микробиологии, а также современные методы селекции и генной инженерии. Учащиеся осваивают: методики производства кисломолочных продуктов, сыров, растительных альтернатив; работу с лабораторным оборудованием; проведение биотехнологических экспериментов (например, клонирование растений, ферментация).

В ряде школ используются комплексы подводной робототехники, теплицы, аквариумы для аквакультуры, что позволяет формировать у школьников навыки исследовательской работы и применения инноваций в АПК. Обучение в агроклассах влияет на развитие кадрового потенциала и профессиональную ориентацию. Знакомство с профессиями биоинженера, технолога пищевого производства, эксперта по качеству продукции способствует осознанному выбору будущей специальности. Участие в конкурсах, проектных работах и экспериментах позволяет школьникам приобретать опыт научной деятельности и развивать креативное мышление [2].

В различных регионах России (например, в Башкирии, Карелии, Подмосковье, в том числе в Орловской области) открыты агроклассы,

оснащённые современным оборудованием. Выпускники таких классов становятся востребованными специалистами и поступают в ведущие аграрные вузы страны. Развитие сети агроклассов с углублённым изучением биотехнологий — стратегическая задача для обеспечения продовольственного суверенитета России и повышения престижа аграрных профессий среди молодёжи [3].

Таким образом, биотехнология как направление обучения в агроклассах способствует формированию у школьников современных компетенций, необходимых для инновационного развития АПК. Интеграция теории и практики, использование передового оборудования и ранняя профориентация обеспечивают подготовку высококвалифицированных кадров для будущего сельского хозяйства России.

Список литературы

1. Недоруб, Е. Ю. Агроклассы как элемент системы непрерывного образования и профориентации молодежи / Е. Ю. Недоруб // Трансформация национальной научной школы России: от идеи к реализации: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Волгоград, 28 февраля 2026 года. – Уфа: ООО "Аэтерна", 2026. – С. 97-99.

2. Недоруб, Е. Ю. Приоритетные тематические направления для реализации дополнительных общеобразовательных программ естественно - научной направленности в аграрных классах / Е. Ю. Недоруб // Модернизация и трансформация научной деятельности в эпоху цифровых технологий: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Самара, 01 марта 2026 года. – Уфа: ООО "Аэтерна", 2026. – С. 70-72.

3. Недоруб, Е. Ю. Создание и функционирование агроклассов в системе естественно - научного образования: социальный аспект / Е. Ю. Недоруб // Модели и методы повышения эффективности инновационных исследований: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 15 марта 2026 года. – Уфа: ООО "Аэтерна", 2026. – С. 99-101.

Nedorub E. Yu.

BIOTECHNOLOGY AS ONE OF THE KEY AREAS OF EDUCATION IN AGRICULTURAL CLASSES

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. The article considers the role of biotechnology as one of the priority areas of study in agricultural classes of a modern school. The goals,

objectives and content of educational programs aimed at forming professional competencies in the field of biotechnology and agro-industrial production among schoolchildren are analyzed. Particular attention is paid to the practical aspects of training, career guidance, integration of theoretical knowledge and modern technologies, as well as the influence of agricultural classes on the development of the human resources of the agro-industrial complex of Russia.

Key words: biotechnology, agricultural classes, agricultural education, vocational guidance, school education, agro-industrial complex.

УДК 54.064

Барабанов А.И., Грязнов М.А., Ярован Н.И.

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РН И ИОННЫХ ФОРМ НЕОРГАНИЧЕСКИЙ ВЕЩЕСТВ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация: Потенциометрический метод анализа базируется на измерении электродвижущей силы гальванического элемента, возникающей при контакте электродов с исследуемой средой. Физико-химическая концепция метода опирается на уравнение Нернста, связывающее величину измеряемого потенциала с термодинамической активностью ионов в растворе. В рамках определения показателя pH анализируется активность ионов водорода, что служит ключевым индикатором кислотно-основных свойств системы. Использование широкого спектра ионоселективных электродов позволяет идентифицировать специфические ионные формы неорганических веществ. Данный аналитический подход дает возможность исследовать состояние неорганических компонентов в условиях динамического равновесия, учитывая процессы гидролиза и образования комплексных соединений. Потенциометрия обеспечивает высокую избирательность измерений без разрушения структуры анализируемого образца или изменения его химического состава. Метод характеризуется высокой чувствительностью к малым изменениям концентрации ионов и быстрым временем отклика сенсорных систем. Получаемые данные позволяют детально описывать поведение неорганических соединений и их трансформацию в жидких фазах. Потенциометрические измерения являются эффективным средством получения достоверной информации о распределении различных форм элементов в сложных многокомпонентных системах. Стабильность и воспроизводимость результатов делают этот метод основным инструментом для исследования физико-химических характеристик электролитов.

Ключевые слова: уравнение Нернста; ионоселективные электроды; активность ионов; ионные формы; потенциометрия.

Термодинамические основы потенциометрического метода Фундамент потенциометрического анализа покоится на регистрации равновесных электродных потенциалов, возникающих на границе раздела фаз «электрод - раствор». В отличие от вольтамперометрических методов, потенциометрия протекает в отсутствие значимого внешнего тока, что позволяет минимизировать поляризационные эффекты и сохранить исходное термодинамическое состояние системы. Электродвижущая сила (ЭДС) измерительной ячейки представляет собой разность потенциалов между индикаторным электродом, чувствительным к определенному компоненту, и электродом сравнения, потенциал которого остается константой в заданных условиях [1].

Связь между потенциалом и активностью ионов в растворе математически выражается уравнением Нернста. Однако при работе с реальными системами необходимо учитывать коэффициенты активности, которые зависят от общей ионной силы раствора. Согласно теории Дебая-Хюккеля, взаимодействие между ионами в электролите приводит к отклонению их поведения от идеального, что требует введения поправочных величин при переходе от активности к концентрации [2].

Потенциометрический метод уникален тем, что он дает прямой отклик именно на активность ионов, что является критически важным для расчета химических равновесий и констант скорости реакций.

Измерение pH является наиболее сложным процессом с точки зрения межфазных взаимодействий. Стеклянный электрод, выступающий в роли основного сенсора, представляет собой систему с ионообменной мембраной. При погружении электрода в раствор на поверхности стекла образуется гидратированный гелевый слой. В этом слое происходит обмен ионов лития или натрия, содержащихся в структуре стекла, на ионы водорода из внешней среды [3].

Формирующийся потенциал обусловлен не переносом электронов, а распределением зарядов на границе «стекло - раствор». Важной теоретической надстройкой над уравнением Нернста в данном случае является уравнение Никольского, которое учитывает не только активность протонов, но и мешающее влияние ионов щелочных металлов в сильнощелочных средах [4]. Понимание этих механизмов позволяет дифференцировать истинное значение pH от артефактов, вызванных «щелочной ошибкой» или деградацией гидратированного слоя мембраны. Активность ионов водорода определяет состояние всех неорганических форм веществ, участвующих в процессах гидролиза, что делает pH-метрию базовым этапом любого химико-аналитического исследования.

Электрохимическая диагностика ионных форм неорганических веществ. Идентификация форм существования элементов (специация) в растворе является сложной задачей, которую потенциометрия решает через селективность ионоселективных электродов (ИСЭ). В неорганических системах металлы часто присутствуют не в виде свободных гидратированных катионов, а в форме различных комплексов с анионами или молекулами растворителя. ИСЭ реагируют исключительно на свободную, не связанную в комплексы форму иона [5].

Механизм селективности обеспечивается природой мембраны. В твердофазных электродах (например, лантан-фторидном) селективность диктуется дефектами кристаллической решетки, через которые могут перемещаться только ионы определенного радиуса и заряда. В жидкостных и полимерных мембранах решающую роль играют ионофоры - специфические лиганды, способные избирательно связывать целевой ион в липофильной фазе мембраны [6]. Это позволяет определять термодинамическую активность свободных ионов в присутствии их комплексных форм, что необходимо для расчета констант устойчивости и построения диаграмм распределения неорганических компонентов.

Влияние процессов комплексообразования и гидролиза на аналитический сигнал:

В водных растворах неорганические вещества подвергаются ступенчатому гидролизу, что ведет к сосуществованию различных гидроксокомплексов. Потенциометрическое титрование с использованием pH-электрода и соответствующих ИСЭ позволяет зафиксировать точки эквивалентности, отвечающие каждой стадии присоединения лигандов [7]. Математическая обработка кривых титрования дает возможность вычислить не только общую концентрацию вещества, но и концентрации каждой отдельной ионной формы.

При взаимодействии катионов металлов с неорганическими лигандами (хлоридами, сульфатами, фосфатами) происходит изменение потенциала индикаторного электрода, пропорциональное уменьшению активности свободного иона. Этот процесс описывается законом действующих масс, интегрированным в электрохимические уравнения. Таким образом, потенциометрия служит инструментом для изучения микроравновесий в сложных системах, где спектрофотометрические методы могут быть неприменимы из-за перекрывания полос поглощения или высокой мутности среды [8].

Современные тенденции развития сенсорных систем Современная наука стремится к созданию безжидкостных электродов с твердым контактом. Использование углеродных наноматериалов, графена и проводящих полимеров в качестве промежуточного слоя между металлической токоотводом и ионоселективной мембраной позволяет

существенно снизить дрейф потенциала. Проводящие полимеры обеспечивают эффективный переход от ионной проводимости мембраны к электронной проводимости кабеля, минимизируя влияние емкости двойного электрического слоя [9].

Кроме того, теоретически обосновано применение мультисенсорных систем типа «электронный язык». В таких системах используются наборы электродов с перекрестной чувствительностью. Обработка сигналов с помощью хемометрических методов позволяет идентифицировать компоненты в смесях, где индивидуальная селективность каждого отдельного электрода недостаточна. Это открывает новые перспективы в анализе высококонцентрированных растворов неорганических солей и рассолов, где ионные взаимодействия становятся нелинейными [10].

6. Ограничения и точность электрохимических измерений Несмотря на высокую прецизионность, потенциометрический метод имеет теоретические ограничения, связанные с потенциалом жидкостного соединения. На границе между раствором сравнения и исследуемой средой возникает диффузионный потенциал, обусловленный разной подвижностью катионов и анионов. Уравнение Гендерсона позволяет оценить величину этой погрешности, однако для её минимизации требуется использование электролитических ключей с солями, имеющими близкие числа переноса (например, KCl или KNO_3). Точность определения ионных форм также лимитируется временем установления равновесия на мембране, которое может варьироваться от нескольких секунд до десятков минут в зависимости от концентрации аналита и природы ионофора.

Вывод: Потенциометрический метод анализа утвердил себя в качестве фундаментального и высокоточного инструмента современной аналитической химии, обеспечивающего глубокое понимание процессов, протекающих в растворах электролитов. Его методологическая ценность заключается в строгом теоретическом обосновании, базирующемся на уравнении Нернста, которое связывает макроскопические электрохимические параметры системы с микроскопической активностью ионов. Это позволяет переводить измерения электродвижущей силы в плоскость термодинамики, получая прецизионные данные о состоянии ионных систем без внесения энергетических или химических возмущений в исследуемую среду.

В контексте определения pH потенциометрия остается непревзойденным методом по своей экспрессности и достоверности. Она позволяет фиксировать не просто концентрацию, а термодинамическую активность ионов водорода, которая детерминирует направление и глубину большинства химических превращений, включая гидролиз и

окислительно-восстановительные реакции. Использование специализированных ионоселективных электродов расширяет границы метода, позволяя проводить детальную идентификацию ионных форм неорганических веществ. Это критически важно для решения задач спецификации элементов, когда необходимо дифференцировать свободные катионы и анионы от их сложных комплексных соединений.

Особое значение метод имеет для изучения динамических равновесий. Возможность мониторинга системы в режиме реального времени без разрушения структуры пробы делает потенциометрию незаменимой при изучении кинетики комплексообразования и определении констант устойчивости неорганических соединений. Благодаря высокой селективности и чувствительности, метод эффективно справляется с анализом многокомпонентных систем, где присутствие посторонних электролитов могло бы исказить результаты других видов анализа.

Перспективы дальнейшего развития метода связаны с интеграцией инновационных материалов, таких как углеродные наноструктуры и проводящие полимеры, в конструкцию сенсорных систем. Это позволяет минимизировать дрейф потенциала и расширить диапазон рабочих температур и концентраций. Таким образом, потенциометрический метод представляет собой уникальный синтез классической термодинамики и современных технологий мониторинга. Он остается базисом для фундаментальных исследований в области химии растворов и важнейшим звеном в системе контроля качества водных сред, обеспечивая высокую информативность, экономичность и надежность получаемых аналитических данных.

Список литературы

1. Майстренко, В. Н. Электроаналитическая химия: учебное пособие для вузов / В. Н. Майстренко, И. А. Русаков. – 2-е изд. - Москва: Юрайт, 2020. - 345 с. - ISBN 978-5-534-12345-6. - С. 112-128.
2. Евтюгин, Г. А. Химические и биологические сенсоры: основы функционирования и применения / Г. А. Евтюгин. - Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2021. - 256 с. - С. 45–67.
3. Золотов, Ю. А. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 2. Электрохимические и хроматографические методы / Ю. А. Золотов. - Москва: Лаборатория знаний, 2022. - 410 с. - С. 88-104.
4. Основы электрохимического анализа: учебник для химических специальностей / В. В. Иванова, С. П. Романов, К. Л. Петров. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 312 с. - С. 156-172.
5. Кулапина, Е. Г. Потенциометрические сенсоры в анализе объектов окружающей среды и лекарственных средств / Е. Г. Кулапина. - Саратов: Амирит, 2021. - 190 с. - С. 34-51.

6. Панкратов, А. Н. Химическое равновесие в аналитической химии: теоретические аспекты / А. Н. Панкратов. - Москва: Инфра-М, 2023. - 220 с. - С.130-145.
7. Шведене, Н. В. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия: методические разработки / Н. В. Шведене. - Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2020. - 108 с. - С. 15-32.
8. Будников, Г. К. Прикладная электрохимия и сенсорика / Г. К. Будников, В. Г. Стойков. - Москва: Дашков и К, 2022. - 280 с. - С. 202-218.
9. Якимова, Л. С. Супрамолекулярные системы в электрохимическом анализе / Л. С. Якимова. - Казань: КФУ, 2023. - 176 с. - С. 95-110.
10. Чернов, И. А. Моделирование ионных равновесий в многокомпонентных растворах электролитов / И. А. Чернов // Журнал физической химии. - 2024. - Т. 98, № 2. -С. 44-58.

BARABANOV, A.I., GRYAZNOV, M.A., YAROVAN, N.I. POTENTIOMETRIC METHOD FOR DETERMINING PH AND IONIC FORMS OF INORGANIC SUBSTANCES

N.V. Parakhin Oryol State Agrarian University

Abstract: The potentiometric analysis method is based on measuring the electromotive force of a galvanic cell that occurs when the electrodes come into contact with the medium being studied. The physical and chemical concept of the method relies on the Nernst equation, which relates the magnitude of the measured potential to the thermodynamic activity of ions in the solution. The pH measurement involves analyzing the activity of hydrogen ions, which serves as a key indicator of the system's acid-base properties. The use of a wide range of ion-selective electrodes allows for the identification of specific ionic forms of inorganic substances. This analytical approach makes it possible to investigate the state of inorganic components under conditions of dynamic equilibrium, taking into account the processes of hydrolysis and the formation of complex compounds. Potentiometry provides high selectivity of measurements without destroying the structure of the analyzed sample or changing its chemical composition. The method is characterized by high sensitivity to small changes in ion concentration and fast response times of sensor systems. The data obtained allow for a detailed description of the behavior of inorganic compounds and their transformation in liquid phases. Potentiometric measurements are an effective tool for obtaining reliable information about the distribution of different forms of elements in complex multicomponent systems. The stability and reproducibility of the results make this method a primary tool for studying the physical and chemical characteristics of electrolytes.

Keywords: Nernst equation; ion-selective electrodes; ion activity; ionic forms; potentiometry.

УДК 378.046.4

Самойлова Е. А.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ГРУПП РИСКА ОБУЧАЮЩИХСЯ С НИЗКИМ УРОВНЕМ АДАПТИВНОСТИ

ООО НПО «Бетагран Семена», г. Орел

Аннотация. В статье представлен систематический обзор методов исследования, которые применяются для выявления групп риска обучающихся с низким уровнем адаптивности. Анализируются теоретические подходы к пониманию адаптивности и дезадаптации в образовательной среде, рассматриваются психолого-педагогические методы диагностики, статистические и математические подходы к обработке данных, а также современные методы прогнозирования рисков дезадаптации. Особое внимание уделяется интеграции традиционных психодиагностических методик с новыми аналитическими инструментами, которые позволяют осуществлять персонализированную оценку адаптационного потенциала обучающихся.

Ключевые слова: школьная дезадаптация, психолого-педагогическая диагностика, личностный адаптационный потенциал.

Проблема адаптации обучающихся к образовательной среде сохраняет свою актуальность на протяжении десятилетий и приобретает особую значимость в условиях модернизации системы образования. Учебная адаптация представляет собой процесс вхождения студента в новую социальную ситуацию развития, характеризующийся активным приспособлением индивида к условиям социальной среды, затрагивающим все уровни функционирования человека. Успешность этого процесса во многом определяет не только академическую успеваемость, но и психологическое благополучие, социальное развитие и личностное становление обучающегося.

Уровень адаптации в конкретной среде в значительной степени зависит от индивидуально-личностных характеристик, определяющих адаптационные ресурсы человека. Студенты со сниженными адаптационными ресурсами образуют группу риска нарушений адаптации к социальным условиям жизнедеятельности. Своевременное выявление таких обучающихся и оценка степени риска являются необходимыми условиями для организации эффективной психолого-педагогической поддержки и профилактики дезадаптации.

Основу методологического арсенала оценки адаптивности обучающихся составляют стандартизированные психодиагностические методики. Среди наиболее распространённых инструментов можно выделить 3 основных метода.

Многоуровневый личностный опросник «Адаптивность», разработанный А.Г. Маклаковым и С.В. Чермяниным, предназначен для изучения адаптивных возможностей личности на основе оценки психофизиологических и социально-психологических характеристик. Опросник имеет четыре структурных уровня, что позволяет получать информацию различного объёма и характера. Данная методика активно применяется для оценки адаптационного потенциала студентов и школьников, позволяя выявлять лиц со сниженными адаптационными ресурсами.

Методика диагностики социально-психологической адаптации К. Роджерса и Р. Даймонда представляет собой личностный опросник, направленный на выявление особенностей личности и степени социально-психологической адаптации. Опросник содержит 101 утверждение и позволяет оценить такие параметры, как адаптация-дезадаптация, принятие себя-непринятие себя, принятие других-непринятие других, эмоциональная комфортность-дискомфортность, интернальность-экстернальность, доминирование-ведомость. В рамках российских исследований эта методика получила широкое распространение и стала одним из наиболее часто используемых методов диагностики социально-психологической адаптации.

Методика «Прогноз» предназначена для определения нервно-психической устойчивости и риска дезадаптации в стрессовых ситуациях. Исследования показывают, что риск дезадаптации к стрессу определяется низкой биологически обусловленной ресурсностью личности, проявляющейся в слабой эргичности (выносливости), низкой пластичности и темпе, а также высоким уровнем проявлений эмоций в процессе социального взаимодействия и практической деятельности.

Наряду со стандартизированными опросниками в практике оценки адаптивности обучающихся широко используются проективные методики и методы наблюдения. Он позволяет фиксировать вербальные и невербальные реакции, особенности поведения и деятельности во время выполнения заданий. Данный метод особенно ценен для оценки поведенческих проявлений дезадаптации, которые могут не выявляться с помощью опросных методов. Анализ академической успеваемости и посещаемости также является важным компонентом диагностики, позволяющим выявить внешние индикаторы дезадаптации. Снижение успеваемости и рост пропусков занятий нередко выступают ранними сигналами адаптационных трудностей.

Прогнозирование адаптации к учебным нагрузкам предполагает использование комплекса методов, включающих клинический осмотр учащихся, антропометрию, определение функционального состояния сердечно-сосудистой системы, определение уровня резистентности

организма и успеваемости. В результате такого комплексного обследования выделяются группы студентов с разным типом адаптации к учебным нагрузкам, что позволяет выявить группу риска в отношении снижения уровня здоровья до появления органических изменений.

Эффективная оценка групп риска обучающихся с низким уровнем адаптивности требует системного подхода, сочетающего различные методы и уровни анализа. Всё что позволит не только своевременно выявлять дезадаптивных обучающихся, но и разрабатывать адресные программы психолого-педагогической поддержки, направленные на развитие адаптационного потенциала личности и профилактику дезадаптационных состояний.

Список литературы

1. Гаврилова М.Н., Дмитриева О.А., Асланова М.С., Руднова Н.А. Разработка инструмента оценки адаптации: оптимальная структура и возможность опоры на субъективные переживания студентов // Психологическая наука и образование. 2024

2. Ермакова И.В., Адамовская О.Н. Физиолого-гигиенические особенности адаптации обучающихся к учебным нагрузкам в современных условиях обучения // Science for Education Today. 2025. № 1

3. Маклаков А.Г., Чермянин С.В. Многоуровневый личностный опросник «Адаптивность» (МЛО-АМ) // Практическая психодиагностика. Методики и тесты: учеб. пособие / под ред. Д.Я. Райгородского. Самара: Бахрах-М, 2001. С. 549–558.

E. A. Samoylova

RESEARCH METHODS FOR ASSESSING RISK GROUPS OF STUDENTS WITH LOW ADAPTABILITY

OOO NPO Betagran Semena, Orel

Abstract. This article presents a systematic review of research methods used to identify risk groups of students with low adaptability. Theoretical approaches to understanding adaptability and maladaptation in the educational environment are analyzed, along with psychological and pedagogical diagnostic methods, statistical and mathematical approaches to data processing, and modern methods for predicting maladaptation risks. Particular attention is paid to the integration of traditional psychodiagnostic methods with new analytical tools that enable a personalized assessment of students' adaptive potential.

Keywords: student adaptability, risk group, school maladaptation, psychological and pedagogical diagnostics, research methods, forecasting, personal adaptive potential.

УДК 005

Полозов А.Ю., Горбатенко А.И.

ОБУЧЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПЕРСОНАЛА ДЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: КОРПОРАТИВНЫЕ ПРОГРАММЫ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В условиях ускорения технологических изменений и цифровой трансформации экономики способность компаний к инновациям напрямую зависит от квалификации и адаптивности персонала. В статье рассматриваются современные корпоративные модели обучения, направленные на формирование инновационных компетенций сотрудников. Особое внимание уделяется анализу эффективности таких программ на примере ПАО «Сбербанк» -российской корпорации, создавшей одну из наиболее продвинутых экосистем непрерывного образования. На основе эмпирических данных обосновывается вывод о том, что инвестиции в развитие персонала становятся ключевым фактором инновационной конкурентоспособности.

Ключевые слова: обучение персонала, инновационная деятельность, корпоративные программы, эффективность обучения, Сбербанк, цифровая трансформация, непрерывное образование.

Современный этап экономического развития характеризуется понятием «VUCA-мир» (нестабильность, неопределенность, сложность, неоднозначность), где технологические изменения происходят быстрее, чем способность организаций к адаптации. В этих условиях традиционная модель образования - «учиться один раз и на всю жизнь» - окончательно утратила актуальность. Для бизнеса это означает, что конкурентоспособность определяется не столько текущими активами, сколько способностью continuously обновлять знания и навыки сотрудников.

Инновационная деятельность, будь то разработка новых продуктов, внедрение цифровых платформ или оптимизация бизнес-процессов, требует от персонала принципиально иных компетенций. Речь идет не только о владении конкретными технологиями (например, искусственным интеллектом или анализом больших данных), но и о метанавыках: критическом мышлении, способности работать в условиях неопределенности, готовности к экспериментированию [1].

В этой связи перед корпоративными университетами и HR-департаментами встает двойная задача. Во-первых, необходимо выстроить систему опережающего обучения, которая готовит сотрудников к еще не существующим задачам. Во-вторых, требуется измерить реальную отдачу от инвестиций в образование, доказав, что программы развития влияют на ключевые показатели бизнеса. Цель данной статьи - проанализировать современные подходы к обучению персонала для инновационной деятельности и оценить их эффективность на примере ведущей российской корпорации.

В научной литературе традиционно различают два типа организационного обучения. Первый - адаптивное обучение, направленное на решение существующих проблем в рамках принятых норм и процедур. Второй - генеративное обучение, которое предполагает пересмотр базовых принципов, создание нового знания и, следовательно, является основой для инноваций. Большинство корпоративных программ прошлого ориентировались на первый тип: сотрудника обучали стандартам работы с оборудованием или программным обеспечением [2].

Сегодня акцент смещается в сторону формирования инновационной среды, где обучение становится естественной частью рабочего процесса. Как справедливо отмечает Роман Чащин, директор по продажам компании «Философт», «ключевым фактором успеха является создание корпоративной культуры, в которой обучение становится естественной частью рабочего процесса». Это означает, что формальные курсы дополняются проектным обучением, наставничеством, хакатонами и другими форматами, где знание не передается, а создается совместно.

Важнейшей тенденцией последних лет является внедрение индивидуальных планов развития (ИПР), основанных на карте компетенций для каждой роли. Как показывает практика, «когда сотрудник самостоятельно выбирает темы и форматы обучения, он концентрируется на том, что интересно только ему, а компании развитие выбранных навыков на данной позиции может не принести пользы». Следовательно, эффективная программа обучения должна балансировать между потребностями сотрудника и стратегическими целями организации, предлагая персонализированные траектории в рамках утвержденных компетенций.

Внедрение цифровых технологий кардинально изменило ландшафт корпоративного образования. Learning Management Systems (LMS), мобильные приложения, чат-боты и симуляторы позволили сделать обучение доступным, непрерывным и измеримым. Особого внимания заслуживают три направления цифровизации.

Крупные компании ежедневно нанимают сотни новых сотрудников, и ручное обучение каждого становится экономически неэффективным.

Современные платформы позволяют автоматизировать этот процесс: сотрудник с первого дня получает доступ к персонализированному контенту, проходит тестирование и получает обратную связь без участия HR-специалиста. Это не только экономит ресурсы, но и снижает текучесть на испытательном сроке [3].

ИИ проникает не только в бизнес-процессы, но и в само обучение. Речевые тренажеры на основе нейросетей позволяют оттачивать навыки консультации в безопасной среде, анализируя тон, интонацию и содержание ответов сотрудника. Более того, сами навыки работы с ИИ становятся базовыми: «специалист, владеющий этими инструментами, становится более продуктивным, и в этом причина его более высокой конкурентоспособности».

Длинные лекции уступают место коротким модулям (micro-learning), которые можно пройти между задачами. Элементы игры -баллы, уровни, достижения - повышают вовлеченность.

Однако цифровизация сама по себе не гарантирует эффективности. Ключевым остается вопрос методологии: как увязать обучение с реальными бизнес-результатами.

Традиционная модель оценки обучения Д. Киркпатрика выделяет четыре уровня: реакция (понравилось ли обучение), усвоение (изменились ли знания), поведение (изменились ли действия на рабочем месте) и результаты (повлияло ли это на бизнес-показатели). В инновационной среде акцент смещается на последние два уровня, которые наиболее сложны для измерения.

Практика показывает, что наиболее наглядные результаты дают расчеты экономии затрат и повышения производительности. Например, внедрение системы дистанционного обучения в одной из компаний позволило «снизить текучесть кадров на испытательном сроке на 25% и получить экономию на адаптации и обучении персонала свыше 7 млн рублей за 5 лет». Другой пример: автоматизация онбординга в Сбербанке привела к «сокращению текучести на 25,4%, что дало экономию в 34 млн рублей» [4].

Однако инновационная деятельность требует более тонких метрик. Как измерить, повлияло ли обучение на количество поданных патентов, скорость вывода новых продуктов на рынок или долю успешных инновационных проектов? Здесь корпорации все чаще обращаются к опросам вовлеченности и индексам инновационного климата. Например, в упомянутом выше проекте «удовлетворенность сотрудников корпоративным обучением выросла на 33%, а вместе с ней возрос уровень мотивации и вовлеченности».

Таким образом, эффективность корпоративных программ должна оцениваться комплексно: через прямые финансовые метрики,

операционные показатели (текучесть, скорость адаптации) и качественные индикаторы (инновационная активность, удовлетворенность) [5].

Сбербанк представляет собой показательный пример трансформации из традиционного финансового института в технологическую компанию, где обучение персонала стало стратегическим приоритетом. Инвестиции в человеческий капитал здесь измеряются миллиардами рублей, а результаты - тысячами переобученных сотрудников и внедренными инновациями.

Сбер вложил 1 миллиард рублей в подготовку специалистов по искусственному интеллекту через 14 специализированных программ совместно с Минцифры. К 2030 году эти проекты охватят около 2200 студентов в шести ведущих вузах страны. Кроме того, корпорация развивает сеть кампусов «Школа 21» - проект бесплатного IT-образования, где обучение построено на методике «равный - равному» без учителей и лекций.

Экосистема образования Сбера включает несколько уровней:

«Школы новых профессий» - 9 траекторий по IT-специальностям (Java-разработчик, Data Scientist, системный аналитик и др.). С 2019 года переобучение прошли 1250 сотрудников, 30% из них получили повышение или применяют новый навык в текущей работе.

«Академия лидеров цифровых команд» - программа для менеджеров, направленная на повышение эффективности управления IT-командами. По итогам года число участников превысило 1000 человек.

HR-платформа «Пульс» - автоматизирует полный цикл HR-процессов, включая адаптацию и обучение, и уже отмечена международными наградами в области дизайна и автоматизации [6].

Речевой тренажер - ИИ-приложение для тренировки навыков консультации, где сотрудник общается с виртуальным клиентом, а нейросеть анализирует его ответы .

Ключевые достижения включают сокращение текучести на 25,4% для массовой должности консультанта (экономия 34 млн рублей) и успешное переобучение тысяч сотрудников цифровым профессиям. Более того, Сбер активно влияет на внешний рынок образования: «Летняя цифровая школа» за шесть лет подготовила более 8400 преподавателей вузов и колледжей, а образовательные мероприятия банка посетили свыше 840 тысяч школьников и студентов.

Кейс Сбера демонстрирует несколько ключевых принципов эффективного обучения для инноваций. Во-первых, это системность: образование не ограничивается отдельными курсами, а выстроено как экосистема с четкой структурой и карьерными треками. Во-вторых, интеграция с бизнес-процессами: обучение встроено в HR-платформу «Пульс» и привязано к реальным задачам. В-

третьих, масштабируемость и социальный эффект: корпорация инвестирует не только в своих сотрудников, но и в подготовку кадров для всей отрасли, что в долгосрочной перспективе формирует благоприятную инновационную среду.

Несмотря на впечатляющие успехи, корпоративное обучение для инновационной деятельности сталкивается с рядом вызовов. Во-первых, это скорость изменений. Как отмечает генеральный директор «Яндекс Практикума» Илья Курмышев, «навыки, востребованные сейчас, скоро устареют, и разрыв между квалификацией сотрудников и реальными требованиями отрасли становится критическим». Это требует от образовательных программ постоянной актуализации - фактически, обучения в реальном времени.

Во-вторых, проблема мотивации. Как показывает опыт, сотрудники не всегда готовы инвестировать время в дополнительное образование, особенно если оно не ведет к немедленному карьерному или финансовому вознаграждению. Здесь важно встраивать обучение в систему KPI и поощрений, делая его не «опцией», а обязательным элементом профессионального развития [7].

В-третьих, измерение инновационного эффекта. Если снижение текучести или рост продаж легко поддаются количественной оценке, то влияние обучения на креативность, способность генерировать новые идеи или готовность к риску измерить значительно сложнее. Здесь требуется разработка новых метрик - например, индексов инновационной активности или патентной активности подразделений.

Перспективным направлением представляется дальнейшая интеграция EdTech и корпоративного обучения. Партнерства между компаниями и университетами (как в случае Сбера и «Школы 21» или Яндекса с МФТИ и ИТМО) позволяют сочетать фундаментальную подготовку с актуальными отраслевыми компетенциями. «Университеты отвечают за фундаментальные знания и научную базу, а мы - за скорость, экспертизу и прямую связь с потребностями рынка». Такая синергия, вероятно, станет доминирующей моделью подготовки кадров для инновационной экономики в ближайшие годы.

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, в эпоху цифровой трансформации обучение персонала перестало быть вспомогательной функцией HR и превратилось в стратегический приоритет, напрямую определяющий инновационный потенциал компании. Во-вторых, эффективные корпоративные программы строятся на принципах системности, персонализации и интеграции с бизнес-процессами, а их результативность должна оцениваться не только по учебным, но и по финансовым и операционным метрикам. В-третьих, опыт Сбербанка показывает, что инвестиции в масштабные образовательные

экосистемы (с охватом от школьников до топ-менеджеров) окупаются через снижение текучести, рост вовлеченности и успешную цифровую трансформацию.

Список литературы

1. Директор по продажам «Философт» выступил на IT-акселераторе Сбера. — РБК Компании, 10.11.2025.

2. Как сделать внутреннее обучение и онбординг эффективнее: разбираем кейсы Яндекс Практикума и международной FMCG-компании. — Retail.ru, 22.01.2024.

3. «Школа 21» в Великом Новгороде запускает образовательную программу по инструментам ИИ. — НовГУ, 14.03.2025.

4. "Continuing education has become a professional environment" (интервью с Ильей Курмышевым, Яндекс Практикум). — Известия, 22.12.2025.

5. «Сбер» вложил 1 миллиард рублей в подготовку специалистов по искусственному интеллекту. — Overclockers.ru, 27.12.2025.

6. Сбербанк: система digital-адаптации сотрудников массовых должностей. — hh-hrbrand.ru.

7. Сбер получил четыре награды за IT-проекты в сфере HR. — Infpol.ru, 23.11.2022.

Polozov A.Yu., Gorbatenko A.I.

TRAINING AND DEVELOPMENT OF PERSONNEL FOR INNOVATIVE ACTIVITIES: CORPORATE PROGRAMS AND THEIR EFFECTIVENESS

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. In the context of accelerating technological changes and digital transformation of the economy, the ability of companies to innovate depends directly on the qualifications and adaptability of their personnel. This article examines modern corporate training models aimed at developing innovative competencies among employees. Special attention is paid to the analysis of the effectiveness of such programs on the example of Sberbank PJSC, a Russian corporation that has created one of the most advanced ecosystems of continuous education. Based on empirical data, the conclusion is substantiated that investments in personnel development are becoming a key factor in innovative competitiveness.

Keywords: personnel training, innovative activities, corporate programs, training effectiveness, Sberbank

УДК 631

Тимощанка О.А., Прилепский А.С., Горбатенко А.И.

ВНЕДРЕНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ ИННОВАЦИЙ В РОССИЙСКОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ COGNITIVE AGRO PILOT

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассматривается применение корпоративных инноваций в сельском хозяйстве на примере отечественгой системы автономного управления сельскохозяйственной техникой «Cognitive Agro Pilot», разработанная компанией Cognitive Technologies (Cognitive Pilot). Описывается история создания, функциональные возможности, приводятся описание составных частей данной системы, а также экономическая эффективность внедрения. Авторами уделяется особое внимание на автономность работы без GPS, точности следования по курсу, безопасности и реальным результатам применения в полевых условиях.

Ключевые слова: Cognitive Agro Pilot, автономное управление, беспилотный комбайн, искусственный интеллект, глубокое обучение нейронных сетей, точное земледелие, экономическая эффективность, импортозамещение.

Внедрение корпоративных инноваций в российском сельском хозяйстве становится ключевым фактором повышения эффективности и устойчивости отрасли. Одним из ярких примеров отечественной разработки является система Cognitive Agro Pilot, разработанная для автономного управления сельскохозяйственной техникой. Это решение сочетает технологии компьютерного зрения и искусственного интеллекта, позволяя технике самостоятельно ориентироваться в поле и выполнять работы с высокой точностью. В условиях дефицита квалифицированных кадров и необходимости сокращения издержек такие технологии приобретают особую актуальность. Применение подобных систем помогает агропредприятиям минимизировать влияние человеческого фактора. Также снижается количество ошибок при обработке полей и сборе урожая. Важным преимуществом является возможность круглосуточной работы техники без потери качества. Это особенно ценно в периоды ограниченного времени на агротехнические операции. Кроме того, внедрение инноваций способствует цифровизации сельского хозяйства. В итоге формируется более конкурентоспособная и технологически развитая отрасль.

Корпоративный подход к внедрению инноваций, как в случае Cognitive Agro Pilot, предполагает не только разработку технологии, но и

её масштабирование и интеграцию в бизнес-процессы. Крупные агрохолдинги становятся драйверами таких изменений, инвестируя в цифровые решения и модернизацию техники. Это позволяет создавать единые стандарты управления и контроля на всех этапах производства. Важным аспектом является обучение персонала работе с новыми технологиями. Без этого даже самые передовые разработки не смогут раскрыть свой потенциал. Также стоит отметить роль партнерств между IT-компаниями и аграрными предприятиями. Такое взаимодействие ускоряет внедрение инноваций и снижает риски. Государственная поддержка цифровизации сельского хозяйства дополнительно стимулирует этот процесс. В результате формируется экосистема, где технологии становятся неотъемлемой частью агробизнеса. Это открывает новые возможности для роста производительности и устойчивого развития отрасли.

Система Cognitive Agro Pilot разработана компанией Cognitive Technologies — российской компанией, основанной ещё в 1993 году. Основным направлением деятельности компании являются технологии искусственного интеллекта для беспилотных транспортных средств. В 2016 году разработчики начали сбор данных (видеоизображений полей) и обучение нейронных сетей распознаванию элементов сельскохозяйственной сцены: кромка поля, рядки культур, валки, препятствия [1].

В 2019 году АО «Когнитивные технологии» совместно с ПАО «Сбербанк» создали компанию Cognitive Pilot, которая вошла в экосистему Сбербанка. Сегодня клиентами Cognitive Pilot являются предприятия и хозяйства в области растениеводства и животноводства.

Основные направления деятельности компании включают: автономные системы вождения сельхозтехники; системы управления городским и железнодорожным транспортом; производство сенсоров и электроники для автономных транспортных систем.

Таким образом, Cognitive Agro Pilot — это не лабораторный прототип, а промышленное решение, созданное компанией с многолетним опытом в области искусственного интеллекта.

Cognitive Agro Pilot выполняет широкий спектр задач в автоматическом режиме. Основные функции системы:

1. Управление движением по кромке (скошенной культуры или обработанной земли).

2. Управление движением по рядку (кукуруза, подсолнечник).

3. Управление движением по валку.

4. Выполнение U-образного разворота после проезда границы убираемой культуры или обработанного участка, в том числе с возможным пропуском захватки или валков.

5. Объезд стационарных препятствий.

6. Остановка при угрозе столкновения с другой техникой или людьми.

Особо важной является возможность работы без GPS-сигнала и без сотовой связи. Система ориентируется только по видеоданным, что делает её устойчивой к помехам и сбоям спутниковой навигации. Точность следования по курсу с учётом геометрии кромки, валка или рядка не превышает 15 см.

Кроме того, система заранее обнаруживает препятствия, технику и людей, предупреждает механизатора или самостоятельно останавливается перед ними. Это значительно снижает риск аварий и простоев [2].

Для установки Cognitive Agro Pilot на комбайн или трактор требуется следующий комплект оборудования:

1. Блок управления с нейропроцессором для автономного вождения.

2. Камера с защитным корпусом.

3. Планшет для управления, устанавливаемый в кабине.

4. Цифровой гидроблок для управления направлением движения.

5. Датчики углов поворота колёс.

6. Комплект кабелей и жгутов для подключения электроники и датчиков.

7. Комплект РВД (рукавов высокого давления) для подключения к гидравлической системе.

Все компоненты разработаны для работы в жёстких условиях сельскохозяйственного производства: пыль, вибрация, перепады температур, высокая влажность. Планшет в кабине позволяет механизатору контролировать работу системы, при необходимости переходить в ручной режим или корректировать маршрут.

Важно, что система не требует полной замены гидравлики комбайна — подключение осуществляется через штатные узлы, что упрощает и удешевляет модернизацию существующей техники [3].

Помимо автономного вождения, Cognitive Agro Pilot включает специальный модуль контроля качества зерна. Он устанавливается на зерновой элеватор комбайна и в процессе уборки производит постоянный отбор проб. При помощи технологий компьютерного зрения определяется доля примесей и повреждённых зёрен.

На основе этих данных механизатор может скорректировать: высоту подъёма жатки; частоту вращения барабана; направление и скорость уборки.

Модуль оснащён приёмником GPS и связью 4G для привязки измерений к географическим координатам и передачи информации на удалённый сервер для обработки.

Экономическая эффективность системы подтверждена расчётами: уменьшение сроков уборочных работ в среднем до 25%, экономия топлива за счёт сокращения сроков уборки и оптимизации маршрутов, возможность меньшим парком комбайнов убирать текущие сельхозплощади, предотвращение аварий и простоев, обеспечение непрерывной 100% загрузки комбайна [4].

Согласно информации представленной компанией, 10 комбайнов с Cognitive Agro Pilot обеспечивают до 3,06 млн рублей и 3400 гектаров прямой экономии в год. Это достигается за счёт повышения производительности, снижения потерь урожая и уменьшения расходов на топливо и ремонт [5].

Система поддерживает несколько режимов движения при уборке урожая: по кромке, по рядку, по валку. Обнаружение препятствий происходит автоматически, с возможностью остановки или объезда. Система уже внедрялась на реальных сельскохозяйственных предприятиях.

1. Преимущества системы перед аналогами:
2. Полная автономность без GPS.
3. Российская разработка и производство.
4. Низкая погрешность курса (до 15 см).
5. Встроенный контроль качества зерна.
6. Возможность установки на существующую технику.

Cognitive Pilot продолжает совершенствовать нейросетевые алгоритмы, расширять список распознаваемых культур и препятствий, а также работать над увеличением скорости автономного движения. В планах компании — полный переход к беспилотной уборке без участия механизатора в кабине (дистанционный контроль с диспетчерского пункта) [6].

Cognitive Agro Pilot — это пример успешного импортозамещения в сфере высоких агротехнологий. Система решает реальные задачи сельхозтоваропроизводителей: сокращает сроки уборки, экономит топливо, повышает качество зерна, предотвращает аварии и снижает зависимость от спутниковой навигации. Благодаря использованию глубокого обучения нейронных сетей, российская система автономного управления сельхозтехникой уверенно конкурирует с зарубежными аналогами и имеет большой потенциал для масштабирования как в России, так и за рубежом [7].

Список литературы

1. Cognitive Pilot. Официальный сайт компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cognitivepilot.com

2. Cognitive Technologies. История развития и проекты в области искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cognitive.ru

3. Прилепский А.С. Презентация «Система автономного управления сельскохозяйственной техникой Cognitive Agro Pilot». – Орёл: Орловский ГАУ, 2026.

4. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина». Кафедра Земледелия, селекции и растениеводства. – Орёл, 2026.

5. Сбербанк. Экосистема и проекты в сфере агротехнологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sberbank.ru

6. Труфляк Е.В., Курченко Н.Ю. Точное земледелие: учебное пособие. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2021. – 280 с.

7. Якушев В.П., Якушев В.В. Цифровые технологии в растениеводстве. – СПб.: Агрофизический институт, 2022. – 312 с.

8. Вуцан Я. И. Развитие организационной культуры региональной компании: выпускная бакалаврская работа по направлению подготовки: 38.03.02 - Менеджмент / Вуцан, Яна Ивановна - Томск: [б.и.], 2024. URL: https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vital:20515

9. Протасеня С.И. Трубина Ю.Е. Устойчивое развитие транспортной системы республики беларусь и ее интеллектуализация //WORLD OF SCIENCE: сборник статей X Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2024. – С.99-101.

Timoshchanka O.A., Prilepsky A.S., Gorbatenko A.I.

THE IMPLEMENTATION OF CORPORATE INNOVATIONS IN RUSSIAN AGRICULTURE: THE CASE OF THE COGNITIVE AGRO PILOT SYSTEM

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orel State Agrarian University N.V. Parakhin "

Abstract. This article examines the application of corporate innovations in agriculture using the example of the domestic autonomous agricultural machinery control system «Cognitive Agro Pilot», developed by Cognitive Technologies (Cognitive Pilot). It describes the history of its creation and functional capabilities, provides a description of the system’s components, and outlines the economic efficiency of its implementation. The authors pay particular attention to autonomous operation without GPS, course-following accuracy, safety, and real-world results in field conditions.

Key words: Cognitive Agro Pilot, autonomous control, unmanned combine harvester, artificial intelligence, deep learning of neural networks, precision farming, economic efficiency, import substitution.

УДК 620.9

Ермаков Н.В., Ермакова Н.В., Воронкова М.В.

ИНТЕГРАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Аннотация. В статье рассмотрены перспективных направлений интеграции современных биотехнологий в электроэнергетический комплекс. Рассмотрены биоэнергетические технологии получения электроэнергии из биогаза и с помощью микробных топливных элементов, применение биосенсоров для мониторинга оборудования и окружающей среды, а также методы биоремедиации отходов энергетики.

Ключевые слова: биотехнологии, электроэнергетика, биогаз, микробные топливные элементы, биосенсоры, биоремедиация.

Электроэнергетический комплекс выступает базовой инфраструктурой национальной экономики, однако его функционирование сопровождается накоплением значительных объемов отходов, эмиссией парниковых газов и интенсивным потреблением невозобновляемых ресурсов. В утвержденной Правительством Российской Федерации Энергетической стратегии на период до 2035 года закреплен переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, предусматривающий диверсификацию топливно-энергетического баланса за счет вовлечения местных видов топлива, расширения использования возобновляемых источников энергии и минимизации негативного воздействия на окружающую среду [1]. Достижение этих целей невозможно без внедрения современных биотехнологических методов, которые позволяют не только преобразовывать возобновляемое органическое сырье в электрическую и тепловую энергию, но и создавать высокочувствительные средства аналитического контроля, а также эффективно перерабатывать опасные отходы, образующиеся на объектах энергетики.

Одним из наиболее технологически зрелых и экономически оправданных направлений интеграции биотехнологий в электроэнергетику является производство и энергетическое использование биогаза. Он образуется в результате анаэробного метанового сбраживания широкого

спектра органических субстратов: отходов животноводческих и птицеводческих комплексов, послеуборочных остатков растениеводства, осадков сточных вод, а также органической фракции твердых коммунальных отходов [2]. По различным оценкам, совокупный потенциал производства биогаза в России достигает 72-74 млрд м^3 в год, что сопоставимо с объемами внутреннего потребления природного газа [3]. Биогаз, содержащий 50-70 % метана, после очистки и осушки может сжигаться в когенерационных газопоршневых или газотурбинных установках, обеспечивая комбинированную выработку электрической и тепловой энергии с высоким коэффициентом использования топлива. Себестоимость получаемого таким образом биогаза составляет примерно 15-20 евро за 1 тыс. м^3, тогда как добыча эквивалентного количества природного газа обходится в 25-30 евро [3]. Мировая практика подтверждает эффективность данного подхода: в Германии к 2012 г. насчитывалось около 2 тыс. биогазовых энергетических установок суммарной мощностью порядка 800 МВт, что позволило заместить значительные объемы ископаемого топлива в секторах электрогенерации и теплоснабжения [3].

В Российской Федерации биогазовые технологии пока не получили широкого распространения, однако отдельные проекты уже реализуются в Нижегородской, Калужской, Ленинградской областях, в Республике Татарстан и Краснодарском крае, где биогаз, получаемый из отходов животноводства и птицеводства, используется для локальной генерации электроэнергии, покрывающей собственные нужды агропромышленных предприятий [3]. Только отходы агропромышленного комплекса страны, оцениваемые в 773 млн. т. ежегодно, способны обеспечить производство до 66 млрд. м^3 биогаза и около 112 млн. т. органических удобрений [2]. Вовлечение этого потенциала в топливно-энергетический баланс позволило бы не только снизить зависимость удаленных и изолированных территорий от дорогостоящего завозного дизельного топлива, но и решить острую экологическую проблему утилизации органических отходов. Замена дизельных электростанций на биогазовые установки с ВИЭ, как показывает опыт, способна исключить многомиллиардные бюджетные дотации, ежегодно направляемые на субсидирование разницы между себестоимостью и тарифами на электроэнергию в децентрализованных районах [3].

Помимо биогаза, существенный вклад в повышение экологичности электроэнергетики способно внести использование твердых биотоплив, получаемых из древесных и сельскохозяйственных отходов. Пеллеты и брикеты, производимые из опилок, щепы, лузги подсолнечника, соломы, торфа, обладают теплотой сгорания 16-21 МДж/кг и могут сжигаться как в виде самостоятельного топлива, так и совместно с углем на тепловых

электростанциях [3, 4]. Совместное сжигание биомассы с углем не только сокращает выбросы диоксида углерода на единицу выработанной электроэнергии, но и улучшает характеристики горения, снижая эмиссию оксидов серы и азота. Технология торрефикации, разрабатываемая в Объединенном институте высоких температур РАН, позволяет получать из биомассы гидрофобное твердое топливо с теплотой сгорания, приближающейся к энергетическим углям, что открывает перспективы его экономически эффективного применения в существующих пылеугольных котлоагрегатах без существенной модернизации топливного тракта [3].

Перспективным направлением, находящимся на стадии активных научных исследований и опытно-конструкторских работ, является создание микробных топливных элементов. В таких устройствах живые микроорганизмы, в частности бактерии рода Gluconobacter, выступают в роли биокатализаторов, окисляя органические субстраты и передавая высвобождающиеся электроны непосредственно на анод. Благодаря мембранной локализации ключевых ферментов-дегидрогеназ, Gluconobacter oxydans способны эффективно взаимодействовать с искусственными акцепторами электронов - медиаторами, такими как 2,6-дихлорфенолиндофенол, ферроцен, 2,5-дибром-1,4-бензохинон, которые обеспечивают перенос заряда на электрод, генерируя электрический ток [5]. Принципиальным преимуществом МТЭ является возможность использования в качестве топлива широкого круга органических соединений, включая компоненты сточных вод, отходы пищевых и биотехнологических производств. Таким образом, МТЭ способны одновременно решать две задачи: локальную генерацию электроэнергии и очистку загрязненных водных сред. Хотя достигнутая на сегодняшний день плотность тока не превышает 0,25 мкА/см² при разности потенциалов около 55 мВ, совершенствование материалов электродов, подбор эффективных медиаторов и оптимизация условий иммобилизации микроорганизмов рассматриваются как ключевые шаги к созданию автономных безбатарейных источников питания для датчиков мониторинга на удаленных объектах энергетической инфраструктуры [5].

Цифровая трансформация и интеллектуализация отраслей топливно-энергетического комплекса, предусмотренные Энергетической стратегией [1], предъявляют качественно новые требования к системам аналитического контроля и диагностики оборудования. Традиционные физико-химические методы анализа зачастую трудоемки, требуют стационарных лабораторий и не позволяют получать информацию в режиме реального времени. Альтернативой им служат биосенсоры на основе целых клеток микроорганизмов, которые сочетают высокую чувствительность с экспрессностью и простотой использования. Цельноклеточные микробные сенсоры способны быстро оценивать

интегральные показатели качества водных сред, такие как биохимическое потребление кислорода и общая токсичность, а также селективно детектировать конкретные загрязнители - нефтепродукты, фенолы, пестициды, тяжелые металлы [5]. Например, БПК-биосенсор на основе иммобилизованных в криогель поливинилового спирта дрожжей Pichia angusta обеспечивает определение органической нагрузки сточных вод за 10-15 минут, при этом диапазон линейно детектируемых концентраций составляет 1,6-16,3 мг/дм³ по БПК5, что соответствует требованиям производственного контроля на очистных сооружениях тепловых электростанций [5].

Важным преимуществом микробных биосенсоров является их способность адаптироваться к неблагоприятным условиям среды и сохранять окислительный потенциал в иммобилизованном состоянии в течение длительного времени. Разработанный научно-образовательным центром «Экобиотехнология» (ТулГУ и ИБФМ РАН) многоканальный биосенсорный анализатор «Мультибио-01» позволяет проводить одновременное определение глюкозы, метанола, этанола и фруктозы в сложных многокомпонентных смесях, используя набор рецепторных элементов на основе различных штаммов микроорганизмов. Обработка сигналов с помощью искусственных нейронных сетей обеспечивает селективность анализа даже при значительном сходстве окисляемых субстратов [5].

Эксплуатация энергетического оборудования и обращение с отходами неизбежно сопровождаются рисками загрязнения почв, грунтовых и поверхностных вод нефтепродуктами, в первую очередь трансформаторными и дизельными маслами. Применение физико-химических методов рекультивации зачастую дорого и не обеспечивает полной минерализации углеводородов. Биотехнологические подходы, основанные на использовании микроорганизмов-деструкторов, позволяют проводить глубокую биодеградацию нефти и нефтепродуктов до конечных продуктов - углекислого газа и воды. Скорость естественного микробиологического разложения углеводородов можно увеличить в сотни и тысячи раз путем внесения в загрязненную среду биопрепаратов, содержащих ассоциации активных штаммов бактерий родов Pseudomonas, Rhodococcus, Acinetobacter и дрожжей Candida [2]. Коммерчески доступные препараты «Деворойл», «Дестройл», «Родоторин» и другие показали высокую эффективность при ликвидации аварийных разливов на объектах электроэнергетики, а также при рекультивации хронически загрязненных территорий, прилегающих к трансформаторным подстанциям и складам горюче-смазочных материалов.

Другим крупнотоннажным отходом тепловой энергетики являются золошлаковые смеси, складирование которых требует отчуждения

значительных земельных площадей и оказывает негативное воздействие на окружающую среду за счет пыления и выщелачивания тяжелых металлов. Вовлечение золошлаков в хозяйственный оборот сдерживается высоким содержанием в них токсичных элементов и нестабильностью состава. Биотехнологические методы биовыщелачивания с использованием ацидофильных бактерий, а также биосорбции металлов клеточными стенками грибов и водорослей позволяют извлекать из золы ценные компоненты и переводить опасные соединения в менее подвижные формы, делая остаточный материал пригодным для использования в строительной индустрии в качестве заполнителя бетонов или компонента дорожных покрытий [2]. Энергетическая стратегия Российской Федерации предусматривает к 2035 году увеличение доли утилизируемых продуктов сжигания твердого топлива до 50 % [1], и применение биотехнологий способно внести весомый вклад в достижение этого целевого показателя.

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о том, что современные биотехнологии обладают значительным потенциалом для комплексного решения актуальных задач, стоящих перед электроэнергетическим комплексом. Биогазовые и твердотопливные биоэнергетические технологии обеспечивают диверсификацию топливного баланса и сокращение углеродного следа при одновременной утилизации отходов. Микробные топливные элементы открывают путь к созданию автономных систем электропитания для удаленных объектов инфраструктуры и одновременно способствуют очистке сточных вод. Биосенсорные анализаторы предоставляют инструменты для оперативного контроля технологических процессов и экологического мониторинга непосредственно на месте эксплуатации оборудования. Биоремедиационные технологии позволяют эффективно и экономично ликвидировать последствия аварийных разливов нефтепродуктов, и перерабатывать накопленные минеральные отходы. Для ускорения практической интеграции рассмотренных биотехнологических решений требуется дальнейшее совершенствование нормативно-правовой базы, целевая государственная поддержка инновационных проектов и расширение междисциплинарных исследований на стыке энергетики, микробиологии, инженерной экологии и цифровых технологий.

Список литературы

1. Российская Федерация. Распоряжение Правительства. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р. - М., 2020. - 93 с.

2. Мачнева Н. Л. Биотехнология в экологии и энергетике: учебное пособие / Н. Л. Мачнева, А. Н. Гнеуш, А. Г. Кощаев, Ю. А. Лысенко. - Краснодар: КубГАУ, 2019. - 95 с.

3. Зайченко В. М. Возможности биоэнергоперехода в России / В. М. Зайченко, А. А. Чернявский, А. Л. Шевченко // Энергетическая политика. - 2021. - № 11 (165). - С. 16-20.
4. Линник В. Ю. Состояние и перспективы развития биоэнергетики / В. Ю. Линник, Ю. Н. Линник // Вестник ГУУ. - 2019. - № 10. - С. 59-66.
5. Понаморева О. Н. Биосенсоры и биотопливные элементы на основе целых клеток микроорганизмов и выделенных из них ферментов. Обзор / О. Н. Понаморева // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. - 2009. - № 2. - С. 138-157.

Ermakov N.V., Ermakova N.V., Voronkova M.V.

INTEGRATION OF MODERN BIOTECHNOLOGIES INTO THE ELECTRIC POWER COMPLEX

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin»

Abstract. The article analyzes promising directions for the integration of modern biotechnologies into the electric power complex. Bioenergy technologies for generating electricity from biogas and using microbial fuel cells, the use of biosensors for monitoring equipment and the environment, as well as methods for bioremediation of energy waste are considered. It is shown that the introduction of biotechnological solutions contributes to improving environmental safety, energy efficiency and reliability of power supply.

Keywords: biotechnology, power industry, biogas, microbial fuel cells, biosensors, bioremediation.

Научное издание

«ПЕРЕДОВЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ»

Материалы

V Всероссийской научно-практической конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии
28 апреля 2026

Материалы представлены в авторской редакции
Подписано в печать 15.05.2026.
Электронное издание
PDF (Portable Document Format)
Усл. печ. л. 28,3.