

На правах рукописи

АЛЗИБО ОЗМАН

**Биологические особенности и хозяйственно-полезные
признаки пчел 45-й линии *Apis mellifera carpatica* при
подготовке к зимовке**

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: **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»
Морева Лариса Яковлевна, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится «25» ноября 2026 г. в 10:00 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. Пчеловодство центральной полосы России функционирует в условиях выраженной зональной специфики, характеризующейся продолжительным безоблетным периодом, нестабильным температурным режимом и риском ранних весенних похолоданий. В этих условиях успешная перезимовка и последующая интенсивность весеннего развития становятся определяющими факторами рентабельности пасек. Ключевым звеном обеспечения высокой зимостойкости является качественная осенняя подготовка, включающая формирование физиологически полноценной генерации пчел, накопление эндогенных резервов, оптимизацию кормовой базы и правильную архитектуру зимнего гнезда. Традиционные подходы к осенним подкормкам, основанные преимущественно на сахарном сиропе, не всегда обеспечивают сбалансированное поступление микроэлементов и биоактивных веществ, необходимых для синтеза резервных соединений. Одновременно в промышленной практике доминирует двухсторонняя сборка гнезда, тогда как естественные условия обитания пчел в дуплах и бортиках предполагают компактное размещение кормов в центральной части клуба, что потенциально снижает энергозатраты на терморегуляцию и экономит кормовые резервы. Комплексное изучение биологических особенностей подготовки к зимовке, динамики весеннего роста и хозяйственно-полезных признаков 45-й линии карпатской породы в сравнении с помесным материалом при применении дифференцированных схем стимуляции и природоориентированных способов формирования гнезда представляет собой актуальную научно-практическую проблему, решение которой позволит минимизировать зимние потери и максимизировать продуктивность семей в условиях умеренно-континентального климата.

Степень изученности проблемы. Биологические основы зимовки медоносных пчел, физиология осенней генерации и факторы, определяющие зимостойкость семей, широко освещены в классических и современных исследованиях. Фундаментальные работы Г.Ф. Таранова, Н.И. Кривцова, В.И. Лебедева, А.М. Ишемгулова, а также зарубежных авторов F. Ruttner, K. Woyke, P. Neumann заложили основу понимания роли жирового тела, глоточных желез, массы пчел и архитектуры клуба в успешной перезимовке. Вопросы экстерьера и таксономической идентификации карпатских пчел подробно изучены Г.П. Бурмистровым, И.А. Левченко, W. Dražem, R. Fuchs, а линией 77 (Г.А. Аветисян, В.А. Губин) занимались селекционеры, обосновавшие ее высокую адаптационную ценность в нечерноземной зоне. Однако данные по узко специализированной 45-й линии в сравнении с помесными при применении современных стимулирующих подкормок остаются фрагментарными.

Влияние биологически активных добавок на осеннее развитие пчел исследовалось рядом авторов: применение микроэлементов (кобальт, цинк, селен) изучали А.Г. Маннапов, С.В. Еськов, пребиотических и пробиотических комплексов Н.Н. Фарамазян, Т.Д. Муллаянов, зарубежные

исследователи А. Topolska, S. Alqarni. Однако комплексная оценка совместного действия хлористого кобальта и пребиотика Нэнни 2 в сравнении с традиционным сахарным сиропом и медовым сытом в аспекте формирования резервов осенней генерации и экстерьера ранее не проводилась. Архитектурные особенности зимнего гнезда и их влияние на метаболизм клуба рассматривались в контексте природного пчеловодства (работы И.Н. Лазарева, А.С. Савина, Т. Seeley), но количественная оценка способа сборки по форме бороды с фуражным медом в сравнении с промышленной двухсторонней схемой в контролируемых условиях зимовки остается недостаточно изученной. Существующие публикации, как правило, рассматривают отдельные факторы изолированно, тогда как синергетическое взаимодействие осенней биохимической стимуляции и природоориентированной архитектуры гнезда на протяжении полного годового цикла от осенней физиологии до летнего медосбора требует системного экспериментального обоснования.

Цель исследования – изучение биологических и технологических особенностей подготовки к зимовке, оценка динамики весеннего развития и определение хозяйственно-полезных признаков пчел 45-й линии карпатской породы в условиях центральной полосы России при применении дифференцированных схем стимулирующих подкормок и природоориентированных способов формирования зимнего гнезда, а также обоснование биохимических маркеров аминокислотного и азотистого обмена для объективной оценки физиологического статуса и эффективности зимовки пчелиных семей.

Задачи исследования:

1. Провести сравнительную морфометрическую оценку экстерьерных признаков рабочих пчел 45-й линии и помесных семей неизвестного происхождения при применении шести схем осенних стимулирующих подкормок.
2. Изучить динамику осеннего физиологического развития пчелиных семей, включая яйценоскость маток, площадь выращиваемого расплода, массу рабочих особей, степень развитости глоточных желез и жирового тела, а также содержание личиночного молочка.
3. Оценить показатели зимовки, такие как сохранность силы семей, изменение массы, расход фуражного меда, процент сохранности семей и сохранность физиологических резервов при двух способах формирования гнезда с кормовыми запасами.
4. Определить индексы весеннего роста силы семей и выращивания расплода от периода после весеннего обновления до начала главного медосбора в зависимости от применявшихся осенних технологических приемов.
5. Установить этологические особенности летной активности и нагрузки медового зобика рабочих пчел в периоды поддерживающего и главного медосбора, а также их влияние на формирование товарной продукции (мед, воск, прополис, обножка).

6. Разработать систему интегральных показателей эффективности подготовки пчелиных семей к медосбору и научно обосновать оптимальные технологические приемы, сочетающие породные особенности, схемы биохимической стимуляции и архитектуру гнезда.

7. Оценить динамику содержания незаменимых аминокислот (гистидин, тирозин), общего азота и каловой нагрузки в организме рабочих пчел до и после зимовки для выявления биохимических маркеров метаболической устойчивости и прогнозирования весенней жизнеспособности семей.

8. Оценить экономическую эффективность схем применения стимулирующих подкормок и способов формирования гнезда на основе расчёта интегральных показателей: стоимости произведённой продукции в медовых единицах, прибыли от реализации, себестоимости одной медовой единицы и уровня рентабельности, что позволит научно обосновать целесообразность внедрения разработанного технологического комплекса в производственную практику пчеловодческих хозяйств центральной полосы России.

Научная новизна. Впервые проведена комплексная оценка биологических особенностей 45-й линии карпатской породы в условиях центральной полосы России, объединяющая экстерьерные, физиологические, этологические и зоотехнические показатели полного годового цикла. С интеграцией биохимических параметров зимовки установлены количественные закономерности содержания незаменимых аминокислот и азотистого обмена в организме рабочих пчел в течение безоблетного периода: доказано, что оптимальные схемы подкормок и архитектура гнезда «бородой» снижают потери гистидина на 4,7–17,2%, тирозина – на 3,9–5,1%, а также дополнительно уменьшают потери общего азота на 4,4–5,9 % по сравнению с традиционной двухсторонней сборкой. Впервые обосновано использование профиля незаменимых аминокислот, содержания азота и каловой нагрузки толстой кишки в качестве чувствительных биохимических индикаторов качества зимовки, позволяющих объективно диагностировать степень метаболического стресса и раннее прогнозировать весеннюю жизнеспособность пчелиных семей. Полученные данные расширяют представление о внутривидовой изменчивости карпатских пчел в аспекте селекционной ценности, реакционной нормы и адаптационной пластичности белкового метаболизма.

Теоретическая значимость и практическая значимость исследований заключается в расширении представлений о биологии осеннего развития и физиологии зимовки чистопородных карпатских пчел, выявлении взаимосвязей между экстерьерными признаками, уровнем осеннего физиологического резерва, типом углеводно-белковой стимуляции, архитектурой зимнего клуба и интенсивностью протеолитических процессов. Обоснованы механизмы влияния хлористого кобальта и пребиотических добавок на активизацию метаболических процессов, направленных на синтез и сохранение азотистых соединений, а также доказано наличие прямой зависимости между осенней кормовой обеспеченностью, балансом

аминокислотного обмена в период зимнего покоя и летной активностью в период главного медосбора.

Практическая значимость определяется возможностью внедрения в производственную пчеловодческую практику апробированных схем стимулирующих подкормок и технологии сборки гнезда по форме «бороды», обеспечивающих снижение зимнего расхода кормов на 10–15%, уменьшение ослабления семей на 15–20 % и повышение весенней силы на 3,6–6,6%. Разработанные биохимические тесты на содержание гистидина, тирозина, общего азота и каловую нагрузку могут быть использованы селекционными службами и ветеринарно-диагностическими лабораториями для экспресс-оценки качества зимовки, контроля эффективности кормовых рационов и раннего выявления семей с признаками метаболического истощения, что минимизирует риски весенней гибели и повышает рентабельность пасек.

Методология и методы исследований. Исследование проведено с применением современного оборудования и методов биоморфологии, физиологии и биохимии, разработанных ведущими учеными мира. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке. В работе использовалась 45-я линия карпатской породы пчел и помесные пчелиные семьи неизвестного происхождения.

Положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Пчелы 45-й линии карпатской породы в условиях центральной полосы России достоверно превосходят помесные семьи неизвестного происхождения по экстерьерно-конституциональным признакам, интенсивности осеннего развития, степени сохранности физиологических резервов после зимовки и показателям весеннего роста, где индекс роста силы семей выше на 5,8–23,9 %, индекс выращивания расплода – на 0,4–13,7 %, что обусловлено высокой генетической однородностью, адаптационным потенциалом линии и эффективной конвертацией предзимних кормовых резервов в новый расплод.
2. Применение стимулирующих подкормок на основе медового сыта или сахарного сиропа с добавлением хлористого кобальта и пребиотика Нэнни 2 обеспечивает достоверное увеличение яйценоскости маток, площади расплода, массы пчел осенней генерации и содержания личиночного молочка, а также снижает зимний расход кормов на 4,9–10,8 % и ослабление семей на 3,1–4,4 % относительно контроля, тогда как у помесных пчел аналогичные эффекты ниже на 1,2–4,5 %, что подтверждает более высокую метаболическую отзывчивость чистопородного материала.
3. Формирование гнезда по форме «бороды» с фуражным медом, воспроизводящее естественный принцип концентрации кормов в центре зимнего клуба, в сочетании с оптимальными схемами подкормок снижает расход фуражного меда на 8,3–10,3 %, уменьшает ослабление семей на 5,8–8,0 % и повышает сохранность физиологических резервов на 4,3–11,0 %, по сравнению с двухсторонней сборкой, обеспечивая дополнительный прирост силы семей перед главным медосбором на 3,6–6,6 % и суммарного количества выращенного расплода на 13,6–17,5 %.

4. Индексы весеннего роста силы и расплода прямо детерминированы уровнем осенней физиологической подготовки и архитектурой зимнего гнезда, где сочетание сборки по форме «бороды» с комплексной биохимической стимуляцией формирует к началу главного медосбора семьи с индексом роста силы 3,94–4,05 раза и среднесуточным выращиванием расплода до 256,07 квадрата, что превышает контрольные показатели на 31,8–35,4 %.

5. Этологические показатели летной активности и нагрузки медового зобика в период главного медосбора находятся в прямой корреляционной зависимости с индексами весеннего развития и определяют конечную товарную продуктивность семей: применение оптимальных схем подкормок и сборки гнезда по форме «бороды» обеспечивает карпатским пчелам летную активность 475,02 вылета за три минуты, нагрузку зобика 66,96 мг, сбор центробежного меда 53,70 кг и отстройку 17,0 рамок вошины, что на 1,4–58,4 % превышает показатели помесных аналогов.

6. Разработанный технологический комплекс, сочетающий чистопородное разведение 45-й линии карпатской породы, осеннюю стимуляцию медовым сытом или сиропом с хлористым кобальтом и пребиотиком, а также формирование гнезда по форме «бороды», является научно обоснованной основой для минимизации зимних потерь, снижения кормовых затрат и максимизации товарной продуктивности пчеловодческих хозяйств центральной полосы России, обеспечивая стабильный прирост хозяйственно-полезных признаков на 15–25 % относительно традиционных технологий содержания.

7. Показатели аминокислотного и азотистого обмена (содержание гистидина, тирозина, общего азота) и каловая нагрузка толстой кишки являются чувствительными биохимическими маркерами метаболической устойчивости: у пчел 45-й линии карпатской породы после зимовки сохранность гистидина выше на 5,7–9,3 %, тирозина – на 6,5–15,4 %, общего азота – на 2,8–7,1 % по сравнению с помесными семьями, а применение схемы сборки гнезда «бородой» дополнительно снижает потери азотистых соединений на 4,4–5,9 %, что позволяет использовать данные параметры для объективной диагностики качества зимовки и раннего прогнозирования весенней жизнеспособности пчелиных семей.

8. Экономическая оценка результатов эксперимента подтверждает целесообразность использования чистопородного материала 45-й линии карпатской породы в сочетании с комплексной стимуляцией питания и формированием гнезда по форме «бороды»: данная комбинация обеспечивает прибыль 10989,00–11012,10 рублей с одной пчелиной семьи за сезон, уровень рентабельности 167,52–171,66 % и себестоимость медовой единицы 84,66–85,98 рублей, что превышает показатели традиционных технологий содержания по прибыли в 2,049–2,053 раза, по рентабельности — в 1,92–1,97 раза и снижает себестоимость в 1,43–1,45 раза, обосновывая экономическую эффективность разработанного технологического комплекса для промышленного пчеловодства.

Степень достоверности и апробация результатов. По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, 3 в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России. Материалы исследований по теме диссертации были представлены на:

- Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева (5-7 июня 2023 г., Москва);
- Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию Тимирязевской академии (2-4 июня 2025г., Москва);
- Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 25-летию учебно-научно-производственной АПИ-лаборатории биологического факультета Кубанского государственного университета, 2026.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 159 страницах, включает введение, основную часть, содержащую 26 таблиц и 1 рисунок, заключение, библиографический список, включающий 198 источников, в том числе 83 на иностранном языке.

Личный вклад автора включает написание методики и проведение 3-х серий опытов в соответствии с методикой диссертационного исследования, анализ экспериментальных данных и создание таблиц, статистическую обработку результатов, написание научных статей по теме исследования, участие в конференциях, описание результатов исследований в главах диссертации для представления к защите.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в период с 2022 по 2024 год на базе учебно-опытной пасеки, расположенной в центральной полосе России (координаты 54°45' с.ш., 37°37' в.д.), в условиях умеренно-континентального климата с продолжительностью безоблётного периода 150–165 дней. Исследования проводились в соответствии с утверждённой программой, включающей три взаимосвязанных этапа: морфометрическую оценку экстерьерных признаков, изучение динамики осеннего физиологического развития и анализ показателей зимовки при различных технологических приёмах подготовки гнёзд.

Эксперимент построен по принципу факторного дизайна с двумя независимыми переменными: породная принадлежность (45-я линия *Apis mellifera carpatica* vs, помесные семьи неизвестного происхождения) и схема стимулирующей подкормки (6 вариантов). Общая схема исследований представлена на рис. 1.

Дополнительно оценивалось влияние архитектуры гнезда (двухсторонняя сборка vs сборка по форме «бороды») на показатели зимовки. Всего сформировано 24 группы по 5 семей (n=120), что обеспечило необходимую статистическую достаточность. Семьи выровнены по силе (10–12 улочек), количеству расплода (8–10 рамок) и массе кормовых запасов (≥15 кг мёда и 2–3 рамки перги). Матки первого года жизни, маркированы, проверены на плодовитость. Пчёлы содержались в 12-рамочных ульях Дадан-

Блатт с магазинными надставками на полурамку, линейное размещение, интервал 1,5–2,0 м, ориентация летков на юго-восток. Стимулирующие подкормки проводились с 24 июля по 6 сентября трижды в неделю в вечернее время путём установки кормушек-рамок (ёмкость 1,0 л). Разовая доза составляла 250–300 мл/семью.



Рисунок 1 – Общая схема исследований

Составы рационов представлены в таблице 1. Морфометрические исследования проводились на выборке из 30 рабочих пчёл от каждой семьи (всего n=3600) в период с 15 августа по 10 сентября. Отбор осуществлялся методом случайной выборки из центральной части гнезда с последующей эвтаназией парами хлороформа.

Таблица 1 - Схемы стимулирующих подкормок

Вариант	Состав подкормки	Концентрация/доза
1. Контроль	Сахарный сироп (СС)	Сахар:вода = 1:1
2. СС + CoCl ₂	СС + хлористый кобальт	0,5 г/л СС
3. Медовое сыто (МС)	Кормовой мёд в воде	1 кг мёда : 1 л воды
4. МС + CoCl ₂	МС + хлористый кобальт	0,5 г/л МС
5. СС + «Нэнни 2»	СС + пребиотическая смесь	7,5 г/л СС
6. СС + «Нэнни 2» + CoCl ₂	СС + пребиотик + кобальт	7,5 г/л + 0,5 г/л

Динамику репродуктивной активности и физиологического состояния изучали с 24 июля по 9 октября с интервалом 10–14 дней. Среднесуточную яйценоскость маток рассчитывали по площади печатного расплода (рамка-сетка 5×5 см) по формуле: $M_{ср.} = n \times 100 / 12$, где n – число квадратов, 100 – ячеек в квадрате, 12 – дней в запечатанном состоянии. Силу семей оценивали в улочках и килограммах (1 улочка = 300 г). Для определения массы, состояния глоточных желез и жирового тела зрелый расплод помещали в рамочный изолятор, отбирали 500 однодневок, метили и возвращали в семьи. Массу пчёл определяли на аналитических весах (точность 0,1 мг) после 2-ч голодной выдержки. Степень развитости органов оценивали по 5-балльной шкале (адаптация Маурицио, 1954; модификация Гесса) с гистологической верификацией 10% выборки (фиксация в Буэне, заливка в парафин, окраска гематоксилин-эозином). Содержание личиночного молочка определяли микропипетированием из ячеек с трёхсуточными личинками в утренние часы.

Биохимический анализ гемолимфы включал микропункцию дорсального синуса во втором брюшном тергите. Навеску 50 мг гидролизovali в 10 мл 6н HCl при 105°C в течение 24 ч в герметичных ампулах. После многократного упаривания с дистиллированной водой до нейтральной реакции сухой остаток анализировали на автоматизированном аминокислотном анализаторе Hitachi Lachrom Elite (аккредитованная лаборатория РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева). Определяли содержание гистидина, тирозина, общего азота и каловую нагрузку толстой кишки гравиметрическим методом.

Этологические показатели и продуктивность оценивали в период главного медосбора. Лётную активность регистрировали видеосъёмкой с показровым анализом (вылеты за 3 мин). Нагрузку медового зобика определяли путём препарирования фуражиров и взвешивания содержимого на торсионных весах ВТ-500. Товарную продуктивность учитывали по массе откачанного мёда, отстроенной вошины, прополиса и обножки.

Подготовка к зимовке завершалась в сентябре после окончания подкормок. Гнёзда формировали двумя способами: 1) традиционная двухсторонняя сборка (полномедные рамки по краям, убывание массы к центру); 2) сборка по форме «бороды» (2–3 полномедные рамки в центре, симметричное убывание к краям), воспроизводящее естественную концентрацию кормов в зимнем клубе. Норма кормов: 22–24 кг/семью + 2

рамки на весеннее обновление. Зимовка проводилась в специализированном зимовнике при температуре $+2...+4^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 75–85%. Контроль осуществлялся ежемесячно (взвешивание ульев, акустический мониторинг). Весенняя оценка (24 марта) включала подсчёт улочек, определение изменения массы, расчёт расхода фуражного мёда, процент сохранности семей и повторную физиологическую диагностику на выборке из 30 пчёл/семью.

Статистическую обработку данных проводили в пакете Statistica 12.0. Применяли двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA) для оценки влияния факторов и их взаимодействий, пост-хок тест Тьюки при $p<0,05$, расчёт коэффициентов вариации (C_v , %) и корреляционный анализ Пирсона. Результаты представлены в формате $M\pm m$. Различия считались достоверными при $p<0,05$. Визуализация осуществлялась с указанием доверительных интервалов.

Все манипуляции с пчелиными семьями выполнялись в соответствии с этическими принципами работы с беспозвоночными, утверждёнными локальными нормативными актами учреждения. Минимизация стресса обеспечивалась проведением работ в вечернее время, использованием щадящих методов отбора проб и соблюдением санитарно-гигиенических норм. Применяемые препараты сертифицированы для использования в сельском хозяйстве РФ.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Экстерьерные признаки рабочих пчел 45-й линии карпатской породы при стимулирующих подкормках

Проведённый морфометрический анализ выявил статистически значимое превосходство чистопородных пчёл по всем изученным признакам. Длина хоботка в оптимальном варианте кормления (медовое сыто с хлористым кобальтом) достигла 6,92 мм, что на 4,1 % превышало лучший результат помесей (табл. 2).

Таблица 2 - Длина хоботка, кубитальный и тарзальный индексы рабочих пчел

Группы	Длина хоботка, мм		Кубитальный индекс, %		Тарзальный индекс, %	
	$M\pm m$	$C_v, \%$	$M\pm m$	$C_v, \%$	$M\pm m$	$C_v, \%$
45-я линия карпатской породы						
1-я, сахарный сироп (СС)	6,58 $\pm$ 0,03	1,14	40,6 $\pm$ 0,03	4,46	58,40 $\pm$ 0,57	4,92
2-я, СС+ CoCl_2	6,75 $\pm$ 0,02	1,72	39,4 $\pm$ 0,24	3,06	57,63 $\pm$ 0,41	3,58
3-я, медовое сыто (МС)	6,87 $\pm$ 0,03	2,30	37,44 $\pm$ 0,23	3,09	58,28 $\pm$ 0,58	4,97
4-я, МС + CoCl_2	6,92 $\pm$ 0,02	1,78	36,64 $\pm$ 0,29	3,93	56,78 $\pm$ 0,54	4,72
5-я, СС + Нэнни 2	6,86 $\pm$ 0,03	2,20	37,6 $\pm$ 0,32	4,21	57,22 $\pm$ 0,53	4,67
6-я, СС +Нэнни 2+ CoCl_2	6,90 $\pm$ 0,030	2,10	37,0 $\pm$ 0,34	4,53	58,15 $\pm$ 0,52	4,51
помесные						
1-я, СС	6,58 $\pm$ 0,03	2,14	49,20 $\pm$ 0,95	9,69	57,97 $\pm$ 0,79	6,79
2-я, СС+ CoCl_2	6,61 $\pm$ 0,03	2,43	50,12 $\pm$ 0,90	9,00	58,34 $\pm$ 0,81	6,94
3-я, МС	6,64 $\pm$ 0,03	2,24	51,20 $\pm$ 0,73	7,09	58,14 $\pm$ 0,89	7,68
4-я, МС + CoCl_2	6,65 $\pm$ 0,03	1,95	49,84 $\pm$ 0,44	4,43	59,23 $\pm$ 0,81	6,88
5-я, СС + Нэнни 2	6,68 $\pm$ 0,03	2,05	50,32 $\pm$ 0,41	4,05	59,58 $\pm$ 0,76	6,38
6-я, СС +Нэнни 2 + CoCl_2	6,71 $\pm$ 0,03	2,34	49,60 $\pm$ 0,35	3,54	59,35 $\pm$ 0,79	6,59

Коэффициенты вариации у карпатских пчёл оставались в узких пределах от 1,14 до 2,30 %, что свидетельствует о высокой генетической однородности и предсказуемости реакции на биохимическую стимуляцию. Таксономическая специфика подтверждена значениями кубитального индекса, который у карпатов варьировал в диапазоне 36,64–40,60 %, тогда как у помесей достоверно превышал эти показатели на 22–38 %, достигая 49,20–51,20 %. Площадь воскового зеркала в контрольной группе составила 3,73 мм², а при комбинированной подкормке сахарным сиропом с пребиотиком Нэнни 2 и кобальтом увеличилась до 3,98 мм², обеспечив абсолютное превосходство над помесным материалом на 14,37 % (табл. 3).

Таблица 3 - Длина, ширина и площадь воскового зеркала рабочих пчел, мм

Группы	Восковое зеркальце					
	длина		ширина		площадь	
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%
	45-я линия карпатской породы					
1-я, СС	1,49±0,02	4,33	2,50±0,03	3,29	3,73±0,04	5,57
2-я, СС+ CoCl ₂	1,50±0,01	3,66	2,52±0,03	2,73	3,78±0,04	4,72
3-я, МС	1,52±0,01	4,03	2,54±0,03	2,76	3,86±0,04	5,53
4-я, МС+CoCl ₂	1,54±0,01	3,70	2,55±0,03	2,47	3,92±0,04	5,03
5-я, СС+Нэнни 2	1,55±0,01	3,42	2,56±0,02	2,28	3,96±0,03	3,68
6-я, СС+Нэнни 2 +CoCl ₂	1,55±0,01	3,23	2,56±0,03	2,17	3,98±0,03	3,90
Группы	помесные					
1-я, СС	1,37±0,01	5,27	2,38±0,01	2,94	3,27±0,05	7,05
2-я, СС+ CoCl ₂	1,38±0,02	5,93	2,38±0,02	3,62	3,28±0,06	8,62
3-я, МС	1,41±0,02	6,63	2,39±0,01	3,02	3,37±0,05	7,38
4-я, МС+CoCl ₂	1,41±0,02	6,42	2,41±0,02	4,32	3,41±0,07	10,02
5-я, СС+Нэнни 2	1,41±0,01	5,22	2,42±0,02	4,96	3,42±0,06	8,54
6-я, СС+Нэнни 2 +CoCl ₂	1,43±0,02	6,73	2,42±0,02	4,00	3,48±0,07	9,79

Одновременно отмечено снижение фенотипической изменчивости у чистопородных особей до 2,17–3,90 %, тогда как у помесей вариабельность возрастала до 10,02 %. Длина третьего стернита брюшка, прямо коррелирующая с объёмом медового зобика и общей работоспособностью, у карпатских пчёл была выше на 7,43–7,61 %.

3.2 Яйценоскость пчелиных маток и рефлекс выращивания расплода в пчелиных семьях при подготовке к зимовке

Динамика среднесуточной яйценоскости маток показала исходное преимущество 45-й линии карпатской породы на уровне 8,2–8,6 % (табл. 4).

Пиковые значения, зафиксированные 18 августа, в группах комплексной стимуляции достигли 1940,0 яиц в сутки, превысив контрольные показатели на 10,2 % и фоновые значения на 76,2 %. К концу августа стимулированные семьи сохранили более высокий уровень яйцекладки (1300,8 яиц в сутки), при этом соотношение пикового и завершающего показателей составило 1,49 против 1,71 в контроле, что указывает на пролонгированный эффект подкормок и более плавное угасание репродуктивной активности. Развитие рефлекса выращивания расплода повторяло динамику яйценоскости с

естественным биологическим лагом в двенадцать суток. К 30 августа площадь расплода в оптимальных группах карпатских пчёл достигла 232,80 квадратов, превысив контроль на 10,2 %. К 12 сентября, в период естественного прекращения откладки яиц, площадь расплода в стимулированных семьях сохранялась на уровне 149,80–156,10 квадратов, что на 20,8–25,9 % выше контроля и способствует формированию сбалансированной возрастной структуры осенней генерации.

Таблица 4 - Среднесуточная яйценоскость пчелиных маток в осенний период

Группы и виды стимулирующих Подкормок	Яйценоскость пчелиных маток, яиц/шт.			
	24.VII -фон	6. VIII	18.VIII	30.VIII
Пчеломатки в семьях 45-й линии				
1-я, СС	1103,3	1464,2	1762,5	1033,3
2-я, СС+ CoCl ₂	1108,3	1521,7	1810,8	1078,3
3-я, МС	1124,2	1785,8**	1914,2**	1297,5**
4-я, МС + CoCl ₂	1100,8	1827,5***	1940,0***	1300,8**
5-я, СС + Нэнни 2	1125,0	1771,7***	1908,3***	1248,3***
6-я, СС +Нэнни 2 +CoCl ₂	1120,0	1825,8***	1937,5***	1292,5***
Пчеломатки в помесных пчелиных семьях				
1-я, СС	1017,5	1307,5	1517,5	936,7
2-я, СС+ CoCl ₂	1026,7	1351,7	1584,2	985,8
3-я, МС	1045,0	1510,8*	1704,2**	1135,8**
4-я, МС + CoCl ₂	1038,3	1585,0***	1760,8***	1180,8***
5-я, СС + Нэнни 2	1020,8	1501,7**	1691,7**	1125,0**
6-я, СС +Нэнни 2 +CoCl ₂	1030,8	1577,5***	1755,8***	1178,3***

Примечание. Здесь и далее в *-р $\leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$ по сравнению с контрольной группой;

3.3 Биологические и интерьерные показатели рабочих пчел при подготовке к зимовке

Оценка интерьерных признаков подтвердила высокий конституциональный статус чистопородного материала. К 9 октября масса рабочих пчёл в группе медового сыта с кобальтом достигла 114,50 мг, что на 10,3 % превышало аналогичный показатель помесей. Степень развитости глоточных желез в оптимальных условиях составила 3,78 балла, жирового тела – 4,85 балла, демонстрируя отставание помесного поголовья на 5,9–7,5 %. Секреторная активность кормилиц, оценённая по массе личиночного молочка, в пиковый период 18 сентября достигла 14,15 мг (табл. 5), а к началу октября сохранилась на уровне 12,33–13,15 мг, что на 40,0–45,0 % выше контроля.

У помесных семей прирост секреторной способности не превышал 18,5 %, что свидетельствует о более раннем угасании функции гипофарингеальных желез и менее стабильном липидном обмене.

Таблица 5 - Содержание личиночного молочка в ячейках с 3- сут. личинками

Группы и виды стимулирующих подкормок	Масса личиночного молочка, мг			
	6.VIII -фон	27.VIII	18.IX	9.X
Пчелиные семьи 45-й линии				
1-я, СС	9,14	10,23	10,90	9,07
2-я, СС+ CoCl ₂	9,30	10,60	11,84	11,57
3-я, МС	9,29	11,20**	12,67**	11,60**
4-я, МС + CoCl ₂	9,33	12,13***	13,29***	12,33***
5-я, СС + Нэнни 2	9,37	12,65***	13,56***	12,42***
6-я, СС +Нэнни 2 +CoCl ₂	9,26	13,37***	14,15***	13,15***
Помесные пчелиные семьи				
1-я, СС	8,30	9,32	9,57	8,98
2-я, СС+ CoCl ₂	8,37	9,45	9,63	9,41
3-я, МС	8,26	10,61*	10,52*	9,60
4-я, МС + CoCl ₂	8,29	10,69*	10,85*	10,15
5-я, СС + Нэнни 2	8,30	11,17**	11,23**	10,64**
6-я, СС +Нэнни 2 +CoCl ₂	8,34	11,67**	11,80**	10,20*

Установлено, что для 45-й линии карпатской породы оптимальными схемами стимулирующего питания являются комбинации медового сыта с хлористым кобальтом и сахарного сиропа с пребиотиком Нэнни 2 в сочетании с кобальтом. Данные рационы обеспечивают синергетический эффект, направленный на усиление белкового и липидного обмена, пролонгирование репродуктивного периода и формирование физиологически полноценной осенней генерации пчёл. Сравнительный анализ подтвердил более высокий селекционный потенциал и конституциональную устойчивость чистопородного материала: прирост ключевых экстерьерных и интерьерных признаков составил от 2,0 до 14,4 % при одновременном снижении фенотипической изменчивости. Полученные результаты создают надёжные предпосылки для повышения зимостойкости, медосборной и воскопродуктивной способности пчелиных семей, обосновывая целесообразность целенаправленного использования 45-й линии карпатской породы в условиях биохимической модуляции кормовых рационов.

3.4 Результаты зимовки пчелиных семей 45-й линии карпатской породы при разных способах формирования гнезда с кормовыми запасами

3.4.1 Сохранность силы (массы) пчелиных семей по результатам зимовки

Установлено, что сохранение силы и массы пчелиных семей в безоблетный период достоверно зависит как от генотипа, так и от архитектуры гнезда (табл. 6).

Таблица 6 - Сила пчелиных семей до и после зимовки

Группы и виды стимулирующих подкормок	Количество улочек, шт.			
	перед зимовкой на 9.X		после зимовки на 24.III	
	45-линия	помесные	45-линия	помесные
Двухсторонняя сборка гнезда с фуражным медом				
1-я, СС	11,00	11,12	8,30	7,86
2-я, СС+ CoCl ₂	11,30	11,23	8,46	7,92
3-я, МС	11,20	11,45	8,62	7,16
4-я, МС + CoCl ₂	11,35	11,40	8,87	7,47
5-я, СС + Нэнни 2	11,23	11,30	9,10	7,60
6-я, СС +Нэнни 2 +CoCl ₂	11,40	11,28	9,56	7,74
Сборка гнезда по форме «бороды» с фуражным медом				
1-я, СС	11,20	11,24	9,41*	8,26*
2-я, СС+ CoCl ₂	11,40	11,38*	9,55**	8,62*
3-я, МС	11,14	11,49**	9,72***	9,16**
4-я, МС + CoCl ₂	11,26	11,35**	10,10****	9,47***
5-я, СС + Нэнни 2	11,37	11,42**	10,20***	9,56***
6-я, СС +Нэнни 2 +CoCl ₂	11,29	11,30**	10,35****	9,84***

При двухсторонней сборке контрольные семьи 45-й линии после зимовки сохранили в среднем 8,30 улочки при массе 2,49 кг, что соответствует потере 24,5% исходных показателей, тогда как помесные семьи показали худшие результаты: 7,86 улочки и 2,36 кг при потере 29,3%. Применение комплексных стимулирующих подкормок значительно улучшило данные показатели. В группе с сочетанием сахарного сиропа, пребиотика Нэнни 2 и хлористого кобальта карпатские семьи при двухсторонней сборке сохранили 9,56 улочки и 2,87 кг, превысив контроль на 15,2–15,3%. Переход к сборке гнезда по форме бороды усилил положительный эффект: оптимальная схема обеспечила сохранность 10,35 улочки и массы 3,11 кг при минимальных зимних потерях биомассы всего 8,3%, что на 10,0% и 8,4% лучше показателей двухсторонней сборки. Абсолютные значения у помесных семей в аналогичных условиях оставались ниже на 5,2–5,4%, что подтверждает более высокий конституциональный потенциал и устойчивость чистопородного материала к зимнему стрессу.

3.4.2 Потребление фуражного меда зимой и сохранность пчелиных семей при разных способах сборки гнезда на зимовку

Анализ потребления фуражного меда и процента сохранности семей выявил выраженную экономию кормов при использовании природоориентированной сборки гнезда. При двухстороннем размещении рамок контрольные карпатские семьи израсходовали 18,50 кг корма, сохранив 6,00 кг, при показателе сохранности 93,2%. Помесные семьи потребили 20,30 кг, сохранив 4,40 кг, при сохранности 90,5%. Стимулирующие подкормки снизили расход кормов на 4,9–10,8% у карпатов и на 1,7–5,9% у помесей относительно контроля, одновременно повысив сохранность семей до 96,5–97,6% и 93,2–95,1% соответственно. Сборка гнезда по форме бороды обеспечила дополнительную экономию ресурсов: карпатские семьи при комплексной подкормке израсходовали лишь 15,50–16,95 кг, сохранив 8,60–

8,80 кг корма и достигнув сохранности 98,9%. Это на 8,3–10,3% и 4,7 % лучше контроля при двухсторонней сборке. Расход корма в расчете на одну сохранившуюся улочку в оптимальной группе карпатских пчел составил минимальные 1,53 кг, тогда как у помесей в аналогичных условиях показатель достиг 1,87 кг, что на 22,2% выше. При двухсторонней сборке разница между группами по этому параметру возрастала до 25,4–40,2%, свидетельствуя о более рациональном распределении энергетических ресурсов в семьях 45-й линии.

3.4.3 Состояние жирового тела и глоточных желез пчелиных особей после зимовки при сборке гнезда фуражным медом традиционным способом и по форме «бороды»

Оценка физиологического состояния рабочих особей после безоблетного периода, проведенная по степени сохранности жирового тела и глоточных желез, подтвердила высокую зимостойкость чистопородного материала. Перед зимовкой карпатские пчелы демонстрировали исходный уровень резервов на уровне 4,49–4,78 балла по жировому телу и 3,50–3,75 балла по глоточным железам, превышая показатели помесей на 5,4–7,5% и 6,0–7,1%. После зимовки при двухсторонней сборке контрольные группы карпатских пчел сохранили 3,12 и 2,57 балла соответственно, тогда как помесные – 3,02 и 2,34 балла. Применение стимулирующих подкормок в сочетании со сборкой гнезда по форме бороды минимизировало физиологическую деградацию тканей: оптимальная схема обеспечила карпатским пчелам сохранность жирового тела на уровне 3,84 балла и глоточных желез 3,14 балла, что на 23,1% и 22,2% выше контроля. У помесных пчел аналогичные условия позволили достичь 3,62 и 2,84 балла, что на 5,7–10,6% ниже карпатских аналогов. Вариабельность показателей у карпатской линии оставалась минимальной, тогда как у помесей наблюдался более широкий разброс значений, что указывает на высокую генетическую детерминацию и адаптационную пластичность 45-й линии.

3.4.4 Содержание незаменимых аминокислот в организме рабочих пчел до и после зимовки семей

Мониторинг содержания эссенциальных аминокислот гистидина и тирозина в организме рабочих пчел проводился как чувствительный индикатор эффективности белкового питания и интенсивности метаболических процессов в период зимовки. Гистидин, участвуя в регуляции иммунного ответа и обладая антиоксидантными свойствами, способствует стабилизации клеточных мембран в условиях оксидативного стресса, тогда как тирозин, являясь субстратом для синтеза катехоламинов и меланинов, обеспечивает адаптацию к температурным колебаниям и нейроэндокринную регуляцию зимнего покоя. Исследования показали, что исходный уровень данных аминокислот перед зимовкой (9 октября) достоверно различался между генотипами: при двухсторонней сборке гнезда в контрольной группе карпатские пчелы 45-й линии превосходили помесей по содержанию гистидина на 4,3% (1055,5 против 1011,7 мкмоль/л), а по тирозину — на 6,8%

(197,2 против 184,6 мкмоль/л). Применение стимулирующих подкормок обеспечило достоверное увеличение показателей: в оптимальной группе (медовое сыто с хлористым кобальтом) карпатские пчелы достигли 1210,2 мкмоль/л по гистидину и 216,7 мкмоль/л по тирозину, превышая контроль на 14,7% и 9,9%.

После зимовки (24 марта) во всех группах зафиксировано закономерное снижение содержания аминокислот, отражающее расходование белковых резервов, однако интенсивность данного процесса существенно различалась. У карпатских пчел при двухсторонней сборке контрольная группа сохранила 962,3 мкмоль/л гистидина и 141,7 мкмоль/л тирозина (потери 8,8% и 28,1%), тогда как применение стимулирующих добавок в группе $MC+CoCl_2$ обеспечило лучшую сохранность показателей: 1011,5 и 166,0 мкмоль/л соответственно, что превышает контроль на 5,1% и 17,2%. У помесных пчел при аналогичных условиях потери были выше, а абсолютные значения после зимовки уступали карпатским аналогам по гистидину на 5,7–9,3%, по тирозину — на 6,5–15,4%.

Сборка гнезда по форме бороды, имитирующая естественное размещение кормовых запасов, показала дополнительное преимущество для сохранности аминокислотного профиля. У карпатских пчел при данном способе оптимальная схема подкормки (сахарный сироп + пребиотик Нэнни 2 + хлористый кобальт) обеспечила сохранность гистидина на уровне 1012,1 мкмоль/л и тирозина 169,3 мкмоль/л, что соответствует минимальным потерям 16,1% и 17,8% относительно исходного уровня и превышает показатели контроля на 2,9–19,1%. Переход от двухсторонней сборки к природоориентированной архитектуре гнезда обеспечил карпатским пчелам дополнительное снижение потерь гистидина на 1,7–2,2 % и тирозина на 0,3–1,7 %, тогда как у помесей аналогичный эффект был менее выражен, что подтверждает более высокую метаболическую пластичность чистопородного материала.

3.4.5 Азотистый обмен и каловая нагрузка в процессе зимовки

После зимовки (24 марта) во всех группах зафиксировано закономерное снижение содержания азота и увеличение каловой нагрузки, отражающие расходование эндогенных резервов и накопление экскрементов в безоблетный период. У карпатских пчел при двухсторонней сборке контрольная группа сохранила 22,1 мг азота (потеря 31,6%) при каловой нагрузке 30,1 мг, тогда как применение комплексной стимуляции в группе $MC+CoCl_2$ обеспечило сохранность 24,1 мг азота (превышение контроля на 9,0%) при нагрузке 36,8 мг. У помесных пчел аналогичные условия дали худшие результаты: сохранность азота 22,5 мг (превышение контроля лишь на 4,7%) при каловой нагрузке 38,5 мг. Межпородное сравнение выявило стабильное преимущество 45-й линии по сохранности азотистых показателей: после зимовки разница составила 2,8–7,1% в зависимости от схемы подкормки.

Сборка гнезда по форме бороды, имитирующая естественное размещение кормовых запасов, продемонстрировала дополнительное

преимущество для контроля азотистого обмена и минимизации каловой нагрузки. У карпатских пчел при данном способе оптимальная схема (медовое сыто с хлористым кобальтом) обеспечила содержание азота 25,1 мг (потеря 30,3% относительно исходного уровня) и каловую нагрузку 37,6 мг, превышая показатели контроля на 3,3%. Переход от двухсторонней сборки к природно ориентированной архитектуре гнезда дополнительно снизил потери азота на 4,4–5,9 % и умеренно ограничил прирост каловой нагрузки на 2,1–3,4 %, тогда как у помесей аналогичный эффект был менее выражен (1,2–2,8 %), что подтверждает более высокую метаболическую пластичность чистопородного материала.

3.5 Весенне-летнее развитие силы и выращивания расплода пчелиными семьями

В исследовании оценивалось весеннее развитие семей 45-й линии карпатской породы и помесных пчел, прошедших зимовку при двусторонней сборке гнезда и по форме «бороды», на фоне повторного применения осенних схем стимулирующих подкормок в условиях ранневесеннего отсутствия естественного взятка.

Оценка исходного состояния после весеннего обновления (23 апреля) выявила прямую зависимость стартовых параметров от предзимней подготовки. При двусторонней сборке контрольные карпатские семьи имели 9,30 улочки и 72,60 квадратов печатного расплода, превосходя помесные аналоги на 4,5–8,2%. Применение комплексных схем (МС+CoCl₂, СС+Нэнни 2+CoCl₂) повысило стартовую силу до 10,86–11,50 улочек, а количество расплода – до 95,30–109,50 квадратов. Сборка гнезда по форме «бороды» закономерно усилила исходные показатели, расширив межпородные различия до 10,2–16,7% по силе семей и подтвердив кумулятивный эффект природно ориентированной архитектуры зимнего клуба.

К 25 июня во всех группах зафиксирован интенсивный рост. При двусторонней сборке карпатские семьи контроля достигли 27,8 улочки (индекс роста 2,99) и суммарно вырастили 503,40 квадратов расплода. Оптимальные схемы стимуляции обеспечили силу 42,9–44,0 улочки (индекс до 4,05) и выход расплода 648,70–649,30 квадратов (среднее 216,23–216,43 квадрата), превышая контроль на 54–58% по силе и на 28–29% по расплоду. У помесных пчел аналогичные схемы дали прирост силы до 33,10 улочки (индекс 3,46) и расплода до 752,90 квадратов, однако абсолютное превосходство карпаток сохранилось на уровне 13,7–32,9%, что подтверждает их более высокий потенциал конвертации предзимних резервов в новое поколение.

Переход к сборке гнезда по форме «бороды» оказал выраженный синергетический эффект. У карпатских семей данная архитектура в сочетании с комплексной подкормкой обеспечила абсолютный максимум: силу 46,9 улочки и суммарный выход расплода 763,10 квадратов (среднее 254,37 квадрата). По сравнению с двусторонней сборкой прирост силы составил 3,6–6,6%, а выход расплода увеличился на 13,6–17,5%. У помесных пчел эффект от изменения гнезда был менее контрастным, что указывает на более высокую

адаптационную пластичность чистопородного материала. Примечательно, что у карпатских пчел даже минимальная стимуляция обеспечивала показатели, сопоставимые с лучшими результатами помесей, подчеркивая генетическую стабильность и селекционную ценность линии.

3.6 Этологические показатели и продуктивность пчелиных семей

3.6.1 Этологические показатели

Летная активность рабочих пчел и нагрузка медового зобика оценивались в периоды поддерживающего и главного медосбора для комплексной характеристики фуражировочной эффективности семей. В фазу поддерживающего медосбора, когда собираемый нектар расходуется преимущественно на текущие метаболические нужды и выкармливание расплода, пчелы 45-й линии карпатской породы показывали устойчивое превосходство над помесными аналогами. После зимовки с двухсторонней сборкой гнезда в контрольной группе фиксировалось 224,40 вылетов за 3 минуты, тогда как применение комплекса медового сыта с хлористым кобальтом повышало показатель до 259,00, превышая контроль на 15,4%. Помесные семьи в оптимальных условиях достигали 255,30 вылетов, уступая чистопородному материалу 2,2–2,3%. В период главного медосбора интенсивность летной деятельности всех групп закономерно возрастала, однако темпы мобилизации фуражировочного потенциала у карпатских пчел были существенно выше: оптимальные схемы обеспечили 466,20–475,02 вылета, что на 38,5–39,5% превышало контрольные значения. Нагрузка медового зобика, отражающая эффективность единичного рейса сборщицы, в этот период достигала 62,10–66,96 мг у карпатонок и 59,04 мг у помесей. Сборка гнезда по форме «бороды», имитирующая естественную концентрацию кормов в центре зимнего клуба, дополнительно усиливала этологические показатели, повышая летную активность на 1,2–1,9% и нагрузку зобика на 1,8–4,7% относительно двухсторонней схемы. Выявленная прямая корреляционная зависимость между летной активностью в период главного взятка и сбором центробежного меда ($r=0,94-0,97$), а также между нагрузкой зобика и отстройкой сотов ($r=0,91-0,95$), подтверждает детерминирующую роль фуражировочного поведения в формировании товарной продукции и обосновывает использование этологических индикаторов для раннего прогнозирования хозяйственного результата.

3.6.2 Показатели продуктивности пчелиных семей

Оценка продуктивности семей подтвердила прямую конвертацию этологических преимуществ в конечный выход продукции. При двухсторонней сборке контрольные карпатские семьи собрали 36,90 кг центробежного меда, тогда как комплексная стимуляция повысила показатель до 43,95–45,80 кг (табл. 7). Помесные группы в аналогичных условиях обеспечили 24,10–30,40 кг, уступая на 17,6–31,0%. Переход к сборке гнезда по форме «бороды» обеспечил дополнительный прирост медосбора: у карпатских пчел в оптимальной группе он достиг 52,90–53,70 кг, превышая контроль на 35,1–36,6% и показатели помесей (33,90 кг) на 56,0–58,4%.

Восковыделительная способность также достоверно реагировала на биохимическую модуляцию: количество отстроенных рамок из вошины у карпаток увеличилось с 8,5–10,4 в контроле до 15,4–17,0 в стимулированных группах (+63,5–81,2%), тогда как у помесей этот показатель не превышал 11,2–11,5 рамок. Сбор прополиса и цветочной обножки в оптимальных вариантах достигал 0,28 кг и 1,52 кг соответственно, превышая контроль на 52,0–75,0% и опережая помесные аналоги на 33,3–38,2%. Чистопородный материал демонстрирует более эффективную утилизацию углеводных и белковых ресурсов, трансформируя их в товарные запасы и строительный материал с минимальными физиологическими потерями.

3.7 Экономическое обоснование результатов эксперимента

Экономическая эффективность применяемых технологий оценивалась путем приведения всей пчелопродукции к унифицированному показателю медовых единиц (МЕ), где 1 кг меда принимался за 1 МЕ, 1 кг прополиса – за 18,0 МЕ, 1 кг обножки – за 6,5 МЕ, 1 отстроенный сот – за 0,5 МЕ. При двухсторонней сборке выход продукции в контрольной группе карпатских семей составил 50,06 МЕ, а применение комплекса сахарного сиропа с пребиотиком и кобальтом повысило показатель до 63,67 МЕ (+27,2%). Помесные семьи в аналогичных условиях обеспечили 46,54 МЕ, уступая на 26,9%. Сборка гнезда по форме «борода» усилила синергетический эффект: оптимальная схема обеспечила карпатским семьям выход 76,30 МЕ, что на 41,6% выше контроля при данной сборке и на 52,4% превышает базовый контроль при двухсторонней сборке.

Структурный анализ показал, что центробежный мед формировал 67,4–69,3% общего объема МЕ, отстройка сотов – 10,9–11,1%, обножка и прополис – 13,0–14,2% и 6,6–7,5% соответственно. Абсолютное превосходство карпатской линии по всем компонентам составило 36,0–56,4%.

Финансовые параметры подтвердили высокую рентабельность разработанных приемов. Затраты на содержание одной семьи варьировали в узком диапазоне 6150,00–6560,00 руб., разница обусловлена стоимостью биодобавок и не превышала 6,7%, что свидетельствует о доступности стимулирующих рационов. При двухсторонней сборке прибыль от реализации продукции в контроле составила 5363,80 руб. у карпаток и 2307,10 руб. у помесей. Оптимальная стимуляция повысила прибыль до 8084,10 руб. (+50,7%), тогда как у помесей аналогичная схема дала 4144,20 руб. Переход к сборке по форме «борода» в сочетании с комплексной подкормкой обеспечил карпатским семьям максимальную прибыль 10989,00–11012,10 руб., превышая базовый контроль более чем в 2,0 раза. Себестоимость одной медовой единицы при этом снизилась с 122,85 руб. в контроле до 85,98 руб. в оптимальной группе (–30,0%), тогда как у помесей она оставалась на уровне 130,34 руб. Уровень рентабельности достиг 167,52–171,66% у карпатских пчел, что на 91,06–94,15 процентных пункта превышает показатели помесных семей (76,46–78,21%).

Таблица 7 - Показатели произведенной продукции пчелиными семьями

Группы и виды стимулирующих подкормок	Получено			Отстроено сотов из вошины
	прополиса, кг	цветочной обножки, кг	центробежного меда, кг	
45-я линия - двухстороння сборка гнезда				
1-я, СС - контроль	0,17	0,9	36,90	8,5
2-я, СС+ CoCl ₂	0,18	0,95	38,60	9,6
3-я, медовое сыто (МС)	0,20	1,0	42,50	13,5
4-я, МС + CoCl ₂	0,20	1,2	43,95	13,90
5-я, СС + Нэнни 2	0,19	1,25	39,20	14,0
6-я, СС +Нэнни 2 +CoCl ₂	0,21	1,29	43,80	15, 4
45-я линия - сборка гнезда по форме «бороды»				
1-я, СС - контроль	0,16	1,0*	39,30***	10,4**
2-я, СС+ CoCl ₂	0,17	1,2**	42,90***	12,6***
3-я, МС	0,25	1,4***	51,20***	16,8***
4-я, МС + CoCl ₂	0,23	1,45***	53,70***	17,0***
5-я, СС + Нэнни 2	0,26	1,46***	50,40***	15,80***
6-я, СС +Нэнни 2+CoCl ₂	0,28	1,52***	52,90***	16,96***
Помесные - двухстороння сборка гнезда				
1-я, СС - контроль	0,14	0,9	24,10	8,60
2-я, СС+ CoCl ₂	0,17	0,93	24,50	8,44
3-я, МС	0,18	0,98	26,30	9,6
4-я, МС + CoCl ₂	0,17	1,0	27,40	10,20
5-я, СС + Нэнни 2	0,16	1,1	28,20	10,8
6-я, СС +Нэнни 2 +CoCl ₂	0,17	1,15	30,40	11,2
Помесные - сборка гнезда по форме «бороды»				
1-я, СС - контроль	0,15	0,8	28,20	8,9
2-я, СС+ CoCl ₂	0,18**	0,85	28,90**	10,8**
3-я, МС	0,20**	0,91**	32,50***	10,70**
4-я, МС + CoCl ₂	0,21***	0,95***	33,90***	11,50***
5-я, СС + Нэнни 2	0,19**	1,0	33,00***	10,50**
6-я, СС +Нэнни 2+CoCl ₂	0,21***	1,1	33,90***	11,00***

Применение стимулирующих рационов экономически оправдано, поскольку дополнительные вложения многократно компенсируются приростом товарной массы и снижением удельных затрат. Наиболее высокую хозяйственную отдачу обеспечивает сочетание сборки гнезда по форме «бороды» с подкормкой сахарным сиропом или медовым сытом в комбинации с пребиотиком «Нэнни 2» и хлористым кобальтом, что позволяет сформировать семьи силой до 46,9 улочки, вырастить до 768,20 квадратов расплода и собрать 53,70 кг центробежного меда на семью, обеспечивая максимальную реализацию продуктивного потенциала и рентабельность пасеки в условиях умеренно-континентального климата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленной целью был реализован комплекс экспериментальных задач. Результаты их анализа позволяет сделать ниже следующие выводы и практические предложения.

Выводы:

1. Пчелы 45-й линии карпатской породы достоверно превосходят помесные семьи неизвестного происхождения по всем изучаемым экстерьерно-конституциональным признакам: длина хоботка выше на 2,0–4,1%, кубитальный индекс ниже на 22–38% (что соответствует породной специфике карпатской линии), длина третьего стернита больше на 7,4–7,6%, площадь воскового зеркала превышает показатели помесей на 14,1–14,4%, при этом коэффициенты вариации по всем признакам у чистопородного материала стабильно ниже на 1,5–3,2 %, что подтверждает высокую однородность пчел и селекционную стабильность 45-й линии.

2. Применение стимулирующих подкормок в осенний период обеспечивает достоверное улучшение физиологических показателей подготовки к зимовке: у карпатских пчел оптимальная схема (медовое сыто + хлористый кобальт) повышает яйценоскость маток в пиковый период на 10,1%, увеличивает площадь печатного расплода на 10,1%, массу рабочих пчел осенней генерации — на 4,8%, степень развитости жирового тела — на 8,0%, содержание личиночного молочка — на 29,8%, тогда как у помесных семей аналогичные приросты ниже на 1,2–4,5 %, что свидетельствует о более высокой метаболической отзывчивости чистопородного материала.

3. Показатели зимовки пчелиных семей 45-й линии карпатской породы статистически значимо превосходят помесные аналоги: сохранность силы семей после зимовки выше на 5,6–23,5%, сохранность массы — на 5,1–25,4%, экономия фуражного меда — на 18,6–45,5%, сохранность жирового тела — на 3,3–13,9%, сохранность глоточных желез — на 9,8–21,8%, при этом процент сохранности семей у карпатских пчел достигает 97,3–99,0% против 93,2–95,7% у помесей, что подтверждает более высокую адаптационную пластичность и зимостойкость чистопородного материала.

4. Пчелы 45-й линии карпатской породы демонстрируют статистически значимое превосходство над помесными семьями неизвестного происхождения по показателям сохранности незаменимых аминокислот и азотистого обмена после зимовки: содержание гистидина выше на 5,7–9,3%, тирозина — на 6,5–15,4%, общего азота — на 2,8–7,1%, при этом применение стимулирующих подкормок на основе медового сыта или сахарного сиропа с хлористым кобальтом и пребиотиком Нэнни 2 обеспечивает достоверное снижение потерь гистидина на 4,7–17,2 %, тирозина — на 3,9–5,1 % и общего азота — на 4,7–9,0 % относительно контроля, что подтверждает более высокую метаболическую устойчивость и эффективность утилизации белковых резервов у чистопородного материала в условиях зимнего стресса.

5. Формирование гнезда по форме «бороды» с фуражным медом, воспроизводящее естественный принцип концентрации кормов в центре зимнего клуба, обеспечивает дополнительное преимущество для сохранности биохимических показателей обеих породных групп: у карпатских пчел переход к данному способу сборки снижает потери гистидина на 1,7–2,2 %, тирозина — на 0,3–1,7 % и общего азота — на 4,4–5,9 % по сравнению с двухсторонней сборкой, тогда как у помесных семей аналогичный эффект менее выражен (0,2–2,8 %), что обосновывает целесообразность

использования аминокислотного профиля, содержания азота и каловой нагрузки в качестве чувствительных биохимических маркеров для объективной диагностики качества зимовки и раннего прогнозирования весенней жизнеспособности пчелиных семей в производственной практике пчеловодства.

6. Индексы весеннего роста силы и расплода прямо детерминированы уровнем осенней физиологической подготовки: у карпатских пчел при применении оптимальной схемы подкормок и сборки гнезда по форме «бороды» индекс роста силы семей достигает 3,94–4,05 раза (превышая контроль на 31,8–35,4%), среднесуточное выращивание расплода — 254,37–256,07 квадрата (превышая контроль на 30,0–31,6%), тогда как у помесных семей аналогичные показатели ниже на 7,4–17,1% по индексу роста силы и на 0,7–1,4% по количеству расплода, что подтверждает кумулятивный эффект предзимней биохимической стимуляции на весеннее развитие семей.

7. Этологические показатели летной активности и нагрузки медового зобика в период главного медосбора находятся в прямой корреляционной зависимости с индексами весеннего развития (коэффициент корреляции Пирсона $r=0,94-0,97$): у карпатских пчел оптимальная комбинация технологических приемов обеспечивает превышение по сравнению с контрольной группой летной активности на 39,5%, нагрузки медового зобика на 28,3%, что подтверждает более высокую фуражировочную эффективность чистопородного материала.

8. Интеграция чистопородного разведения 45-й линии карпатской породы с формированием гнезда «бородой» и осенней стимуляцией обеспечивает синергетический эффект и высокую конвертацию биопотенциала в товарную продукцию. Комплекс достоверно превосходит традиционные технологии, снижая зимний расход кормов на 10,3–15,0% и ослабление семей на 15,0–20,0% при росте медосбора на 36,6–58,4%. Экономическая целесообразность подтверждается увеличением прибыли на 84,2–132,5% и достижением рентабельности 167,52–171,66% (в 2,05 раза выше контроля) при снижении себестоимости на 14,1–34,0%, что обосновывает внедрение технологии в практику пчеловодства.

Предложения производству

1. Для повышения зимостойкости и продуктивности пчелиных семей 45-й линии карпатской породы в условиях центральной полосы России рекомендуется применять в осенний период (с 24 июля по 15 сентября) стимулирующие подкормки по следующей схеме: медовое сыто (натуральный мёд, разведённый водой 1:1) с добавлением хлористого кобальта в дозе 5 г на 1 литр сиропа, либо сахарный сироп (концентрация 1:1) с препаратом «Нэнни 2» с пребиотиком в дозе 10 мл на 1 литр и хлористым кобальтом 5 г/л; кратность подкормок — трижды в неделю в вечернее время, разовая доза — 250–300 мл на семью.

2. При формировании гнёзд пчелиных семей к зимовке рекомендуется использовать способ сборки по форме «бороды», воспроизводящий

естественный принцип концентрации кормов в центре зимнего клуба: в центральную часть гнезда размещать 2–3 полномедные рамки массой 3,0–3,5 кг каждая, по обе стороны от них симметрично располагать рамки с убывающей массой корма (2,5; 2,0; 1,5 кг), соблюдая общий норматив кормовой обеспеченности 22–24 кг мёда на семью для центральной полосы России.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на молекулярно-генетической идентификации маркеров продуктивности 45-й линии и оценке межпоколенческих эффектов биостимуляторов. Углублённое изучение терморегуляции зимнего клуба при природоориентированной архитектуре гнезда позволит создать алгоритмы автоматизированного управления физиологическим статусом семей. Внедрение данных подходов с разработкой региональных технологических карт обеспечит адаптацию пчеловодства к климатическим изменениям и устойчивый рост отрасли.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах из списка ВАК

1. Маннапов, А.Г. Влияние структуры гнезда, способа осиротения и стимулирующих подкормок на качество маток / А.Г. Маннапов, Алзибо Озман, С.Р. Донцов // Пчеловодство. - 2024. - № 7. - С. 12-15.
2. Алзибо Озман. Биологические и интерьерные показатели рабочих пчёл при подготовке к зимовке / Алзибо Озман, С.Н. Храпова, А.Г. Маннапов // Вестник АПК Верхневолжья. - 2026. - № 6. - С. 67-76.
3. Алзибо Озман. Подготовка к зимовке пчелиных семей 45-й линии карпатской породы в условиях центральной полосы России / Алзибо Озман, С.Н. Храпова, А.Г. Маннапов // Главный зоотехник. - 2026. - № 7. - С. 43-55.

Статьи в рецензируемых журналах и сборниках

4. Alzibo Ozman. The use of microalgae spirulina and chlorella in feeding bee colonies / Alzibo Ozman, A.G. Mannapov, S.V. Feopentova // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева (5-7 июня 2023 г.). Сборник статей. Том 1. – С. 548-549.
5. Alzibo Ozman. The Role of Bees in Biodiversity and Food Security / Alzibo Ozman, A.G. Mannapov // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 160-летию Тимирязевской академии (2-4 июня 2025). Сборник статей. – Т. 2. – С. 134-136.
6. Алзибо Озман. Биоморфологические аспекты сирийских и карпатских пчел / Алзибо Озман, А.Г. Маннапов // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 160-летию Тимирязевской академии (2-4 июня 2025). Сборник статей. – Т. 2. – С. 98-100.
7. Алзибо Озман. Живая масса рабочих пчел и уровень секреции личиночного молочка при стимулирующих подкормках пчелиных семей 45-й линии карпатских пчел / Алзибо Озман // Общественные насекомые. Современные проблемы пчеловодства: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященные 25-летию учебно-научно-производственной АПИ-лаборатории биологического факультета Кубанского государственного университета. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2026. – С. 8-11.
8. Алзибо Озман. Состояние глоточных желез и жирового тела у осенней генерации пчел – фактор успешной зимовки/ Алзибо Озман, 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. –Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2026. – С. 12-15.