

Юрий Николаевич Кутлин^{1✉}, Альфир Габдуллович Маннапов²,

Глеб Германович Степанов³, Николай Георгиевич Кутлин⁴

^{1,2,3}РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

^{1,4}Уфимский университет науки и технологий, Бирский филиал, Бирск, Россия

¹yura-0481@mail.ru

²54alfir@mail.ru

³wingman98@yandex.ru

⁴kutlin52@list.ru

ВЛИЯНИЕ ОЧИСТКИ ВОСКА, ГЕОМЕТРИИ ЯЧЕЕК И ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ НА РАЗВИТИЕ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Цель исследования – оценить влияние обработки воскового сырья, угла основания ячейки воицины (130° и 110°) и введения янтарной кислоты в воицину и подкормки на прием воицины, площадь печатного расплода, содержание личиночного молочка и массу суточных рабочих пчел. Исследования проводились в Республике Башкортостан и на учебно-опытной пасеке РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева в весенне-летние сезоны 2022–2025 гг. Объекты исследования – пчелиные семьи карпатской и среднерусской породы. Воск обрабатывали винной кислотой 1 : 100 и осветляли перекисью водорода с гидрокарбонатом натрия, в жидкий воск вводили янтарную кислоту. Воицину изготавливали с углами основания 130° и 110° . Подкормка – сахарный сироп (1 кг сахара на 1 л воды) по 300 мл через сутки, 15 подкормок. В опытных вариантах сироп содержал янтарную кислоту. Ввели учет числа отстроенных сотов из 20 рамок, площади печатного расплода в квадратах, содержания личиночного молочка в мг, массы суточных рабочих пчел в мг. Результаты при 130° без очистки отстроено ($6,7 \pm 0,25$) сотов, очищенный воск с янтарной кислотой при 130° – ($12,10 \pm 0,30$) сотов, при 110° без очистки – ($15,2 \pm 0,37$) сотов, комбинированная группа – ($19,80 \pm 0,13$) сотов. Площадь печатного расплода на 2 июня: в контрольной группе – 219,74 квадрата, приросты в опытных группах: +7,9 %, +5,2, +12,3 %. Содержание личиночного молочка 26 апреля: в контрольной группе – 10,60 мг, лучший в опытной 3 – 13,80 мг (+30,2 %). Масса суточных пчел 14 июня: в контрольной – ($109,0 \pm 1,10$) мг, наибольшее – в опытной 3 – ($110,40 \pm 1,36$) мг. Комплексная обработка воска, уменьшение угла ячейки до 110° и подкормка с янтарной кислотой обеспечивают наибольший прирост приема воицины, площади печатного расплода, уровня личиночного молочка и массы суточных рабочих пчел.

Ключевые слова: качество воицины, янтарная кислота, геометрия ячеек воицины, стимулирующая подкормка для пчел, личиночное молочко пчел, масса рабочих пчел

Для цитирования: Кутлин Ю.Н., Маннапов А.Г., Степанов Г.Г., и др. Влияние очистки воска, геометрии ячеек и янтарной кислоты на развитие пчелиных семей // Вестник КрасГАУ. 2026. № 6. С. 229–240. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-6-229-240.

Yuri Nikolaevich Kutlin¹, Alfir Gabdullovich Mannapov², Gleb Germanovich Stepanov³,

Nikolay Georgievich Kutlin⁴

^{1,2,3}Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

^{1,4}Ufa University of Science and Technology, Birs Branch, Birs, Russia

¹yura-0481@mail.ru

²54alfir@mail.ru

³wingman98@yandex.ru

⁴kutlin52@list.ru

THE EFFECT OF WAX PURIFICATION, CELL GEOMETRY, AND SUCCINIC ACID ON THE BEE COLONIES DEVELOPMENT

The aim of the study is to evaluate the effects of wax raw material processing, the cell base angle of the wax foundation (130° and 110°), the addition of succinic acid to the foundation, and supplementary feeding on wax foundation acceptance, the area of capped brood, the content of larval royal jelly, and the weight of daily worker bees. The studies were conducted in the Republic of Bashkortostan and at the training and experimental apiary of the RSAU – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev during the spring and summer seasons of 2022–2025. The objects of the study were bee colonies of the Carpathian and Central Russian breeds. The wax was treated with tartaric acid 1:100 and clarified with hydrogen peroxide with sodium bicarbonate, succinic acid was added to the liquid wax. Wax foundation was made with base angles of 130° and 110° . Top dressing – sugar syrup (1 kg sugar per 1 l water) 300 ml every other day, 15 top dressings. In the experimental variants the syrup contained succinic acid. The number of built combs from 20 frames, the area of sealed brood in squares, the content of larval royal jelly in mg, the weight of daily worker bees in mg were recorded. The results at 130° without cleaning were (6.7 ± 0.25) built combs, with cleaned wax with succinic acid at 130° – (12.10 ± 0.30) combs, at 110° without cleaning – (15.2 ± 0.37) combs, the combined group – (19.80 ± 0.13) combs. The area of sealed brood on June 2: in the control group – 219.74 squares, increases in the experimental groups: +7.9 %, +5.2, +12.3 %. Larval royal jelly content on April 26: 10.60 mg in the control group, the best in the experimental group (13.80 mg, +30.2 %). Day-old bee weight on June 14: (109.0 ± 1.10) mg in the control group, the highest in the experimental group (110.40 ± 1.36) mg. Complex wax treatment, reducing the cell angle to 110° , and supplementation with succinic acid ensure the greatest increase in wax foundation intake, capped brood area, larval royal jelly level, and day-old worker bee weight.

Keywords: wax foundation quality, succinic acid, wax foundation cell geometry, stimulating supplementation for bees, larval royal jelly, worker bee weight

For citation: Kutlin YuN, Mannapov AG, Stepanov GG, et al. The effect of wax purification, cell geometry, and succinic acid on the bee colonies development. *Bulletin of KSAU*. 2026;6:229-240. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-6-229-240.

Введение. Выработка качественной вошины и оптимизация кормления являются ключевыми факторами, определяющими продуктивность и жизнеспособность пчелиных семей. Воск – не только строительный материал для сот, но и накопитель различных биологически активных и чужеродных соединений (пестициды, остаточные продукты ветеринарных препаратов, природные липофильные вещества), которые при повторном использовании могут оказывать влияние на поведение, физиологию и выживаемость пчёл. Геометрические параметры ячеек вошины – прежде всего угол основания ячейки и размер – влияют на форму и массу выведенных особей, интенсивность расплодной деятельности и распределение ресурсов в семье. Кормление сахарным сиропом с добавками функциональных соединений, в т. ч. органических кислот, применяется как способ коррекции метаболических процессов у пчёл с целью повышения их жизнеспособности и устойчивости к стрессам. Несмотря на практическую значимость этих вопросов, систематическое исследование ком-

плексного воздействия обработки воскового сырья, модификации геометрии ячеек и применения янтарной кислоты в подкормках на комплекс показателей развития пчелиных семей остаётся недостаточно развитым. Настоящее исследование направлено на решение этой научной и прикладной проблемы [1–6].

Проблема многократного использования воска в пчеловодстве связана с накоплением в материале липофильных загрязнителей, способных действовать как эндокринные и нейроактивные агенты при контакте с пчёлами и личинками. Производственные технологии предлагают механические, термические и химические методы очистки воска, однако их эффективность в отношении показателей приёма вошины и дальнейшего развития семей требует количественной оценки в полевых условиях. Предполагается, что химическая обработка воска с применением кислотно-окислительных процедур и осветления может уменьшать содержание загрязнений, улучшать органолептические свойства вошины и, как следствие, повышать её

привлекательность для строительства сотов, что важно при массовом воспроизводстве вощины и обновлении пасечных фондов.

Геометрия ячейки – классическая тема исследований в биологической и прикладной апиологической науке. Угол основания ячейки и её размеры влияют на плотность заполнения ячеек расплодом, объём корма, который могут вместить ячейки, а также на биометрию выведенных пчёл. Изменение угла основания ячейки со 130° на 110° ведёт к изменению объёма ячейки и, возможно, к увеличению плотности расплода или изменению условий терморегуляции гнезда. Биометрические изменения массы взрослых особей и их размеры в свою очередь связаны с их выживаемостью, трудоспособностью и продолжительностью жизненного цикла, что имеет прямое значение для медопродуктивности и санитарного состояния семей.

Янтарная кислота привлекает внимание как метаболический промежуточный продукт, способный влиять на энергетический обмен и стресс-ответ у насекомых. В подкормках янтарная кислота рассматривается как средство стимулирования обменных процессов, повышения активности ферментных систем и улучшения общего физиологического состояния пчёл. Ряд исследований, посвящённых применению органических кислот и биостимуляторов в подкормках, демонстрирует положительные эффекты на жизнеспособность и продуктивность, однако механизмы воздействия и оптимальные схемы применения в связке с качеством вощины и геометрией ячеек изучены фрагментарно. Кроме того, влияние янтарной кислоты на содержание гипофарингеальных желёз, уровень личиночного молочка и биометрию суточных рабочих пчел нуждается в эмпирической проверке [7–9].

Комплексный подход, объединяющий обработку воскового сырья, модификацию геометрии вощины и коррекцию состава подкормок, представляет собой методологически целесообразное направление для повышения эффективности пчеловодческих технологий. Проблематика такого интегрированного изучения заключается в необходимости оценивать многокомпонентные взаимодействия. Обработка воска может изменять привлекательность вощины, модификация ячеек – объём расплода, а подкормки с янтар-

ной кислотой – физиологию пчёл. Суммарный эффект на уровень приёма вощины, площадь печатного расплода, содержание личиночного молочка и массу суточных рабочих пчёл не следует экстраполировать из результатов отдельных исследований без полевых проверок [10].

Рецензируемая литература по отдельным аспектам темы указывает на существование методик очистки воска и их эффективность в снижении токсического фона материала, исследования по геометрии ячеек показывают связь между размерами ячеек и биометрическими показателями пчёл, работы по подкормкам демонстрируют положительное влияние отдельных органических добавок на активность и продукцию семей. Однако литература дефицитна в части комплексных экспериментов, проведённых в реальных климатических и хозяйственных условиях, с учётом породной специфики семей и репрезентативных выборок. Отдельные экспериментальные данные требуют подтверждения при репликации схем с разными параметрами угла ячейки и степенью обработки воска, а также при введении янтарной кислоты в вошину и состав подкормок [10].

Цель исследования – оценить влияние обработки воскового сырья, угла основания ячейки вощины (130° и 110°) и введения янтарной кислоты в вошину и подкормки на приём вощины, площадь печатного расплода, содержание личиночного молочка и массу суточных рабочих пчёл.

Задачи: разработать и испытать технологию очистки воскового сырья с последующим введением янтарной кислоты в жидкий воск; изготовить вошину с углами основания ячеек 130° и 110° ; определить влияние перечисленных факторов и их комбинаций на приём вощины, площадь печатного расплода, содержание личиночного молочка и массу суточных рабочих пчёл в полевых условиях Республики Башкортостан и на учебно-опытной пасеке учебного учреждения в весенне-летние сезоны.

Объекты и методы. Для эксперимента использовались пчелиные семьи, размещённые в стандартных ульях Дадана-Блатта. Исследование проводилось в весенне-летний периоды 2022–2025 гг., схема исследования представлена в таблице 1.

Схема исследования
Research scheme

Группа	α – угол ячейки в выпускаемой вошине	Вариант обработки воскового сырья	Вид подкормки, доза и кратность
Контрольная	130°	Без очистки и осветления	Сахарный сироп 50 %-й концентрации (1 кг сахарного песка разводили в 1 л кипячённой воды, остуженной до 80 °С), по 300 мл через сутки 15 раз, используя потолочные кормушки
Опытная 1	130°	Очищенная винной кислотой + осветленная перекисью водорода + янтарная кислота	Сахарный сироп 50 %-й концентрации (1 кг сахарного песка разводили в 1 л кипячённой воды, остуженной до 80 °С) + янтарная кислота по 300 мл через сутки 15 раз, используя потолочные кормушки
Опытная 2	110°	Без очистки и осветления	Сахарный сироп 50 %-й концентрации (1 кг сахарного песка разводили в 1 л кипячённой воды, остуженной до 80 °С), по 300 мл через сутки 15 раз, используя потолочные кормушки.
Опытная 3	110°	Очищенная винной кислотой + осветленная перекисью водорода + янтарная кислота	Сахарный сироп 50 %-й концентрации (1 кг сахарного песка разводили в 1 л кипячённой воды, остуженной до 80 °С) + янтарная кислота, по 300 мл через сутки 15 раз, используя потолочные кормушки

Эксперименты по очистке и повышению привлекательной способности вошины при внедрении в состав воска янтарной кислоты проводили на четырех группах пчелиных семей карпатской породы используя «Московский» тип по 5 семей в каждой, а также среднерусской породы – по 10 семей в каждой в условиях Республики Башкортостан и учебно-опытной пасеки РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, с двумя вариантами производимой вошины – с углом дна основания ячеек в 130° (традиционная) и 110° (инновационная). Пчелиные семьи, взятые в эксперимент, имели силу по 10,0 улочек, по 3 рамки печатного расплода (160 квадратов), матки в возрасте 18 мес., кормового меда – по 10,0 кг. В ранневесенний период, а также при отсутствии поддерживающего медосбора и возвратных похолоданиях пчелиные семьи подкармливали как 50 %-м сахарным сиропом, так и с добавлением в него янтарной кислоты; доза и кратность подкормок представлены в таблице 1.

Перед выпуском вошины воск очищали, подогревая его до 80 °С, – на линии по выпуску вошины Маргарита-1, вначале с помощью вин-

ной кислоты (ВК) в соотношении 1 : 100 (винная кислота к воску). Затем производили осветление воска, добавляя перекись водорода (ПВ) в соотношении 1 : 5 к гидрокарбонату натрия (в соотношении 1 : 100). Приготовленный таким образом воск использовали для производства вошины. После 8-часовой выдержки на другой день в жидкий воск с температурой каплепадения 67 °С добавляли янтарную кислоту, которая убирала остатки технического запаха в воске. 1-я группа пчелиных семей была контрольной: им ставили традиционную вошину, произведенную без очистки с углом основания дна ячейки как со 130° (табл. 1). 2–4-я группы были опытными: кроме очистки и осветления воска в них добавляли янтарную кислоту из расчета 1 таблетка на 10 литров воска. Гнезда пчелиных семей, взятых в эксперимент, формировали сотами в соответствие с вариантами опыта, отстроенными в предыдущем сезоне. В новом сезоне для отстройки сотов наращенные рамки ставили, закрывая расплод, при обнаружении побелки сотов, используя правила 36 дней. Учет количества печатного расплода производили рам-

кой-сеткой со сторонами квадрата 5 × 5 см; в каждой из них содержится 100 ячеек с расплодом [10].

Массу 3-суточных личинок и суточных рабочих пчел измеряли путём взвешивания их на торсионных весах ВТ-500. Содержание личиночного молочка в ячейках с трехдневными личинками определяли с помощью ватных тампонов, устанавливая их массу до и после погружения в ячейки с личиночным кормом. Полученные цифровые данные подвергались статистической обработке методами вариационной статистики с проверкой достоверности результатов с использованием t-критерия Стьюдента и уровня значимости (P).

Результаты и их обсуждение. В исследовании оценивали отстройку сотов пчелиными семьями (число отстроенных рамок из 20 предложенных) в зависимости от вида обработки воскового сырья, угла дна ячейки (α) и наличия стимулирующей подкормки с янтарной кислотой в весенне-летний период (рис. 1). В описании представлены как средние значения ($M \pm m$), так и коэффициенты вариации (C_v , %) по карпатским и среднерусским породам пчел.

Для карпатской породы средние значения отстройки были следующими: контрольная группа, где воск без очистки, $\alpha = 130^\circ$, сахарный сироп ($M \pm m$) – ($6,7 \pm 0,25$) рамки ($C_v = 11,66\%$).

Опытная 1, где очищенный и осветлённый воск, $\alpha = 130^\circ$, сахар + янтарная кислота – ($12,10 \pm 0,30$) рамки ($C_v = 7,80\%$).

Опытная 2 – группа воск без очистки, $\alpha = 110^\circ$, сахарный сироп – ($15,2 \pm 0,37$) рамки ($C_v = 7,67\%$).

Опытная 3 – очищенный и осветлённый воск, $\alpha = 110^\circ$, сахар + янтарная кислота – ($19,80 \pm 0,13$) рамки ($C_v = 2,02\%$).

Для среднерусской породы: контрольная – ($7,8 \pm 0,24$) рамки ($C_v = 9,59\%$), опытная 1 – ($13,50 \pm 0,32$) рамки ($C_v = 7,59\%$), опытная 2 – ($16,6 \pm 0,29$) рамки ($C_v = 5,52\%$) и опытная 3 – ($19,9 \pm 0,09$) рамки ($C_v = 1,51\%$) соответственно.

У обоих пород наилучший показатель отстройки наблюдался в группе опытная 3 – при комбинации очищенного и осветлённого воска, угла $\alpha = 110^\circ$ и подкормки с янтарной кислотой карпатские пчелы показали 19,80, а среднерусские – 19,9 рамки из 20. Наименьшая отстройка была в контрольной группе (без очистки воска и без янтарной кислоты при $\alpha = 130^\circ$): карпатские отстроили 6,7, а среднерусские – 7,8 рамки из 20. Коэффициенты вариации в группах с обработанным воском и янтарной кислотой были существенно ниже (2,02 %), особенно опытной 3, что указывает на высокую однородность семей.

Результаты показывают явное положительное влияние предварительной очистки и осветления воска на приёмку воицыны. Семьи в опытной 1-й группе, где угол $\alpha = 130^\circ$, подкормка с янтарной кислотой и особенно в опытной 3-й ($\alpha = 110^\circ$, подкормка с янтарной кислотой), отстроили существенно больше рамок, чем контрольные семьи с необработанным воском. Это согласуется с предположением, что очистка воска удаляет остатки пестицидов, старые запахи и другие инородные примеси, которые могут отпугивать пчёл и мешать ориентировке при отстройке ячеек.

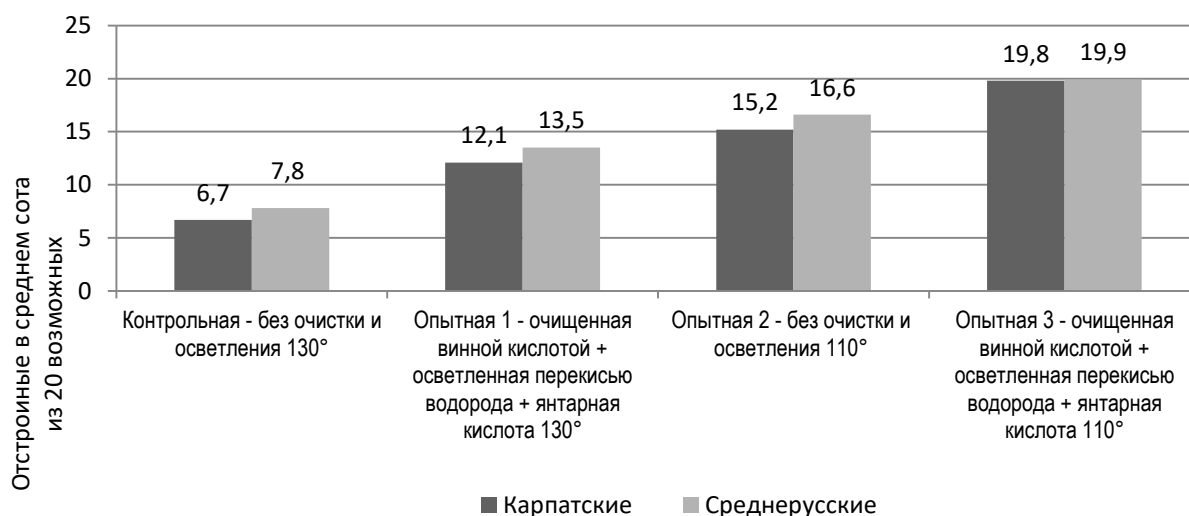


Рис. 1. Динамика отстройки сотов пчелиными семьями
The dynamics of honeycomb construction by bee colonies

Влияние угла дна ячейки (α): сравнение опытных групп с разными углами (130° и 110°) показывает, что более «клиновидный» угол 110° существенно улучшает отстройку, группы с $\alpha = 110^\circ$ (опытные группы 2 и 3) отстраивали больше рамок, чем соответствующие группы с $\alpha = 130^\circ$. Это может быть связано с более благоприятной геометрией ячейки при угле 110° , которая ближе к естественной форме гнезда и облегчает рабочим пчелам процесс строительства.

Подкормка с янтарной кислотой в сочетании с обработанным воском усиливала отстройку при одинаковом угле сравнение контрольной и опытной 1 при $\alpha = 130^\circ$, опытных 2 и 3 при $\alpha = 110^\circ$ показывает, что введение янтарной кислоты сопровождалось заметным увеличением числа отстроенных рамок. Это указывает на стимулирующий эффект добавки, возможно, через повышение активности пчёл, улучшение обменных процессов и усиление питательной мотивации рабочих особей.

Наибольший эффект наблюдается при сочетании всех трёх факторов: обработанный и осветлённый воск + $\alpha = 110^\circ$ + янтарная кислота. Это свидетельствует о синергическом взаимодействии физического (геометрия), химического (композиция воска) и пищевого (подкормка) факторов. Эффекты были схожи для обеих пород: абсолютные значения по среднерусским породам немного выше в ряде опытных групп, однако общая картина и направленность различий идентичны. Низкие C_v в лучших группах, особенно в опытной 3, указывают на стабильность и воспроизводимость положительного ответа.

Комбинация обработки воска (очистка винной кислотой и осветление перекисью), угол дна ячейки 110° и подкормка с янтарной кислотой обеспечила максимальную отстройку воицины: 19,8–19,9 рамки из 20 у обеих пород. Наихудшие результаты наблюдались в контрольной группе, где не обрабатывали воск, $\alpha = 130^\circ$ и без янтарной кислоты. Полученные данные свидетельствуют о синергическом положительном влиянии физической модификации воицины и стимулирующей подкормки на процесс отстройки.

Динамика выращивания расплода пчелиными семьями контрольной и опытных групп представлена в таблице 2 и на рисунке 2.

Анализ динамики площади печатного расплода показывает устойчивое преимущество

опытных групп над контрольной на протяжении всего учёта с 14 апреля по 26 июня. На самых ранних учётных датах с 14 апреля по 26 июня уже прослеживается положительное влияние комбинированной обработки воска и подкормки янтарной кислотой. Группы с обработанным воском и уменьшенным углом ячейки, особенно опытная 3 (110° + очищенный воск + янтарная кислота в воске и подкормке), демонстрируют наибольшие средние значения площади расплода. На 14 апреля опытная 3 – ($190,78 \pm 2,10$) квадрата против ($161,28 \pm 2,42$) в контрольной. На 26 апреля – ($218,33 \pm 2,90$) против ($186,48 \pm 3,10$). Это указывает на более раннюю и интенсивную реакцию семей на улучшенные параметры воицины и стимулирующие подкормки.

Максимальные средние значения площади печатного расплода отмечены на 2 июня. Контрольная группа на эту дату составляет ($219,74 \pm 3,55$) квадрата, в то время как опытные группы показывают заметные приросты: опытная 1 – $237,0 \pm 2,30$ (+7,9 % к контрольной), опытная 2 – $231,07 \pm 2,93$ (+5,2 %), опытная 3 – $246,79 \pm 2,19$ (+12,3 %). Наилучший результат в опытной 3 подтверждает гипотезу о синергическом эффекте: уменьшение угла ячейки (110° группы), предварительная очистка и осветление воска, а также введение янтарной кислоты в воск и подкормку обеспечивают максимальный прирост расплода.

Опытная 2 (110° без предварительной очистки, но с подкормкой) стабильно превосходит контрольную, что указывает на значимую роль уменьшения угла ячейки само по себе для стимулирования строительной активности и развития расплода. Опытная 1 (130° с очисткой и янтарной кислотой) также выше контрольной, но уступает вариантам с 110° , что говорит о дополнительном положительном эффекте изменения геометрии ячейки.

Коэффициенты вариации (C_v) в большинстве случаев невысоки (меньше 3 %), что свидетельствует о приемлемой однородности групп и надёжности средних значений. Наиболее высокая изменчивость наблюдается в некоторых контрольных отсчётах конца июня, например, 26 июня контрольная $C_v = 3,55$ %, что может отражать индивидуальные различия семей или влияние внешних факторов в конце учёта.

Динамика печатного расплода в гнезде пчелиных семей
Dynamics of sealed brood in the nest of bee colonies

Дата учета	Группы							
	Контрольная		Опытные					
			Опытная 1		Опытная 2		Опытная 3	
	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
14.04	161,28±2,42	1,08	189,02±1,43	0,64	165,48±1,24	0,56	190,78±2,10	0,94
26.04	186,48±3,10	1,39	204,19±6,17	2,76	197,09±2,10	0,94	218,33±2,90	1,30
08.05	206,04±2,68	1,20	229,87±4,90	2,20	219,89±3,15	1,41	240,50±1,34	0,60
20.05	217,7±2,28	2,34	238,97±1,72	1,60	228,48±1,35	1,32	244,42±0,62	0,56
02.06	219,74±3,55	1,59	237,0±2,30	1,03	231,07±2,93	1,31	246,79±2,19	0,98
14.06	120,38±2,49	1,12	132,17±5,39	2,42	126,0±3,35	1,50	134,62±2,56	1,15
26.06	117,26±7,91	3,55	129,29±3,84	1,72	125,42±4,00	1,79	131,98±5,96	2,67

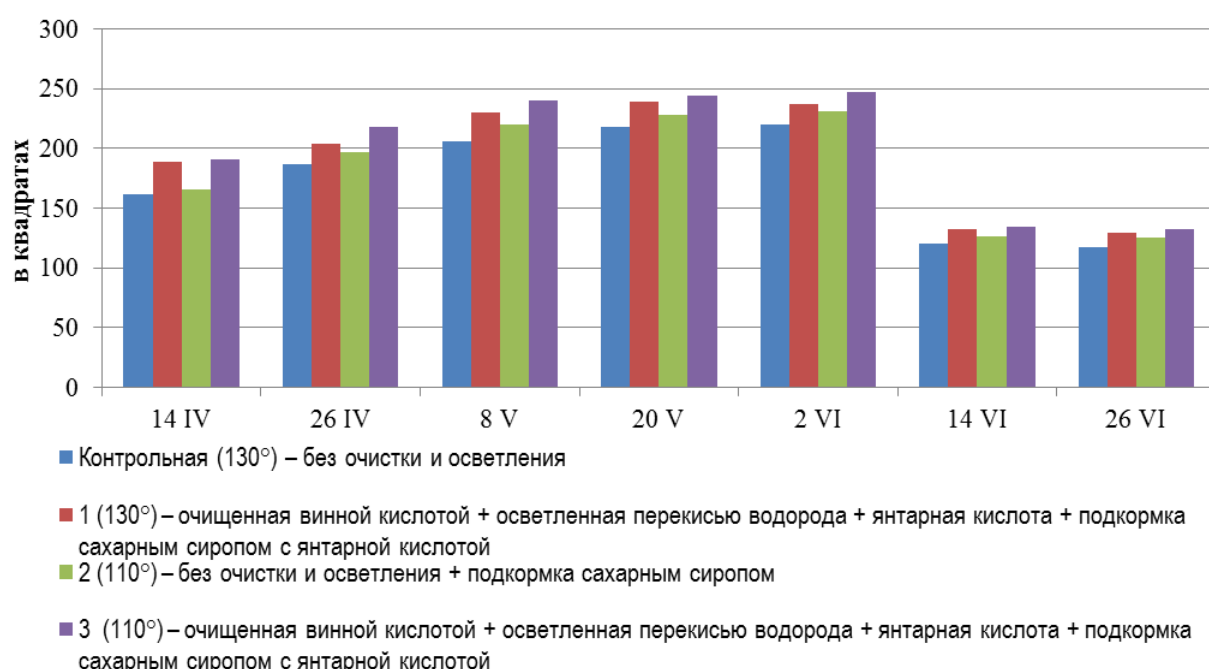


Рис. 2. Динамика выращивания расплода пчелиными семьями
The dynamics of honeycomb construction by bee colonies

Интересная особенность – резкое снижение площади расплода после 2 июня. На 14 июня и 26 июня средние площади значительно меньше (контрольная 14 июня – $120,38 \pm 2,49$ и 26 июня – $117,26 \pm 7,91$). Такое поведение может иметь ряд причин: сезонная смена фаз развития семьи (например окончание главного взятка и уменьшение расплода), отстройка и снятие ульевых рамок, возможные потери семей, проведение технологических операций на пасеке или методологические различия в маркировке «печатного расплода» в разные периоды. Для точного понимания нужно сопоставить эти данные с информацией о погоде, взятке, манипуляциях

с гнездами и численности семьи в соответствующие даты. Тем не менее относительно друг друга в поздний период опытные группы по-прежнему показывают более высокий уровень расплода, в частности опытная 3 сохраняет преимущество, что говорит о длительном положительном эффекте применённых мероприятий.

Улучшение качества вошины (очистка, освещение, добавление янтарной кислоты) и изменение геометрии ячейки в сочетании с подпиткой янтарной кислотой стимулируют приём вошины, повышают строительную активность и поддерживают более высокий уровень воспроизводства расплода. Вероятные механизмы

включают улучшенное принятие новой вошины, снижение токсичности и запаховых раздражителей после очистки, гормонально-метаболические эффекты янтарной кислоты на пчёл и оптимизацию условий для массовой откладки и кормления личинок при более компактной геометрии ячейки 110°.

Уровень личиночного молочка в ячейках с трехдневными личинками показан в таблице 3 и на рисунке 3. В опытных группах он был выше контрольного во всех учётных датах, при этом наибольшая разность значения описываемого показателя приходилась на периоды максимального роста расплода.

Таблица 3

Содержание личиночного молочка в ячейках с трехдневными личинками, мг
Content of larval milk in cells with three-day-old larvae, mg

Дата учета	Группы							
	Контрольная		Опытные					
			Опытная 1		Опытная 2		Опытная 3	
	М ± m	Cv, %	М ± m	Cv, %	М ± m	Cv, %	М ± m	Cv, %
14.04	8,70±0,18	0,08	8,90±0,66	0,30	8,91±0,63	0,28	8,80±0,75	0,34
26.04	10,60±1,02	0,46	12,00±0,89	0,40	11,40±0,80	0,36	13,80±0,98	0,44
08.05	12,80±0,51	0,23	13,80±0,75	0,34	13,20±1,17	0,52	15,70±0,75	0,34
20.05	14,40±0,49	0,22	15,90±0,66	0,30	15,60±1,02	0,46	16,20±1,17	0,52
02.06	14,90±0,80	0,36	16,30±0,75	0,34	16,00±1,26	0,57	17,40±1,02	0,46
14.06	14,70±0,40	0,18	16,50±1,10	0,49	15,70±0,75	0,34	16,90±0,66	0,30

Ранний этап – 14 апреля. Различия между группами незначительны (от 8,7 до 8,9 мг), что указывает на одинаковое исходное состояние и хорошую однородность: низкие Cv = 0,08–0,34 %.

Переходный этап – с 26 апреля до 8 мая. Опытная группа 3 демонстрирует заметный рост уже на 26 апреля: (13,80 ± 0,98) против (10,60 ± 1,02) мг в контрольной, что составляет примерно +30 % относительно контрольной. На 8 мая разрыв сохраняется: опытная 3 – (15,70 ± 0,75) мг и контрольная – (12,80 ± 0,51) мг, (+22,7 %).

Пик и устойчивость наблюдались с 20 мая по 14 июня. Во всех опытных группах уровень молочка остаётся выше контрольной. На 2 июня максимальные показатели наблюдаются у опытных групп, особенно опытной 3 – (17,40 ± 1,02) мг и напротив (14,90 ± 0,80) мг в контрольной, (+16,8 %). На 14 июня разрыв сохраняется: в опытной группе 3 – (16,90 ± 0,66) мг и контрольной – (14,70 ± 0,40) мг (+15 %).

Быстрая реакция опытной группы 3 уже на 26 апреля и устойчивое преимущество в последующие даты указывают на синергетический эффект комбинированного воздействия – это изменение угла ячейки 110° + предварительная очистка и осветление воска + включение янтарной кислоты в воск и подкормку.

Возможные биологические механизмы: очищение воска может снижать отталкивающие

запахи или следы токсичных примесей и улучшать приём вошины. Уменьшение угла дна ячейки до 110° может оптимизировать плотность и организацию кормления личинок; янтарная кислота (сукцинат) – участник энергетического метаболизма – при наружном или пищевом введении потенциально усиливает обмен веществ у пчёл-кормилиц и стимулирует продукцию молочка. Эти механистические предположения требуют подтверждения биохимическими и физиологическими измерениями.

Низкие и средние значения Cv на большинстве дат подтверждают приемлемую однородность измерений и надёжность тенденций; немного более высокая изменчивость на отдельных датах у некоторых опытных групп может отражать биологическую вариабельность либо влияние внешних условий.

Увеличение содержания личиночного молочка на 15–30 % в опытных группах по сравнению с контрольной имеет прямое биологическое значение для улучшения качества кормления и потенциального повышения жизнеспособности и развития расплода. Это согласуется с данными по увеличению площади расплода у тех же опытных групп и позволяет говорить о комплексном положительном эффекте применённых технологий подготовки вошины и подкормки.

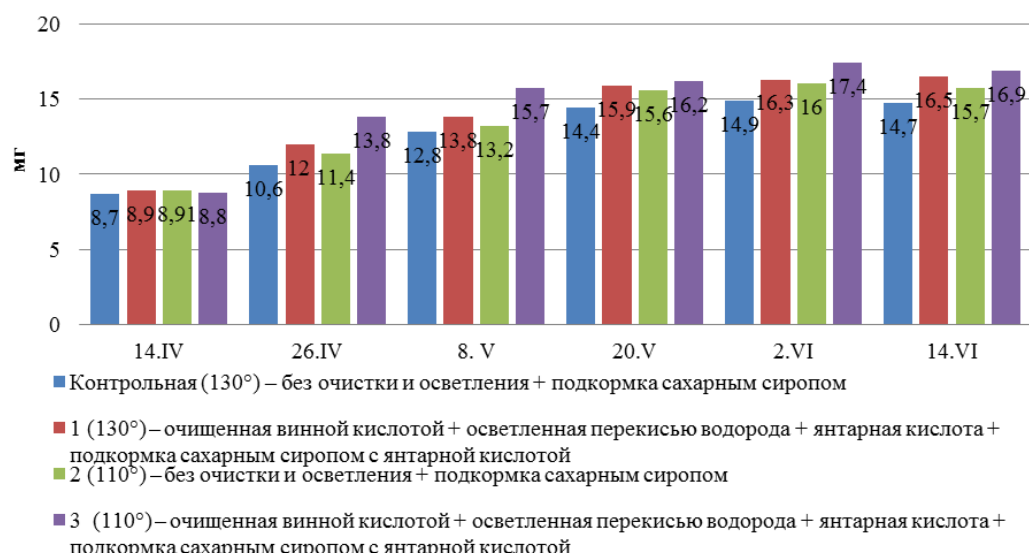


Рис. 3. Содержание личиночного молочка в ячейках с трехдневными личинками, мг
Content of larval milk in cells with three-day-old larvae, mg

Наиболее эффективной в эксперименте оказалась комбинация мероприятий опытной 3. Для практики это означает, что одновременное улучшение физико-геометрических параметров вошины и её предварительная санация в сочетании с подкормкой, обогащённой янтарной кислотой, даёт наилучший результат по обеспечению качественного питания личинок.

Масса суточных рабочих пчел при использовании сотов, отстроенных с разной переработкой воскового сырья из традиционной вошины с углом основания дна ячейки 130° и инновационной — 110° с добавлением янтарной кисло-

ты, а также на фоне стимулирующей подкормки с добавлением в сахарный сироп янтарной кислоты, представлена в таблице 4 и на рисунке 4.

Динамика массы суточных рабочих пчёл с 14 апреля по 14 июня показывает умеренное, но стабильное преимущество опытных групп над контрольной на всех датах. Отличия невелики по абсолютным величинам, но последовательность приростов поддерживает вывод о положительном влиянии обработки вошины и добавления янтарной кислоты в вошину и подкормку.

Таблица 4

Масса суточных рабочих пчел, мг
Weight of daily worker bees, mg

Дата учета	Контрольная		Опытная 1		Опытная 2		Опытная 3	
	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
14.04	101,9±3,77	1,69	101,00±2,10	0,94	103,00±1,41	0,63	101,80±0,75	0,34
26.04	103,60±2,50	1,12	104,00±3,63	1,63	105,20±2,93	1,31	105,60±1,02	0,46
08.05	104,40±0,80	0,36	105,00±1,10	0,49	105,80±2,14	0,96	107,20±1,47	0,65
20.05	105,80±1,72	0,77	105,90±2,29	1,03	108,00±2,10	0,94	108,20±1,17	0,52
02.06	106,80±2,32	1,04	107,80±1,72	0,77	109,40±2,87	1,29	109,60±1,03	0,46
14.06	109,00±1,10	0,49	109,50±0,89	0,40	109,80±1,33	0,59	110,40±1,36	0,61

Исходный замер 14 апреля суточной массы рабочих пчёл в группах близки к контрольной (101,9 ± 3,77) мг, опытные составили 101,0; 103,0; 101,8 мг. Разброс невелик, Cv низкие

(0,34–1,69 %), что указывает на высокую однородность.

В конце апреля и в мае все опытные группы демонстрируют небольшое, но последователь-

ное превосходство: с 26 апреля по 20 мая разницы с контрольной 0,4–2,1 мг.

Пик различий отмечается на 2 июня: контрольная — $(106,8 \pm 2,32)$ мг, опытные — 107,8; 109,4; 109,6 мг. Наибольшая относительная разница у опытной 3 (110° + очистка + янтарная кислота) $\approx +2,6\%$ относительно контрольной.

На 14 апреля все группы сохраняют рост массы, а максимальная масса была у опытной группы 3 — $(110,4 \pm 1,36)$ мг против $(109,0 \pm 1,10)$ мг в контрольной (+1,3 %).

Наблюдаемое устойчивое, хотя и небольшое, повышение массы суточных пчёл в опытных вариантах согласуется с данными по увеличению содержания личиночного молочка и по большей площади расплода в тех же вариантах. Это подтверждает идею, что улучшение качест-

ва вошины при очистке и освещении, изменение геометрии ячеек (110°) и подкормка янтарной кислотой способствуют более интенсивному кормлению личинок и формированию более массивных суточных пчёл.

Биологическое значение приростов в наших исследованиях составляет 1–3 %. С одной стороны, такая величина может показаться небольшой в краткосрочной перспективе, с другой — при масштабировании на всю пасеку и при учёте кумулятивного эффекта (лучшее развитие расплода, более высокая выживаемость и продуктивность) эти изменения могут быть практически значимы.

Низкие значения C_v меньше 1,7 % указывают на малую внутригрупповую изменчивость, что повышает доверие к выявленным тенденциям.

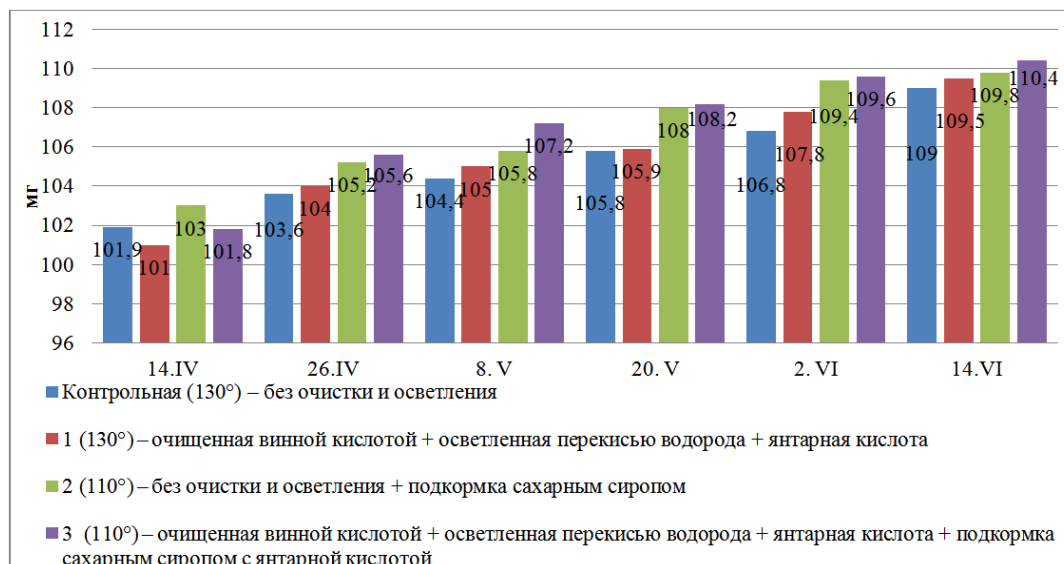


Рис. 4. Масса суточных рабочих пчёл, мг
Daily worker bee mass, mg

Заключение. Качество вошины существенно влияет на приём и отстройку рамок. В контрольной группе, где использовался неочищенный воск с углом 130° , пчёлы отстроили в среднем 6,7–7,8 рамки из 20, тогда как при использовании улучшенного сырья и другой геометрии ячеек количество отстроенных рамок существенно росло. Уменьшение угла основания дна ячейки со 130° до 110° (инновационная вошина) само по себе повышает строительную активность в опытной группе 2, где α угол 110° , без очистки отстроено 15–16 рамок, что в 2,3 раза больше, чем в контрольной. Это подчёркивает важность геометрии ячейки, приближающей вошину к природным параметрам.

Очистка и освещение воска в сочетании с добавлением в него янтарной кислоты значительно уменьшают «технический» запах и повышают приём вошины пчёлами: при 130° и добавлении янтарной кислоты отстроено 12–13 рамок, что в 1,8 раза больше, чем в контрольной.

Максимальный эффект достигается при комплексном применении: очищенный и освещённый воск с янтарной кислотой + вошина с углом 110° + подкормка сахарным сиропом с янтарной кислотой. В этой опытной группе отстроено 19,8–19,9 рамки, что в 3 раза больше, чем в контрольной, также наблюдалась наименьшая вариабельность семей.

Площадь печатного расплода во всех опытных группах была устойчиво выше контрольной на всех датах учёта; наибольшее превосходство отмечено при комплексном применении в опытной группе 3. Содержание личиночного молочка в ячейках с трёхдневными личинками было выше во всех опытных группах, максимальное увеличение отмечено в комплексном варианте до 30 %. Это свидетельствует об усилении кормового поведения кормилиц и повышении секреторной активности гипофарингеальных желёз.

Живая масса суточных рабочих пчёл в опытных группах возрастала быстрее и в конечном итоге была несколько выше контрольной (на 0,5–1,3 % к 14 июня); суммарный прирост

массы за период в опытных группах превышал контрольную на 7–18 %. Отличия в приросте массы при переходе на летнюю генерацию были статистически значимы ($P < 0,05$) для некоторых опытных вариантов.

Полученные эффекты носят не только статистический, но и практический характер: комбинированное применение очищенного воска с янтарной кислотой, уменьшение угла дна ячейки и подкормка янтарной кислотой ускоряют восстановление семей после зимовки, повышают интенсивность яйцекладки, кормовую обеспеченность расплода и формирование более крупных и физиологически полноценных рабочих пчёл.

Список источников

1. Кутлин Ю.Н., Маннапов А.Г., Гафаров Ф.А., и др. Влияние гормональной стимуляции на биоморфологические показатели трутней при варроатозной инвазии // Вестник КрасГАУ. 2024. № 2. С. 162–169. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-2-162-169. EDN: CMUZX.
2. Omar E.M., Darwish H.Ya., Othman A.A., et al. Crushing corn pollen grains increased diet digestibility and hemolymph protein content while decreasing honey bee consumption // Apidologie. 2022. Vol. 53, N 5. P. 1–12. DOI: 10.1007/s13592-022-00963-0. EDN: FHMRTX.
3. Еремия Н.Г., Жереги В.В., Катарара И.В., и др. Сравнительная оценка некоторых стимуляторов, используемых в подкормке пчел // Ветеринария и кормление. 2025. № 1. С. 34–37. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-1-7. EDN: YTDSBE.
4. Зеленина О.В. Взаимосвязь условий медосбора с численностью и продуктивностью пчелиных семей // Аграрный научный журнал. 2025. № 2. С. 88–92. DOI: 10.28983/asj.y2025i2pp88-92. EDN: MBCFUZ.
5. Загретдинов А.Ф. Влияние отбора прополиса на динамику выращивания расплода и продуктивность семей пчёл // Аграрный вестник Урала. 2009. № 6. С. 59–60. EDN: KVZGIJ.
6. Худайбердиев А.А. Содержание аминокислот у рабочих особей пчел на фоне стимулирующих подкормок // Главный зоотехник. 2022. № 1. С. 49–55. DOI: 10.33920/sel-03-2201-06. EDN: USWRNK.
7. Hasan A., Qazi J.I., Tabssum F., et al. Feeding probiotics and organic acids to honeybees enhances acinal surface area of their hypopharyngeal glands // Research in Veterinary Science. 2022. Vol. 149. P. 47–50. DOI: 10.1016/j.rvsc.2022.06.001. EDN: UNGZPC.
8. Авдеев Н.В. О дозозависимом влиянии экзогенного 20-гидроксиэкдизона на глоточную железу и поведение взрослых пчел *Apis mellifera* L. // Сельскохозяйственная биология. 2024. Т. 59, № 6. С. 1160–1168. DOI: 10.15389/agrobiology.2024.6.1160rus. EDN: HMLPJY.
9. Маннапов А.Г., Худайбердиев А.А., Юлдашбаев Ю.А., и др. Закономерности развития пчелиных семей, секреции молочка глоточными железами и содержание аминокислот в гемолимфе пчел-кормилиц при подкормке с пребиотиком Orafit Synergy // Зоотехния. 2021. № 11. С. 27–32. DOI: 10.25708/ZT.2021.94.70.008. EDN: SMMDNU.
10. Маннапов А.Г., Степанов Г.Г., Маннапов У.А. Влияние очистки воска, аттрактантов и угла наклона дна ячеек на пчелиные семьи // Пчеловодство. 2024. № 9. С. 21–23. EDN: DTQKVO.

References

1. Kutlin YuN, Mannapov AG, Gafarov FA, et al. The effect of hormonal stimulation on the biomorphological parameters of drones with varroa infestation. *Bulletin of KSAU*. 2024;2:162-169. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-2-162-169. EDN: CMUZX.

2. Omar EM, Darwish HYa, Othman AA, et al. Crushing corn pollen grains increased diet digestibility and hemolymph protein content while decreasing honey bee consumption. *Apidologie*. 2022;53(5):1-12. DOI: 10.1007/s13592-022-00963-0. EDN: FHMRTX.
3. Eremia NG, Zheregi VV, Kataraga IV, et al. Comparative evaluation of some stimulants used in bee feeding. *Veterinary science and feeding*. 2025;1:34-37. (In Russ.). DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-1-7. EDN: YTDSBE.
4. Zelenina OV. Relationship between honey collection conditions and the number and productivity of bee colonies. *The agrarian scientific journal*. 2025;2:88-92. (In Russ.). DOI: 10.28983/asj.y2025i2pp 88-92. EDN: MBCFUZ.
5. Zagretidinov AF. The influence of propolis selection on the dynamics of brood rearing and productivity of bee colonies. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2009;6:59-60. (In Russ.). EDN: KVZGIJ.
6. Khudaiberdiev AA. Amino acid content in worker bees against the background of stimulating feeding. Chief Zootechnician. 2022;1:49-55. (In Russ.). DOI: 10.33920/sel-03-2201-06. EDN: USWRNK.
7. Hasan A, Qazi JI, Tabssum F, et al. Hussain Feeding probiotics and organic acids to honeybees enhances the acinal surface area of their hypopharyngeal glands. *Research in Veterinary Science*. 2022;149:47-50. DOI: 10.1016/j.rvsc.2022.06.001. EDN: UNGZPC.
8. Avdeev NV, On the dose-dependent effect of exogenous 20-hydroxyecdysone on the pharyngeal gland and behavior of adult bees *Apis mellifera* L. *Agricultural Biology*. 2024;59(6):1160-1168. (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiology.2024.6.1160rus. EDN: HMLPJY.
9. Mannapov AG, Khudaiberdiev AA, Yuldashbaev YuA, et al. Patterns of development of bee colonies, secretion of milk by the pharyngeal glands and the content of amino acids in the hemolymph of nurse bees when feeding with the prebiotic Orafit Synergy. *Zootechniya*. 2021;11:27-32. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2021.94.70.008. EDN: SMDNU.
10. Mannapov AG, Stepanov GG, Mannapov UA, et al. The influence of wax purification, attractants and the angle of inclination of the cell bottom on bee colonies. *Beekeeping*. 2024;9:21-23. (In Russ.). EDN: DTQKVO.

Статья принята к публикации 27.03.2026 / The article accepted for publication 27.03.2026

Информация об авторах:

Юрий Николаевич Кутлин, доцент кафедры аквакультуры и пчеловодства, кандидат биологических наук

Альфир Габдуллович Маннапов, профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства, доктор биологических наук

Глеб Германович Степанов, аспирант кафедры аквакультуры и пчеловодства

Николай Георгиевич Кутлин, профессор кафедры биологии, экологии и химии, доктор биологических наук

Information about the authors:

Yuri Nikolaevich Kutlin, Associate Professor, Department of Aquaculture and Beekeeping, Candidate of Biological Sciences

Alfir Gabdullovich Mannapov, Professor, Department of Aquaculture and Beekeeping, Doctor of Biological Sciences

Gleb Germanovich Stepanov, Postgraduate student, Department of Aquaculture and Beekeeping

Nikolay Georgievich Kutlin, Professor, Department of Biology, Ecology, and Chemistry, Doctor of Biological Sciences

