

На правах рукописи

СТЕПАНОВ ГЛЕБ GERMAHOVИЧ

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ
ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ КАРПАТСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ СОДЕРЖАНИИ
НА СОТАХ, ОТСТРОЕННЫХ ИЗ ВОСКА, ОЧИЩЕННОГО РАЗНЫМИ
СПОСОБАМИ**

Специальность:

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и
производства продукции животноводства

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва - 2026

Работа выполнена на кафедре частной зоотехнии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Научный руководитель: **Маннапов Альфир Габдуллович,**
доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры частной зоотехнии
ФГБОУ ВО «Российский государственный
аграрный университет – МСХА имени
К.А. Тимирязева»

Официальные оппоненты: **Морева Лариса Яковлевна,** доктор
биологических наук, профессор, профессор
кафедры зоологии ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный университет»
Еськова Майя Дмитриевна, доктор
биологических наук, профессор, и.о.
заведующего кафедрой экологии и
биоресурсов ФГБОУ ВО МСХ РФ
«Российский государственный университет
народного хозяйства имени В.И. Вернадского»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный
аграрный университет»

Защита диссертации состоится «23» декабря 2026 г. в 11:30 ч. на заседании диссертационного совета 35.2.030.10 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел./факс: 8(499)976-21-84.

Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов): 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте университета: www.timacad.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.030.10,
кандидат биологических наук, доцент

Заикина
Анастасия Сергеевна

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Повышение продуктивности пчелиных семей связано с совершенствованием условий их содержания, качества гнездовых построек и кормового обеспечения. Вощина и отстроженные на ее основе соты формируют среду, в которой происходят развитие расплода, размещение кормовых запасов и деятельность рабочих пчел. Поэтому качество воскового сырья следует оценивать не только по технологическим свойствам, но и по влиянию на биологические и хозяйственно полезные признаки семьи.

При длительном использовании сотов в восковой матрице накапливаются примеси и продукты старения. Переработка такого сырья без дополнительной очистки возвращает его в расплодное гнездо. Очистка и осветление воска, наряду с изменением геометрии основания ячеек вощины, представляют собой приемы управления гнездовой средой. Их эффективность определяется тем, насколько изменения свойств вощины отражаются на строительной активности, воспроизводстве, физиологическом состоянии пчел и выходе продукции.

В ранневесенний период при отсутствии поддерживающего медосбора развитие семей ограничивается кормовой обеспеченностью. Применение стимулирующих подкормок целесообразно рассматривать во взаимосвязи с качеством воска и параметрами вощины. Комплексное изучение этих факторов позволяет установить биологические предпосылки повышения продуктивности и оценить экономическую результативность технологии.

Степень разработанности темы. Вопросы восковыделения, содержания и кормления пчел, развития семей и их продуктивности рассматривались в трудах Г.А. Аветисяна, Г.Ф. Таранова, Н.И. Кривцова, В.И. Лебедева, А.Г. Маннапова и других исследователей. В литературе освещены старение сотов, физико-химические свойства и загрязнение воска, способы его очистки, роль стимулирующих подкормок и значение геометрии ячеек.

Вместе с тем сравнительная оценка сочетания очистки воскового сырья, угла основания ячейки вощины и стимулирующего кормления остается недостаточно разработанной. Требуется уточнения связь технологических приемов с трофическими, морфофизиологическими и биохимическими показателями рабочих пчел, поведением семей и их совокупной продуктивностью. Этим определяется направленность настоящего исследования.

Цель исследования - научно обосновать и экспериментально оценить влияние технологии очистки и осветления пчелиного воска, угла основания ячейки выпускаемой вощины и стимулирующих подкормок на биологические, этологические, физиологические, продуктивные и экономические показатели пчелиных семей типа «Московский» карпатской породы.

Для достижения цели были поставлены **следующие задачи:**

1. Изучить влияние угла основания ячейки вощины, способов очистки воскового сырья и добавления янтарной кислоты на строительство сотов, репродуктивную активность маток и динамику выращивания расплода, включая

корреляционный анализ синхронности яйценоскости и инстинкта выращивания расплода по вариантам опыта.

2. Определить трофические и морфофизиологические показатели пчелиных семей: секреторную активность слюнных желез, уровень личиночного молочка, массу трехсуточных личинок и массу суточных рабочих пчел, с проведением корреляционного анализа сопряженности развития желез и уровня кормления личинок для определения индекса трофической эффективности.

3. Выявить различия в биохимическом статусе рабочих пчел в онтогенезе при содержании на сотах из вошины, очищенной разными способами, включая определение содержания азота, липидов и гликогена в организме в привязке к возрастным функциям особей.

4. Оценить энергетический и синтетический потенциал рабочих пчел, включая активность сукцинатдегидрогеназы, содержание рибонуклеиновой кислоты и активность миозина АТФазы, с проведением корреляционного анализа взаимосвязи синтетических и энергетических процессов для определения индекса метаболически-продуктивной синергии.

5. Оценить физиологическую готовность пчелиных семей перед главным медосбором по комплексу показателей: масса и сила семей, уровень бактерии *Streptococcus faecium*, активность ферментов грудных мышц, с выявлением корреляционных связей между силовыми, микробиологическими и биохимическими показателями.

6. Изучить этологические показатели и фуражировочную деятельность пчелиных семей в периоды поддерживающего и главного медосбора, включая оценку летной активности и функциональной нагрузки медового зобика на фоне применения стимулирующих подкормок с белковыми добавками (препараты Стимовит, Пчелодар, Овогид) и технологий очистки воска.

7. Установить влияние исследуемых факторов на строительную активность пчелиных семей и реализацию восковыделительного инстинкта, а также на медовую и восковую продуктивность при использовании традиционной и инновационной вошины из воска, очищенного разными способами, на фоне стимулирующих подкормок с белковыми добавками.

8. Дать комплексную оценку товарной продуктивности пчелиных семей в медовых единицах и определить экономическую эффективность применения разработанных технологических решений, включая сравнительную оценку биологически активных добавок Стимовит, Пчелодар и Овогид по показателям прибыли, рентабельности и себестоимости единицы продукции.

Научная новизна исследований заключается в том, что впервые проведена комплексная оценка влияния сочетания инновационной вошины с углом основания ячейки 110°, глубокой очистки воска винной кислотой и перекисью водорода с последующей обработкой янтарной кислотой и применения стимулирующих белковых подкормок на биологические, этологические и хозяйственно полезные признаки пчелиных семей. Впервые установлены количественные закономерности влияния оптимизированной

гнездовой среды на секреторную активность глоточных желез пчел-кормилиц и уровень личиночного молочка в ячейках с расплодом. Доказано, что применение инновационной вошины из очищенного воска в сочетании с белковыми стимуляторами достоверно усиливает энергетический и сократительный потенциал грудных мышц рабочих пчел, что проявляется в повышении активности сукцинатдегидрогеназы и миозиновой АТФазы. Впервые определены степень и направления корреляционных связей и выявлена синергетическая связь между качеством гнездовой среды, биохимическим статусом рабочих пчел и их летной активностью в период главного медосбора, а также определена иерархия результативности различных биологически активных добавок.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость исследования состоит в развитии представлений о пчелином воске, вошине и соте как о факторах, способных влиять на развитие семьи через совокупность репродуктивных, трофических, морфофизиологических, биохимических и поведенческих механизмов. Работа связывает технологию очистки воска с биологией расплода, физиологией рабочих пчел и продукционной реализацией потенциала семьи.

Практическая значимость заключается в возможности использования результатов при переработке воскового сырья, производстве вошины, выборе угла основания ячейки, разработке приемов стимулирующего кормления и оценке экономической целесообразности технологических решений. Полученные данные могут быть использованы в научно-производственных рекомендациях для пасек, перерабатывающих восковое сырье и ориентированных на повышение медовой, восковой и совокупной продуктивности семей.

Методология и методы исследования. Исследование проведено с применением современного оборудования и методов биоморфологии, физиологии и биохимии, разработанных ведущими учеными мира. Методологическую основу работы составил комплексный подход, при котором пчелиная семья рассматривается как целостная биологическая система, а воск, вошина и сот - как элементы управляемой гнездовой среды. Экспериментальная логика построена на сопоставлении контрольных и опытных групп, различающихся по технологическим факторам, при сохранении исходной сопоставимости семей.

Пчелиные семьи, в частности породный тип «Московский» карпатской породы, включенные в опыт, были выровнены по исходному состоянию: сила семей, количество печатного расплода, возраст маток и запас кормового меда задавались одинаковыми в пределах схемы исследования. В ходе работы учитывали яйценоскость маток, печатный расплод, уровень личиночного молочка, состояние глоточных желез, массу личинок и рабочих пчел, биохимические показатели организма рабочих пчел, силу семей, ферментативную активность, летную активность, нагрузку медового зобика, строительство сотов, производство меда, воска, медовых единиц и

экономические показатели. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

— Качество пчелиного воска и геометрия вошины являются факторами гнездовой среды, влияние которых проявляется через репродуктивное состояние матки, развитие расплода и физиологическое состояние рабочих пчел.

— Очистка воска винной кислотой и осветление перекисью водорода в сочетании с янтарной кислотой повышают биологическую полноценность гнездовой среды по сравнению с использованием неочищенного воскового сырья.

— Применение инновационной вошины с углом основания ячейки 110° в сочетании с полной технологической очисткой воска винной кислотой и перекисью водорода с последующей обработкой янтарной кислотой достоверно усиливает репродуктивную активность пчелиных маток, увеличивая среднесуточную яйценоскость до 2056,6 яйца, что на 12,3 % или в 1,12 раза выше контроля, а площадь печатного расплода до 285,8 сотни ячеек, что превышает контроль на 36,2 % или в 1,36 раза.

— Оптимизированная гнездовая среда достоверно усиливает секреторную активность глоточных желез пчел-кормилиц, увеличивая степень их развития до 3,91 балла, а уровень личиночного молочка до 18,90 мг, что на 31,3 % выше контрольных значений, создавая благоприятные условия для трофической функции семьи и формирования более качественного поколения рабочих пчел.

— Улучшение качества воскового субстрата и геометрии ячеек вошины достоверно улучшает условия эмбриогенеза и постнатального онтогенеза, увеличивая массу трехсуточных личинок до 17,80 мг, что на 22,8 % выше контроля, и массу суточных рабочих пчел до 110,40 мг, превышая контроль на 1,3 %.

— Повышение яйценоскости, количества печатного расплода, уровня личиночного молочка, массы личинок, содержания азота, жира, гликогена, РНК и активности СДГ формирует физиологическую основу роста летной активности, строительной активности и продуктивности.

— Комплексный технологический вариант обеспечивает наибольшую продукционную и экономическую отдачу среди сравниваемых вариантов опыта, наиболее эффективным биологически активным препаратом является Стимовит, обеспечивший прибыль в размере 13522 рубля при рентабельности 194,28 % и снижении себестоимости единицы продукции до 67,96 рубля.

Степень достоверности результатов. Достоверность оценивали на основании сопоставления контрольных и опытных групп, повторных учетов, применения методов вариационной статистики и t-критерия Стьюдента. Корреляционный анализ использовали для характеристики согласованности динамики показателей.

Апробация результатов. Материалы исследования доложены и обсуждены на Международной научно-практической конференции молодых

ученых и специалистов, посвященной 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева (Москва, 2023); Международной научно-практической конференции «Пчеловодство и апитерапия» (Рыбное, 2023); Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 160-летию Тимирязевской академии (Москва, 2 июня 2025); Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 25-летию учебно-научно-производственной АПИ-лаборатории биологического факультета Кубанского госуниверситета (Краснодар, 2026).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в т.ч. 4 в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Личное участие автора. Автором лично проанализирована научная литература по теме исследований, разработана методика проведения опытов, выполнены полевые и лабораторные исследования, проведен статистический анализ полученных данных, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, и сделаны выводы. Все результаты, представленные в диссертации, получены автором лично или при его непосредственном участии.

Структура работы. Диссертация изложена на 166 страницах машинописного текста, состоит из введения, трех глав, заключения с выводами, практических предложений, перспектив дальнейших исследований, списка использованных источников и приложения (справка и акт внедрения). Работа иллюстрирована 41 таблицей и одним рисунком.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в весенне-летние периоды 2022–2026 гг. на пасеке Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К.А. Тимирязева. Используются пчелиные семьи карпатской породы типа «Московский», содержащиеся в ульях Дадана–Блатта. При формировании групп учитывали силу семей, количество печатного расплода, возраст маток и кормовые запасы. В общей методике исходный возраст маток составлял 18 месяцев, запас меда — 10 кг на семью. Вошину изготавливали на линии «Маргарита-1» в лаборатории по переработке воска учебно-опытной пасеки. Сравнивали вошину с углом основания ячейки 130° и 110°, изготовленную из воска без дополнительной очистки либо после последовательной обработки винной кислотой, перекисью водорода и янтарной кислотой.

1-я серия опыта была направлена на оценку гнездостроительных, репродуктивных, трофических и физиологических показателей при разных сочетаниях качества воска и геометрии вошины. Во 2 серии дополнительно сравнивали стимулирующие подкормки с препаратами «Стимовит», «Пчелодар» и «Овогид».

Таблица 1 — Схема первой серии опыта

Группа	Угол	Подготовка воскового сырья
К	130°	Без дополнительной очистки и осветления
O1	130°	Винная кислота + перекись водорода + янтарная кислота
O2	110°	Без дополнительной очистки и осветления
O3	110°	Винная кислота + перекись водорода + янтарная кислота

Примечание. К — контроль; O1–O3 — опытные группы. Базовая подкормка — 50%-ный сахарный сироп; варианты с обработанным воском исследовали в комплексе с применением янтарной кислоты.

Таблица 2 — Схема второй серии опыта

Группа	Угол	Подготовка воска	Подкормка
К	130°	Без очистки	СС
O1	110°	Без очистки	СС
O2	130°	ВК + ПВ + ЯК	СС + ЯК
O3	110°	ВК + ПВ + ЯК	СС + ЯК
O4	110°	ВК + ПВ + ЯК	СС + ЯК + «Стимовит»
O5	110°	ВК + ПВ + ЯК	СС + ЯК + «Пчелодар»
O6	110°	ВК + ПВ + ЯК	СС + ЯК + «Овогид»

Примечание. СС — сахарный сироп; ВК — винная кислота; ПВ — перекись водорода; ЯК — янтарная кислота. O1–O6 — опытные группы второй серии.

Подкормки давали ранней весной при отсутствии поддерживающего медосбора через потолочные кормушки по 300 мл через день, всего 15 раз. Использовали 50%-ный сахарный сироп. В соответствующих вариантах применяли «Стимовит» из расчета 10 г/л сиропа, «Пчелодар» — 2 г/л, «Овогид» — 3–4 г/л. Добавки вносили в сироп температурой 35–40 °С.

Количество печатного расплода учитывали рамкой-сеткой с квадратами 5 × 5 см. Среднесуточную яйценоскость рассчитывали по формуле $M = n \times 100 / 12$, где n — число учетных квадратов с печатным расплодом; 100 — принятое число ячеек в квадрате; 12 — продолжительность запечатанной стадии развития рабочей пчелы, суток. Показатели яйценоскости и печатного расплода, связанные этим расчетом, рассматривали совместно.

Развитие глоточных желез оценивали в баллах. Массу трехсуточных личинок определяли взвешиванием выборок по 50 особей. Количество личиночного молочка оценивали по разности массы тампонов до и после отбора содержимого 10 ячеек с расчетом среднего значения. Для определения массы суточных рабочих пчел сот со зрелым расплодом помещали в изолятор и инкубатор, после выхода пчел проводили взвешивание.

Содержание азота определяли методом Кьельдаля, липидов — экстракцией органическими растворителями с последующим гравиметрическим учетом, гликогена — колориметрически после подготовки пробы. Содержание РНК оценивали спектрофотометрически после экстракции и гидролиза, активность СДГ — по скорости восстановления соли тетразолия. Активность миозиновой АТФазы определяли по высвобождению неорганического фосфора

при гидролизе АТФ. Возрастную динамику биохимических показателей изучали у рабочих пчел в возрасте 1, 9, 14, 24 и 36 суток.

Перед главным медосбором учитывали массу и силу семей, активность ферментов грудных мышц и микробиологический показатель посевов. Летную активность оценивали по числу пчел за трехминутный интервал, в том числе с использованием видеозаписи. Нагрузку медового зобика определяли у возвращающихся с фуражировки рабочих пчел. Учеты проводили отдельно при поддерживающем и главном медосборе.

Строительную активность оценивали по количеству отстроенных сотов и срокам появления побелки. Продуктивность характеризовали выходом товарного меда, воска, цветочной обножки, прополиса и числом отстроенных рамок. Для интегральной оценки использовали медовые единицы (МЕ); экономические показатели рассчитывали на одну пчелиную семью в принятой в опыте системе цен и затрат.

Статистическая обработка включала расчет среднего арифметического и его ошибки ($M \pm m$), коэффициента вариации, сравнение по t-критерию Стьюдента и расчет коэффициента корреляции Пирсона. Обозначения значимости, сохраненные в таблицах, соответствуют диссертации: * — $P \leq 0,05$; ** — $P \leq 0,01$; *** — $P \leq 0,001$ относительно контроля. Процентные различия вычислены по средним значениям соответствующих групп на одну дату или за один период учета.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Строительная и репродуктивная активность в первой серии опыта

Освоение вошины существенно различалось между вариантами (табл.3). Из 20 предоставленных рамок контрольные семьи отстроили в среднем 6,70, семьи О1 — 12,10, О2 — 15,20, О3 — 19,80 рамки. Следовательно, сочетание угла основания ячейки 110° с обработанным воском обеспечило отстройку 99,0% предоставленной вошины против 33,5% в контроле. Преимущество О3 составило 13,10 рамки, или 195,5% к контролю.

Переход на угол 110° без дополнительной очистки также сопровождался повышением строительной активности. Однако наиболее полный прием предложенной вошины зарегистрирован при комплексном варианте. Это указывает на значение совместного подбора геометрии вошины и качества воскового сырья.

Таблица 3 — Отстройка вошины и продуктивность первой серии опыта

Группа	Отстроено из 20 рамок, шт.	Товарный мед, кг	Воск, кг
К	6,70 ± 0,25	26,40 ± 1,38	1,10 ± 0,05
О1	12,10 ± 0,30***	32,00 ± 1,95**	1,20 ± 0,04*
О2	15,20 ± 0,37***	29,70 ± 1,15**	1,60 ± 0,02**
О3	19,80 ± 0,13***	41,30 ± 1,23***	1,92 ± 0,03***

Примечание. В таблицах здесь и далее по разделам * - $P \geq 0,95$; ** - $P \geq 0,99$; *** - $P \geq 0,999$ по сравнению с 1-й контрольной группой.

Репродуктивная активность изменялась в соответствии с сезонным развитием семей (табл. 4). В начале учета, 2 апреля, расчетная среднесуточная яйценоскость маток составила 1344,0 яйца в контроле и 1589,8 яйца в О3. Различие достигало 18,3%. В конце апреля и мае сохранялось преимущество опытных вариантов при близкой направленности временной динамики.

Наибольшая яйценоскость в О3 зарегистрирована 20 мая — $2056,6 \pm 8,17$ яйца в сутки против $1831,2 \pm 13,28$ в контроле. Превышение составило 225,4 яйца, или 12,3%. В О1 на эту дату получено 1975,0 яйца, в О2 — 1925,6 яйца, что выше контроля на 7,9 и 5,2% соответственно.

Таблица 4 — Среднесуточная яйценоскость маток в первой серии, яиц

Дата	К	О1	О2	О3
2 апр.	1344,0 ± 9,04	1575,2 ± 5,36***	1379,0 ± 4,65*	1589,8 ± 7,85***
14 апр.	1554,0 ± 11,59	1701,6 ± 23,05***	1642,0 ± 7,85**	1819,4 ± 10,85***
26 апр.	1717,0 ± 10,03	1915,6 ± 18,31	1832,4 ± 11,78	2004,2 ± 5,02
8 мая	1814,2 ± 19,04	1991,4 ± 14,29***	1904,0 ± 11,28**	2036,8 ± 5,15***
20 мая	1831,2 ± 13,28	1975,0 ± 8,59***	1925,6 ± 10,94**	2056,6 ± 8,17***
2 июня	1003,2 ± 9,32	1101,4 ± 20,13***	1050,0 ± 12,50**	1121,8 ± 9,57***
14 июня	933,0 ± 23,80	1010,2 ± 22,99**	982,6 ± 16,46*	1034,0 ± 15,85***

В июне яйценоскость снизилась во всех группах, однако О3 сохраняла преимущество: 14 июня показатель составлял 1034,0 против 933,0 яйца в сутки в контроле, то есть был выше на 10,8%.

По данным учета печатного расплода, 8 мая в О3 насчитывалось $240,50 \pm 1,34$ учетного квадрата против $206,04 \pm 2,68$ в контроле, превышение — 16,7%. На 2 июня показатели составляли $246,79 \pm 2,19$ и $219,74 \pm 3,55$ квадрата соответственно, различие — 12,3%. К 26 июня количество расплода сократилось до 131,98 и 117,26 квадрата, при сохранении преимущества О3 на 12,6%.

Совокупность данных первой серии показывает, что наиболее выраженное развитие расплода в гнезде наблюдалось при сочетании обработанного воска и угла основания ячейки 110° . При этом расчетная яйценоскость и площадь расплода методически связаны и характеризуют один репродуктивный процесс.

Корреляционный анализ динамики яйцекладки матки, представленный в таблице 5, выявляет статистические закономерности взаимодействия между применяемыми технологическими факторами и естественными биологическими ритмами пчелиной семьи.

Ключевым результатом является высокая степень синхронности биологических реакций во всех исследуемых группах. Расчет коэффициента г Пирсона показал наличие его на уровне 0,9953 между динамикой яйцекладки в контрольной группе и третьей опытной группой. Аналогично высокие показатели были получены для первой (0,9943) и второй (0,9990) опытных групп.

Это доказывает, что применение инновационной вошины и очищенного воска не нарушает естественные сезонные ритмы размножения. Технологические факторы действуют не как стрессовый раздражитель, способный сдвинуть физиологические циклы, а как стабильный масштабирующий мультипликатор, параллельно усиливающий естественную динамику, заложенную в контрольной группе.

Таблица 5 - Корреляционный анализ яйценоскости пчелиных маток

Показатель	Контрольная (130°)	Опытная 1 (130°)	Опытная 2 (110°)	Опытная 3 (110°)
Коэффициент корреляции Пирсона с контрольной группой	1,0000	0,9943	0,9990	0,9953
Средний коэффициент превышения над контролем	1,000	1,106	1,050	1,142
Коэффициент вариации коэффициента превышения, %	-	2,65	1,10	2,47
Корреляция абсолютного прироста с базовой яйценоскостью контроля	-	0,5945	0,8143	0,8090

Примечания: Коэфф. г Пирсона рассчитан между динамикой яйценоскости контрольной и каждой опытной группы по всем датам учета (n=7). Ср. коэфф. превышения рассчитан как ср. арифметическое отношения яйценоскости опытной группы к контрольной на каждую дату учета. Коэфф. вариации коэфф. превышения отражает стабильность технологического эффекта во времени. Корреляция абсолютного прироста с базовой яйценоскостью показывает связь между общей репродуктивной активностью семьи и величиной получаемого технологического преимущества.

С этой целью для каждой даты проведения измерений рассчитывалось отношение показателей яйценоскости в опытных группах к аналогичному показателю в контрольной группе, после чего определялась вариация этого соотношения. Анализ показал, что данное соотношение характеризуется крайне низкой изменчивостью. Для 3-й группы среднее значение соотношения составило 1,142 при Cv всего 2,47% за весь период наблюдений. Для 1-й группы среднее значение составило 1,106 (вариация 2,65%), а для 2-й — 1,050 (вариация 1,10%).

Это свидетельствует о том, что наблюдаемое преимущество представляет собой устойчивую системную характеристику, сохраняющуюся независимо от текущей фазы развития семьи или внешних погодных условий.

На третьем этапе корреляционного анализа выявлялась взаимосвязь между исходной репродуктивной активностью пчелиной семьи и величиной полученного технологического эффекта. Расчет корреляции между абсолютными показателями яйценоскости в контрольной группе и абсолютным приростом, зафиксированным в опытных группах, выявил сильную

положительную зависимость. Коэффициент r составил 0,8090 для третьей опытной группы и 0,8143 — для второй. Это свидетельствует о том, что чем выше общая репродуктивная активность семьи (например, в период пикового весеннего развития в мае), тем значительнее абсолютный прирост яйценоскости, достигаемый благодаря применению инновационной технологии.

Таким образом, проведенным корреляционным анализом установлено, что разность между группами — ранее выявленные с помощью t -критерия Стьюдента — обладают не только строгой статистической, но и глубокой биологической значимостью. Высокая корреляция показателей внутренней динамики, минимальная вариабельность коэффициента эксцесса и тесная связь между абсолютным приростом и общей активностью семьи свидетельствуют о том, что комплексная переработка воска и оптимизация геометрии сотов создают управляемую и стабильно эффективную среду для реализации репродуктивного потенциала пчелиных маток.

3.2 Трофические и морфофизиологические показатели

Развитие глоточных желез рабочих пчел возрастало в течение периода наблюдений (табл. 6). На 8 мая показатель в ОЗ составлял $3,91 \pm 0,09$ балла против $3,54 \pm 0,08$ в контроле, что выше на 10,5%. К 14 июня он достигал $3,98 \pm 0,04$ и $3,82 \pm 0,06$ балла соответственно. Различия были наиболее выражены на ранних этапах весеннего развития и сокращались по мере приближения оценок к верхней границе шкалы.

Количество личиночного молочка также изменялось по срокам (табл. 6). На 14 апреля различия между группами были невелики: 8,70–8,91 мг. На 8 мая в ОЗ получено $15,70 \pm 0,75$ мг против $12,80 \pm 0,51$ мг в контроле, превышение — 22,7%. Максимальное табличное значение в ОЗ зарегистрировано 2 июня: $17,40 \pm 1,02$ мг против $14,90 \pm 0,80$ мг, или на 16,8% больше контроля.

Таблица 6 — Развитие глоточных желез и количество личиночного молочка

Дата	Железы К, балл	Железы ОЗ, балл	Молочко К, мг	Молочко ОЗ, мг
14 апреля	$3,42 \pm 0,07$	$3,74 \pm 0,08^{***}$	$8,70 \pm 0,18$	$8,80 \pm 0,75^*$
26 апреля	$3,50 \pm 0,06$	$3,78 \pm 0,07^{***}$	$10,60 \pm 1,02$	$13,80 \pm 0,98^{***}$
8 мая	$3,54 \pm 0,08$	$3,91 \pm 0,09^{***}$	$12,80 \pm 0,51$	$15,70 \pm 0,75^{***}$
20 мая	$3,72 \pm 0,07$	$3,94 \pm 0,05^{***}$	$14,40 \pm 0,49$	$16,20 \pm 1,17^{***}$
2 июня	$3,78 \pm 0,05$	$3,96 \pm 0,05^{***}$	$14,90 \pm 0,80$	$17,40 \pm 1,02^{***}$
14 июня	$3,82 \pm 0,06$	$3,98 \pm 0,04^{***}$	$14,70 \pm 0,40$	$16,90 \pm 0,66^{***}$

Повышенные оценки развития желез сочетались с большим количеством корма в ячейках в большинстве сроков учета. Это согласуется с улучшением трофического обеспечения расплода. При этом корреляционный анализ выявил исключительно высокую степень сопряженности между развитием глоточных желез и уровнем личиночного молочка во всех исследуемых группах. Коэффициент r Пирсона в контрольной группе составил 0,9847, подтверждая о сильной прямой связи между этими показателями. В опытных группах данная взаимосвязь оказалась еще более выраженной: для первой опытной группы

коэффициент r достиг 0,9912, для второй опытной группы - 0,9876, а для третьей опытной группы - 0,9934. Столь высокие значения коэффициента r , приближающиеся к единице, доказывают, что развитие глоточных желез является определяющим фактором, формирующим уровень трофической обеспеченности расплода, и эта связь носит устойчивый системный характер независимо от применяемых технологических факторов.

Расчет показателя трофической эффективности показал, что в первой опытной группе, он составил 3,34. Это означает, что при увеличении развития глоточных желез на 2,9 % уровень личиночного молочка возрос на 9,6 %, то есть прирост кормовой обеспеченности более чем в три раза превысил прирост физиологического развития желез. Такой результат свидетельствует о том, что очистка воска и добавление янтарной кислоты не только стимулируют развитие желез, но и повышают их функциональную активность, позволяя железе производить больше секрета.

Во второй опытной группе, где применялась инновационная вощина с углом 110° из неочищенного воска, индекс трофической эффективности составил 1,07. Это указывает на то, что прирост уровня личиночного молочка (6,2 %) практически пропорционален приросту развития глоточных желез (5,8 %). Иными словами, инновационная геометрия ячейки сама по себе не усиливает функциональную активность желез, а лишь создает благоприятную среду, в которой физиологический потенциал пчел-кормилиц реализуется в полном объеме без дополнительных энергетических затрат на перестройку сот.

В третьей опытной группе, сочетавшей инновационную геометрию ячейки 110° с полной очисткой воска и добавлением янтарной кислоты, индекс трофической эффективности составил 2,20. Это означает, что при увеличении развития глоточных желез на 7,5 % уровень личиночного молочка возрос на 16,7 %, то есть прирост кормовой обеспеченности более чем в два раза превысил прирост физиологического развития желез. Указывая что технологическое воздействие повышают функциональную активность желез, что в совокупности приводит к максимальному усилению трофической функции и росту массы личинок (табл. 7). Масса трехсуточных личинок в начале учета была близкой: 9,10 мг в контроле и 9,00 мг в ОЗ. В дальнейшем преимущество ОЗ увеличивалось (табл. 7). На 8 мая масса личинок составляла $12,80 \pm 1,17$ мг против $9,88 \pm 0,79$ мг; 2 июня — $17,00 \pm 1,33$ против $13,60 \pm 0,49$ мг; 14 июня — $18,20 \pm 0,77$ против $14,60 \pm 0,48$ мг. В последнюю дату различие достигало 24,7%.

Масса суточных рабочих пчел изменялась в меньшей степени (табл. 7). К 14 июня в ОЗ она составила $110,40 \pm 1,36$ мг против $109,00 \pm 1,10$ мг в контроле; преимущество — 1,3%. Следовательно, более выраженные различия массы ранних личинок не переносились пропорционально на массу вышедших взрослых особей.

Таблица 7 — Масса личинок и суточных рабочих пчел на 14 июня, мг

Показатель	К	О1	О2	О3
3-сут. личинки	14,60 ± 0,48	15,90 ± 0,49***	15,70 ± 0,75***	18,20 ± 0,77***
1-сут. рабочие пчелы	109,00 ± 1,10	109,50±0,89***	109,80±1,33***	110,40±1,36***

3.3 Биохимический статус рабочих пчел в онтогенезе

Содержание азота, липидов и гликогена зависело от возраста рабочих пчел и варианта опыта. Наибольшие значения азота и гликогена в О3 отмечены в возрасте 24 суток (табл. 8). Содержание азота составило $30,20 \pm 1,33$ мг против $23,08 \pm 0,87$ мг в контроле, превышение — 30,8%. Уровень гликогена достигал $17,80 \pm 1,47$ мг против $14,50 \pm 1,10$ мг, или на 22,8% больше.

Содержание липидов в возрасте 24 суток в О3 составляло $14,00 \pm 1,41$ мг против $11,30 \pm 1,33$ мг в контроле; различие — 23,9%. В возрасте 36 суток значения азота, липидов и гликогена в О3 снижались по сравнению с 24-суточными пчелами, но оставались выше соответствующих контрольных значений.

Таблица 8 — Биохимические показатели 24-сут. рабочих пчел первой серии

Показатель	К	О1	О2	О3
Азот, мг	23,08 ± 0,87	24,34 ± 1,22*	28,60 ± 2,27***	30,20 ± 1,33***
Липиды, мг	11,30 ± 1,33	12,10 ± 1,28*	13,50 ± 4,00**	14,00 ± 1,41***
Гликоген, мг	14,50 ± 1,10	14,70 ± 1,40	17,40 ± 2,63***	17,80 ± 1,47***
СДГ, усл. ед.	35,90 ± 1,05	36,70 ± 1,08*	36,71 ± 4,89	37,60 ± 2,15**
РНК, мг	15,30 ± 1,66	16,20 ± 1,47*	15,40 ± 3,34	16,50 ± 0,89**

Активность СДГ возрастала от первых суток жизни к возрасту 24 суток. У суточных пчел О3 она составляла $26,90 \pm 1,28$ условной единицы против $23,36 \pm 1,15$ в контроле; у 9-суточных — $32,40 \pm 1,02$ против $28,16 \pm 1,34$; у 24-суточных — $37,60 \pm 2,15$ против $35,90 \pm 1,05$. Относительное преимущество О3 уменьшалось от 15,2% в первые сутки до 4,7% в возрасте 24 суток.

Динамика РНК отличалась от динамики СДГ. Наиболее высокое значение РНК в О3 отмечено в возрасте 9 суток — $18,00 \pm 0,87$ мг против $15,70 \pm 0,87$ мг в контроле. У суточных пчел различие составляло 14,00 против 10,20 мг, а к 36-суточному возрасту — 15,70 против 15,00 мг. Это показывает неодинаковую возрастную выраженность различий энергетических и синтетических показателей.

Таким образом, комплексный вариант первой серии сопровождался повышенными запасами ряда метаболитов и изменениями ферментативных показателей. Возрастные максимумы не совпадали полностью: содержание РНК достигало наибольшего значения раньше, чем содержание азота и гликогена, что характеризует физиологическую неоднородность этапов онтогенеза.

3.4 Летная активность и продуктивность пчелиных семей

При поддерживающем медосборе средняя летная активность составляла $273,00 \pm 13,67$ особи за 3 минуты в контроле и $310,33 \pm 9,63$ особи в ОЗ. Превышение достигало 13,7%. Во время главного медосбора разность увеличивалась: $396,33 \pm 5,79$ и $623,33 \pm 14,86$ особи соответственно, то есть на 57,3%.

Средняя нагрузка медового зобика в период поддерживающего медосбора составляла $31,27 \pm 0,71$ мг в контроле и $34,87 \pm 1,26$ мг в ОЗ; во время главного медосбора — $43,27 \pm 1,09$ и $52,53 \pm 1,45$ мг. Таким образом, преимущество опытной группы проявлялось одновременно в интенсивности полетов и массе переносимого нектара ($P \leq 0,01$).

Выход товарного меда в ОЗ достигал $41,30 \pm 1,23$ кг против $26,40 \pm 1,38$ кг в контроле, что выше на 56,4%. Восковая продуктивность составляла $1,92 \pm 0,03$ против $1,10 \pm 0,05$ кг, превышение — 74,5%. При использовании обработанного воска с углом 130° выход меда составлял 32,00 кг, а при угле 110° без дополнительной очистки — 29,70 кг.

Результаты первой серии показывают, что отдельные составляющие технологии неодинаково проявлялись в хозяйственных признаках. Вариант О1 превосходил О2 по товарному меду, тогда как О2 превосходил О1 по отстройке сотов и выходу воска. Наибольшая совокупность положительных различий получена при объединении обработанного воска и угла основания ячейки 110° ($P \leq 0,01$).

3.5 Развитие семей на фоне стимулирующих подкормок

Во второй серии на фоне вошины из обработанного воска сравнивали варианты сахарного сиропа с янтарной кислотой и препаратами «Стимовит», «Пчелодар» и «Овогид». Наибольшую яйценоскость маток зарегистрировали 10 мая в О4 — $2381,64 \pm 64,40$ яйца в сутки против $1748,33 \pm 19,83$ в контроле. Превышение составило 36,2%. В варианте ОЗ без дополнительного препарата получено $2091,67 \pm 36,08$ яйца; различие О4 относительно ОЗ составляло 13,9% (табл. 9).

В группах с «Пчелодаром» и «Овогидом» на 10 мая яйценоскость достигала 2218,33 и 2126,67 яйца в сутки. Эти показатели превышали контроль на 26,9 и 21,6% соответственно. К 16 июня О4 сохраняла наибольшую яйценоскость — 1453,33 яйца против 918,33 в контроле, превышение — 58,3%.

Таблица 9 — Репродуктивные показатели второй серии на 10 мая

Группа	Яйценоскость, яиц/сут.	Печатный расплод, учетных квадратов
К	$1748,33 \pm 19,83$	$209,80 \pm 2,38$
О1	$1866,65 \pm 47,03$	$224,00 \pm 5,64^*$
О2	$1928,31 \pm 41,45^*$	$226,80 \pm 4,97^*$
О3	$2091,67 \pm 36,08^{**}$	$251,00 \pm 4,33^{***}$
О4	$2381,64 \pm 64,40^{***}$	$285,80 \pm 7,73^{***}$
О5	$2218,33 \pm 45,85^{***}$	$266,20 \pm 5,50^{***}$
О6	$2126,67 \pm 49,71^{***}$	$255,20 \pm 5,97^{***}$

Максимальное количество печатного расплода в О4 зарегистрировано 10 мая — $285,80 \pm 7,73$ учетного квадрата против $209,80 \pm 2,38$ в контроле (табл. 9). По принятому пересчету это соответствует 28 580 и 20 980 ячейкам. В О5 и О6 на ту же дату получено 266,20 и 255,20 квадрата. Преимущество О4 сохранялось и в июне: на 16 июня показатель составлял 174,40 квадрата против 110,20 в контроле.

Следовательно, в данной серии наибольшее репродуктивную способность пчелиных маток и количество расплода в гнезде получено при сочетании воины с углом 110° , комплексной обработки воскового сырья и подкормки с «Стимовитом».

3.6 Состояние семей перед главным медосбором

По данным второй серии опытов показатели которого представлены в таблице 9, установлено, что исходная масса семей составляла 2,69–2,70 кг, а сила — 8,96–9,00 улочки. К 28 июня масса контрольных семей достигла $5,80 \pm 0,06$ кг, в О3 — $7,50 \pm 0,28$ кг, в О4 — $8,60 \pm 0,22$ кг, а их сила составляла 19,33, 25,00 и 28,67 улочки соответственно.

По сравнению с контролем масса семей О4 была выше на 48,3%, а сила — на 48,3%. В О5 и О6 масса семей составляла 8,20 и 7,90 кг, сила — 27,33 и 26,33 улочки. Эти значения характеризуют более высокую численность рабочих пчел к началу периода основного сбора продукции.

Таблица 9 — Масса, сила семей и активность ферментов на 28 июня

Группа	Масса, кг	Сила, улочек	СДГ, усл. ед.	АТФаза миокина
К	$5,80 \pm 0,06$	$19,33 \pm 0,21$	$17,20 \pm 0,52$	$28,50 \pm 0,53$
О1	$6,40 \pm 0,09^*$	$21,32 \pm 0,28^{**}$	$18,70 \pm 0,56^*$	$32,60 \pm 0,78^{**}$
О2	$6,20 \pm 0,06^*$	$20,65 \pm 0,18^*$	$19,30 \pm 0,48^{**}$	$34,70 \pm 0,39^{***}$
О3	$7,50 \pm 0,28^{**}$	$25,00 \pm 0,95^{***}$	$20,40 \pm 0,46^{***}$	$37,90 \pm 0,83^{***}$
О4	$8,60 \pm 0,22^{***}$	$28,67 \pm 0,73^{***}$	$25,50 \pm 0,49^{***}$	$41,10 \pm 0,36^{***}$
О5	$8,20 \pm 0,34^{***}$	$27,31 \pm 1,12^{***}$	$22,40 \pm 0,73^{***}$	$39,40 \pm 0,73^{***}$
О6	$7,90 \pm 0,30^{***}$	$26,33 \pm 0,99^{***}$	$22,90 \pm 0,30^{***}$	$40,60 \pm 0,61^{***}$

Примечание. Активность миокиновой АТФазы — мкмоль неорганического фосфора на мг белка в минуту.

Активность СДГ грудных мышц перед главным медосбором достигала в О4 $25,50 \pm 0,49$ условной единицы против $17,20 \pm 0,52$ в контроле, что выше на 48,3%. Активность миокиновой АТФазы составляла $41,10 \pm 0,36$ против $28,50 \pm 0,53$ мкмоль неорганического фосфора на мг белка в минуту, превышение — 44,2%.

В О5 и О6 конечная активность СДГ была ниже, чем в О4, но выше контроля. По миокиновой АТФазе О6 имела значение 40,60, близкое к 41,10 в О4. Это показывает, что ранжирование вариантов по отдельным ферментам не полностью совпадало с ранжированием по совокупной продуктивности.

В исследовании также зарегистрировано изменение микробиологического показателя по уровню образования колоний *Streptococcus faecium* после посевов: исходные значения составляли 1,03–1,04 лг КОЕ/г, к 28 июня — 1,40 в контроле

и 1,67 в О4. Изменение количества *Streptococcus faecium* служит индикатором санитарного благополучия гнезда и устойчивости пищеварительной системы пчел к изменениям в рационе и условиям содержания. Следовательно, мониторинг уровня *Streptococcus faecium* подтверждает, что использование инновационной вощины (из воска, очищенного при 110°C) и специализированных биологических добавок формирует стабильный и управляемый микробиологический статус кишечника, способный обеспечить высокую продуктивность пчел в период главного медосбора без ущерба для их здоровья.

3.7 Летная активность и нагрузка медового зобика во второй серии

Результаты исследования летной активности и нагрузки медового зобика второй серии опытов, представлены в таблице 10. В период поддерживающего медосбора средняя летная активность в О4 составляла $328,67 \pm 6,18$ особи за 3 минуты против $284,33 \pm 6,57$ в контроле, превышение — 15,6%. В период главного медосбора значения увеличивались до $687,33 \pm 6,70$ и $417,33 \pm 10,88$ особи соответственно. Различие достигало 64,7%.

В О5 и О6 при главном медосборе учитывали 661,33 и 653,67 особи за 3 минуты. Вариант О3 без дополнительного препарата обеспечивал 634,67 особи, что также было выше контроля. Поэтому прирост летной активности в вариантах с препаратами складывался на фоне уже сформировавшихся различий гнездовой среды и развития семей.

Таблица 10 — Летная активность и нагрузка медового зобика рабочих пчел на главном медосборе

Группа	Летная активность, особей за 3 мин, шт.	Нагрузка медового зобика, мг
К	$417,33 \pm 10,88$	$42,73 \pm 1,12$
О1	$438,33 \pm 11,35^*$	$45,17 \pm 1,30^{**}$
О2	$555,67 \pm 12,35^{**}$	$50,97 \pm 2,14^{***}$
О3	$634,67 \pm 7,85^{***}$	$53,67 \pm 1,76^{***}$
О4	$687,33 \pm 6,70^{***}$	$56,50 \pm 1,52^{***}$
О5	$661,33 \pm 13,26^{***}$	$54,03 \pm 1,62^{***}$
О6	$653,67 \pm 14,16^{***}$	$52,87 \pm 1,40^{***}$

Средняя нагрузка медового зобика в О4 составляла $42,53 \pm 0,83$ мг при поддерживающем медосборе и $56,50 \pm 1,52$ мг при главном. В контроле получено соответственно $34,87 \pm 0,62$ и $42,73 \pm 1,12$ мг. Относительное преимущество О4 увеличивалось с 22,0 до 32,2%.

Сочетание большей летной активности и повышенной нектарной нагрузки согласуется с увеличением выхода товарного меда.

3.8 Строительная активность и товарная продуктивность

Появление побелки сотов в контрольной группе отмечено 29 апреля, в группах с дополнительными препаратами — 24 апреля. К окончанию учетов контрольные семьи отстроили $12,00 \pm 0,33$ рамки, О3 — $25,00 \pm 0,83$, О4 — $33,00 \pm 0,75$, О5 — $30,00 \pm 0,90$, О6 — $29,00 \pm 0,83$ рамки (табл. 11).

Наибольший результат О4 превышал контроль в 2,75 раза, а вариант О3 — на 32,0%. Полученные различия характеризуют более раннее начало и больший суммарный объем строительной деятельности при комплексном сочетании технологических приемов.

Выход товарного меда в О4 составлял $69,70 \pm 1,39$ кг против $26,50 \pm 0,98$ кг в контроле, то есть был выше в 2,63 раза. В О5 получено $60,40 \pm 0,83$ кг, в О6 — $59,30 \pm 0,80$ кг; превышение контроля составляло 2,28 и 2,24 раза соответственно. В О3, где использовали обработанный воск и сироп с янтарной кислотой без дополнительного препарата, выход меда достигал 42,80 кг. Добавление «Стимовита» на этом фоне сопровождалось увеличением показателя на 26,90 кг, или 62,9%; «Пчелодара» — на 17,60 кг, или 41,1%; «Овогида» — на 16,50 кг, или 38,6%.

Таблица 11 — Отстройка сотов и выход товарной продукции во второй серии

Группа	Соторамки, шт.	Мед, кг	Воск, кг	Обножка, кг
К	$12,00 \pm 0,33$	$26,50 \pm 0,98$	$0,90 \pm 0,04$	$0,70 \pm 0,03$
О1	$16,00 \pm 0,63^{**}$	$30,10 \pm 0,67^{**}$	$1,10 \pm 0,03^{*}$	$0,80 \pm 0,03^{*}$
О2	$20,00 \pm 0,67^{***}$	$33,50 \pm 0,40^{***}$	$1,27 \pm 0,05^{***}$	$0,75 \pm 0,04^{*}$
О3	$25,00 \pm 0,83^{***}$	$42,80 \pm 1,18^{***}$	$1,39 \pm 0,05^{***}$	$1,20 \pm 0,05^{***}$
О4	$33,00 \pm 0,75^{***}$	$69,70 \pm 1,39^{***}$	$1,56 \pm 0,04^{***}$	$1,40 \pm 0,03^{***}$
О5	$30,00 \pm 0,90^{***}$	$60,40 \pm 0,83^{***}$	$1,42 \pm 0,07^{***}$	$1,30 \pm 0,04^{***}$
О6	$29,00 \pm 0,83^{***}$	$59,30 \pm 0,80^{***}$	$1,40 \pm 0,04^{***}$	$1,25 \pm 0,04^{***}$

Восковая продуктивность в О4 составила 1,56 кг против 0,90 кг в контроле, что выше на 73,3%. Выход цветочной обножки увеличивался с 0,70 до 1,40 кг. По данным учета прополиса, в контроле получено 0,09 кг, в О3 — 0,15 кг, в О4 и О5 — по 0,17 кг, в О6 — 0,165 кг.

Таким образом, преимущество комплексных вариантов выражалось в нескольких видах продукции. Наибольший абсолютный вклад в различия совокупной продуктивности обеспечивал товарный мед. Строительная активность и выход воска отражали дополнительную хозяйственную ценность технологии.

3.9 Интегральная продуктивность и экономическая эффективность

Для сопоставления разнородной продукции в диссертации использована оценка в медовых единицах. В расчет включены товарный мед, воск, цветочная обножка, прополис и отстроенные рамки. Итоговые показатели приводятся в принятой в исследовании системе пересчета и характеризуют условия проведенного опыта.

По сводной таблице диссертации совокупная продуктивность контрольной группы составляла 41,10 МЕ, О3 — 69,38 МЕ, О4 — 102,41 МЕ, О5 — 90,49 МЕ, О6 — 88,54 МЕ. Показатель О4 превышал контроль в 2,49 раза, О5 — в 2,20 раза, О6 — в 2,15 раза.

Таблица 12 — Расчетные экономические показатели на одну пчелиную семью

Группа	Затраты, руб.	Продукция, МЕ	Прибыль, руб.	Себестоимость, руб./МЕ	Рентабельность, %
К	6500	41,10	1720	158,15	26,46
О1	6900	47,82	2664	144,29	38,61
О2	6600	68,20	7040	96,77	106,67
О3	6850	69,38	7026	98,73	102,57
О4	6960	102,41	13522	67,96	194,28
О5	6890	90,49	11208	76,14	162,67
О6	6870	88,54	10838	77,59	157,76

Примечание. Сводные показатели воспроизведены по экономическому расчету диссертации; принята расчетная стоимость 1 МЕ — 200 руб.

В варианте О4 стоимость полученной продукции составляла 20 482 руб. при затратах 6960 руб. на семью. Расчетная прибыль достигала 13 522 руб. против 1720 руб. в контроле, рентабельность — 194,28% против 26,46%. Себестоимость снижалась со 158,15 до 67,96 руб./МЕ, то есть на 57,0%.

В вариантах с «Пчелодаром» и «Овогидом» прибыль составляла 11 208 и 10 838 руб., рентабельность — 162,67 и 157,76%, себестоимость — 76,14 и 77,59 руб./МЕ соответственно. Эти варианты уступали О4 по расчетной экономической отдаче, сохраняя преимущество перед контролем.

Разница между О4 и О3 по прибыли составляла 6496 руб. на семью при увеличении учтенных затрат на 110 руб. Данный результат относится к принятой в опыте системе оценки продукции и затрат. Перенос абсолютных денежных показателей на другие хозяйства требует учета местных цен, медосборных условий и фактической структуры производственных расходов.

В целом результаты двух серий согласуются по направлению: использование обработанного воска и вошины с углом основания ячейки 110° сопровождалось улучшением ряда биологических и хозяйственных показателей, а дополнительное стимулирующее кормление усиливало продукционный результат во второй серии. Максимальная отдача среди изученных сочетаний получена при использовании препарата «Стимовит».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало значение совместного управления качеством воскового сырья, геометрией вошины и кормовым обеспечением пчелиных семей карпатской породы типа «Московский». Различия технологических вариантов проявлялись на уровне развития расплода, физиологического состояния рабочих пчел, поведения семей и выхода продукции. Результаты исследований позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Применение инновационной вошины с углом основания ячейки 110° в сочетании с полной технологической очисткой воска и обработкой янтарной кислотой достоверно усиливает репродуктивную активность, увеличивая

среднесуточную яйценоскость маток до 2056,6 яйца, что на 12,3 % выше контроля, а площадь печатного расплода до 285,8 сотни ячеек, что превышает контроль на 36,2 %.

2. Оптимизированная гнездовая среда достоверно усиливает секреторную активность глоточных желез пчел-кормилиц, увеличивая степень их развития до 3,91 балла, а уровень личиночного молочка до 18,90 мг, что на 31,3 % выше контрольных значений, создавая благоприятные условия для трофической функции семьи.

3. Улучшение качества воскового субстрата и геометрии ячеек достоверно улучшает условия онтогенеза, увеличивая массу трехсуточных личинок до 17,80 мг, что на 22,8 % выше контроля, и массу суточных рабочих пчел до 110,40 мг, превышая контроль на 1,3 %.

4. Применение инновационной вошины с углом 110° и очищенного воска достоверно усиливает биохимические процессы в организме рабочих пчел, увеличивая содержание азота до 30,20 мг, липидов до 14,00 мг и гликогена до 17,80 мг, что превышает контроль на 31,4, 28,4 и 22,8 % соответственно.

5. Комплексная технология достоверно усиливает энергетический и сократительный потенциал грудных мышц, увеличивая активность сукцинатдегидрогеназы до 25,50 условных единиц, а активность миозиновой АТФазы до 41,10 мкмоль Рн на мг белка в минуту, что выше контроля на 48,3 и 44,2 % соответственно.

6. Сочетание инновационной вошины, очищенного воска и белковых стимулирующих подкормок достоверно усиливает параметры медосбора, увеличивая среднюю летную активность в период главного медосбора до 687 особей за три минуты, что в 1,65 раза выше контроля, и нагрузку медового зобика до 56,50 мг, что в 1,32 раза больше контрольных значений.

7. Интеграция инновационной вошины с углом 110° , глубокой очистки воска и белковой стимуляции позволяет максимально реализовать восковыделительный инстинкт, увеличивая количество отстроенных рамок до 33,00 штук, что в 2,75 раза превышает показатели традиционной технологии.

8. Комплексная оценка товарной продуктивности в медовых единицах показала, что применение разработанных технологических решений обеспечивает увеличение общей продуктивности пчелиных семей до 102,41 МЕ, что в 2,49 раза выше по сравнению с традиционной технологией.

9. Наиболее эффективным биологически активным препаратом является Стимовит, применение которого в комплексе с очищенным воском обеспечило максимальную прибыль в размере 13522 рубля при рентабельности 194,28 % и снижении себестоимости единицы продукции до 67,96 рубля, что на 57,0 % ниже контроля. Препарат Пчелодар, обеспечивший прибыль 11208 рублей при рентабельности 162,67 %, или препарат Овогид, давший прибыль 10838 рублей при рентабельности 157,76 %, также являются высокоэффективными альтернативными вариантами стимулирующих подкормок, позволяющими существенно повысить экономические показатели пасеки при себестоимости единицы продукции 76,14 и 77,59 рубля соответственно.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Пчеловодческим хозяйствам всех форм собственности рекомендуем внедрение в производственный процесс при отстройке сотов использование инновационной вошины с углом основания дна ячейки 110° , изготовленной из воска, очищенного винной кислотой в соотношении 1:50-1:67 (1,5-2 % от массы воска) и осветленного перекисью водорода в соотношении 1:20-1:33 (3-5 % от массы воска), с последующей обработкой янтарной кислотой в соотношении 1:500-1:1000 (0,1-0,2 % от массы воска).

Внедрить в практику весенних стимулирующих подкормок применение препарата Стимовит в дозировке 10 г/л 50-процентного сахарного сиропа с добавлением янтарной кислоты, или препарата Пчелодар в дозировке 2 г/л сиропа, или препарата Овогид в дозировке 3-4 г/л сиропа. Скармливание осуществлять потолочными кормушками в дозе по 300 мл, через день 15 раз.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Перспективным направлением является изучение долгосрочного влияния оптимизированной гнездовой среды на микробиом и иммунологический статус пчелиных семей. Целесообразно провести молекулярно-генетический анализ (секвенирование 16S рРНК) для оценки изменений в симбиотической микрофлоре. Это позволит установить, способствует ли очистка воска и применение белковых стимуляторов формированию устойчивой резистентности к заболеваниям (нозематозу, аскосферозу, варроатозу) на протяжении нескольких сезонов.

Вторым важным вектором является детальная оценка качественных характеристик товарной продукции. Учитывая рост объемов производства, представляет интерес исследование биохимического и антиоксидантного состава меда, воска и перги. Необходимо выяснить, влияет ли инновационная вошина и аминокислотные подкормки на накопление фенольных соединений, ферментативную активность и отсутствие остатков реагентов в конечном продукте. Это станет основой для разработки новых стандартов и получения продукции с высокой добавленной стоимостью.

Наконец, актуальной задачей остается широкая производственная апробация разработанных приемов в различных почвенно-климатических зонах. Исследование адаптационного потенциала пчел в условиях разного типа медосбора позволит выявить региональные особенности дозирования подкормок, что позволит обеспечить максимальную биологическую и экономическую эффективность как для крупных промышленных, так и для небольших фермерских пасек.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах из списка ВАК

1. Маннапов, А.Г. Влияние очистки воска, аттрактантов и угла наклона дна ячеек на пчелиные семьи / А.Г. Маннапов, Г.Г. Степанов, У.А. Маннапов, Ю.Н. Кутлин // Пчеловодство. — 2024. — № 9. — С. 21–23.

2. Кутлин, Ю.Н. Оптимизация биологических показателей пчелиных семей переработкой воска и использованием инновационной вощины на фоне стимулирующей подкормки с добавлением янтарной кислоты / Ю.Н. Кутлин, Г.Г. Степанов, А.Г. Маннапов // Главный зоотехник. — 2026. — № 2 (271). — С. 56–72.

3. Кутлин, Ю.Н. Влияние очистки воска, геометрии ячеек и янтарной кислоты на развитие пчелиных семей / Ю.Н. Кутлин, А.Г. Маннапов, Г.Г. Степанов, Н.Г. Кутлин // Вестник КрасГАУ. — 2026. — № 6. — С. 229–240.

4. Степанов, Г.Г. Технологии производства воска и вощины, и ее влияние на хозяйственно полезные признаки пчелиных семей карпатской породы / Г.Г. Степанов, А.Г. Маннапов // Естественные и технические науки. — 2026. — № 10. — 107–114.

Статьи в рецензируемых журналах и сборниках вне списка ВАК

5. Степанов, Г.Г. Интеграция многокомпонентной очистки воска и аттрактантов: биологическая эффективность для пчелиных семей / Г.Г. Степанов, У.А. Маннапов, П.М. Храпов // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 160-летию Тимирязевской академии (Москва, 2–4 июня 2025 г.): сборник статей. — Москва: Издательство РГАУ — МСХА, 2025. — Т. 2. — С. 92–96.

6. Степанов, Г.Г. Влияние на массу личинок и рабочих пчел очистки воска и угла наклона дна ячеек сота / Г.Г. Степанов, А.Г. Маннапов // Общественные насекомые. Современные проблемы пчеловодства: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященные 25-летию учебно-научно-производственной АПИ-лаборатории биологического факультета Кубанского государственного университета / ответственный редактор Л.Я. Морева. — Краснодар: Кубанский государственный университет, 2026. — С. 135–137.