

На правах рукописи

Митрофанов Дмитрий Викторович

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ
ТРУТНЕВОГО РАСПЛОДА, ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ КАЧЕСТВА И
БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

06.02.10 – частная зоотехния,
технология производства продуктов животноводства

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Рыбное, 2022

Работа выполнена в Испытательной лаборатории Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пчеловодства».

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела химико-биологических исследований продуктов пчеловодства ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства»,
Будникова Наталья Валентиновна

Официальные оппоненты:

Гиниятуллин Марат Гиндуллинович,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»

Воробьёва Светлана Леонидовна,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления и разведения сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

Ведущая организация: : ФГБОУ ВО "Кубанский государственный университет"

Защита состоится « 06 » сентября 2022 г в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.018.01, созданного на базе федерального государственного бюджетного научного учреждения ФГБНУ «ВНИИ коневодства» по адресу 391105, Рязанская обл. Рыбновский район п. Дивово, тел./факс (4912) 24-02-65

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства» и на сайте института: <http://www.ruhorses.ru/>

Автореферат разослан « » _____ 2022

Учёный секретарь
диссертационного совета

Зайцев А.М.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. В России разрабатывается стратегия долгосрочного развития сельского хозяйства. Вопросы интенсификации отрасли использованы для разработки направлений развития пчеловодства (В.И. Лебедев и др., 2018). Одной из актуальных задач, которые необходимо решить для повышения экономической эффективности отрасли, является внедрение современных научно обоснованных технологий производства продуктов пчеловодства (А.З. Брандорф, В.И. Лебедев, М.Н. Харитонов, 2019). Использование инновационных, нетрадиционных продуктов пчеловодства способствует интенсификации отрасли и повышению её рентабельности. Продукты пчеловодства тысячелетиями используются человеком, но в последнее время набирают популярность в медицине и функциональном питании как продукты, особенно богатые питательными веществами.

Гомогенат трутневого расплода (ГТР), пчелиное маточное молочко (ММ), прополис и подмор являются уникальными продуктами, содержащими белки, липиды, углеводы, флавоноидные соединения, хитин, меланин. Гомогенат трутневого расплода обладает антиоксидантными, иммуномодулирующими, эндокринотропным и ноотропными свойствами (А.И. Тихонов и др., 2018, R. Sawczuk, J. Karpinska, W. Milyk, 2018, В.В. Помазанов и др., 2018). Особого внимания заслуживает его воздействие на эндокринную систему. Маточное молочко содержит в своём составе 10-оксидеценовую кислоту, которая отсутствует в ТР (R. Margaoan et al., 2017). Хитин-хитозан-меланиновый комплекс (ХМК) представляет собой инновационный продукт переработки подмора пчёл, используемый для стабилизации трутневого расплода методом адсорбции. Хитин-хитозан-меланиновый комплекс получается из побочного продукта пчеловодства – подмора и является недорогим и перспективным продуктом с сорбционными, антиоксидантными, фотопротекторными и другими свойствами (V. P. Kurchenko et al., 2006). Концентрированный экстракт прополиса (ЭП) по показателю антиокислительной активности превосходит нативный прополис (Е.А.Вахонина, Н.В.Будникова, Л.А. Репьева, 2019).

Актуальность разработки комбинированных продуктов на основе трутневого расплода обусловлена возможностью расширения спектра биологической активности продуктов, расширения ассортимента выпускаемых продуктов за счёт освоения производства новых продуктов из доступного сырья.

Степень разработанности темы исследований. В Румынии разработан препарат Апиларнил на основе высушенных в вакууме трутневых личинок. Показана эффективность Апиларнилы при астении, половой астении и нарушениях метаболизма (Н.В. Илиешу, 1983). Установлено наличие половых гормонов, которые не вызывают гипертестостеронемии при введении ТР интактным животным (Л.А. Бурмистрова, 1999).

Запатентована БАД к пище «Остеомед» (Д. Г. Елистратов, В.Н. Трифионов, 2011) для профилактики остеопороза, компонентом которой является трутневый расплод, который оказывает регулирующее действие на гормональный статус и минерализацию костной ткани.

Трутневый расплод позволяет снизить суточную дозу кальция при остеопорозе, что снижает риск побочных эффектов (В.В. Скворцов, Е.М. Скворцова, Т.А. Мухтаров, 2017).

Интерес к композициям на основе ГТР обусловлен тем, что введение в их состав дополнительных компонентов пчелиного происхождения может способствовать лучшей сохранности трутневого расплода и расширять спектр биологически активных веществ в продуктах.

Связь работы с научными программами Российской Федерации.

Результаты, представленные в работе, были получены в рамках выполнения задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации ГЗ № АААА-А19-119072690054-4, Госзадания № 0007-00521-18-00 (роль автора – исполнитель).

Цель исследований: разработка новых композиций на основе трутневого расплода, определение показателей их качества и биологической активности.

Задачи исследований:

1. провести сравнительный анализ зимнего подмора и пчёл весеннего, летнего и осеннего сезонов для получения хитин-хитозан-меланинового комплекса;
2. осуществить сравнительную оценку влияния различных видов адсорбента на биологическую активность трутневого расплода;
3. изучить новые показатели качества – свободную кислотность, кислотное число, йодное число – трутневого расплода и композиций на его основе;
4. разработать технологию комбинированных продуктов на основе трутневого расплода, определить их физико-химические показатели, условия хранения и срок годности.
5. изучить биологические свойства адсорбированного трутневого расплода, в том числе с хитин-хитозан-меланиновым комплексом.

Научная новизна. Впервые изучены физико-химические показатели подмора и тел пчел в качестве сырья для производства хитин-хитозан-меланинового комплекса, физико-химические показатели хитин-хитозан-меланинового комплекса. Разработаны композиции на основе трутневого расплода, экстракта прополиса и маточного молочка, определены их физико-химические показатели, условия хранения и срок годности. Предложены адсорбенты с добавлением производных хитозана и соотношение адсорбента и гомогената трутневого расплода при адсорбции. Исследованы физико-химические показатели адсорбированного гомогената трутневого расплода с данными компонентами. Установлены новые показатели качества – свободная кислотность, кислотное число, йодное число адсорбированного гомогената трутневого расплода и композиций на его основе. Проведены исследования активности адсорбированного гомогената трутневого расплода с применением новых адсорбентов в опыте на животных.

Теоретическая и практическая значимость исследований. Установлена способность хитин-хитозан-меланинового комплекса и экстракта прополиса не только обогащать продукт на основе трутневого расплода собственными биологически активными веществами (БАВ), но и улучшать сохранность БАВ трутневого расплода. Также для расширения спектра активности целесообразно вводить в состав продукта маточное молочко. Установлено, что каждому

исследованному продукту свойственен характерный набор физико-химических показателей, по которым продукт может быть идентифицирован. Установлены новые важные физико-химические показатели продуктов пчеловодства на основе трутневого расплода. Обосновано получение дополнительной прибыли при использовании таких побочных продуктов пчеловодства, как трутневый расплод и подмор пчёл.

Методология и методы исследований. Экспериментальные исследования выполнены с использованием современного оборудования как по утверждённым нормативной документацией методам, так и по собственным разработанным.

Основные положения, выносимые на защиту:

- результаты физико-химических исследований зимнего подмора и тел пчёл в зависимости от времени года;
- новые физико-химические методы анализа разработанных продуктов на основе трутневого расплода;
- результаты физико-химических исследований хитин-хитозан-меланинового комплекса;
- перспективные составы продуктов на основе трутневого расплода и их сроки годности;
- биологические свойства адсорбированного гомогената трутневого расплода, в том числе с хитин-хитозан-меланиновым комплексом.

Степень достоверности результатов исследований. Для осуществления экспериментальных исследований были использованы современные аналитические методики, как входящие в уже существующую нормативную документацию, так и разработанные нами. Работа осуществлялась с использованием современных лабораторных установок и приборов. Полученные экспериментальные данные были обработаны при помощи пакета программ Microsoft Office 2010 и Statistica 8.0. Для сравнения значений использовался t-критерий Стьюдента.

Личный вклад автора в достижении поставленной цели состоит в обосновании задач исследования, проведении теоретических и экспериментальных исследований, обосновании технологии и показателей качества разработанных продуктов.

Апробация работы. Основные результаты исследования доложены и представлены на заседаниях учёного совета ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», на 17 конференциях: XVII Всероссийская научная конференция «Апитерапия сегодня», Рыбное, 2014 г.; Международная научно-практическая конференция «Пчела и человек», Москва, 2014 г.; Научно-практическая конференция «Состояние и перспективы развития современного пчеловодства и апитерапии», Рыбное, 2016 г.; Научно-практическая конференция «Молодые учёные ко Дню российской науки», Рыбное, 2018, г.; Всероссийская научно-практическая конференция «Продукты пчеловодства. Рациональное питание. Качество жизни.», Рыбное, 2019 г.; Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы пчеловодства и апитерапии», Рыбное, 2019 г.; II International Scientific Conference «Pharmaceutical Development-2019», Москва, 2019 г.; XIII Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных с международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности», Бийск, 2020 г. Международная научно-практическая конференция «Мировые технологические тренды в развитии сельского хозяйства: производство, переработка,

логистика и безопасность», Омск, 2020.; III International Scientific Conference «Pharmaceutical Development-2020», Москва, 2020 г.; Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы пчеловодства и апитерапии», Рыбное, 2020г.; Online anniversary conference with international participation "Animal Science- Challenges and Innovations" dedicated to the 70th anniversary of the Institute of Animal Science, Kostinbrod, 2020 г.; Международная научно - практическая конференция «Аграрная наука и инновационные сельскохозяйственные технологии», Мичуринск, 2021 г.; XV международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы повышения здоровья и продуктивности животных», Краснодар, 2021 г.; Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Стресс и здоровье человека» Нижний Новгород, 2021 г.; XIV Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности», Бийск, 2021 г.; Международная научно-практическая конференция «Пчеловодство и апитерапия: современные подходы и развитие», Рыбное, 2021 г. Разработан проект научно обоснованной ресурсосберегающей технологической схемы переработки трутневого расплода с использованием адсорбентов. Методические рекомендации по применению трутневого расплода в рациональном питании и апитерапии рассмотрены и одобрены на заседании Ученого совета ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», протокол № 14 от 12 декабря 2018 г. Разработаны ТУ и ТИ на ТР адсорбированный с 5 % хитин-хитозан-меланинового комплекса «Фукус-хит» и с маточным молочком «Фукус-жел». Представлены акты внедрения результатов исследований в КФХ «Бортники» и АНО «Алтын солок».

Публикация результатов исследования. Основные положения диссертации опубликованы в 52 печатных работах, в том числе в 16 статьях в журналах, входящих в Перечень изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, в 5 статьях в научных изданиях, включённых в базу Scopus. Объем публикаций составил 24,54 усл. п.л., из них соискателю принадлежит 10, 48 усл. п.л.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, трёх глав, выводов, практических предложений, списка литературы. Объём работы составляет 188 страниц машинописного текста, включает 31 таблицу, 38 рисунков, 8 приложений. Список литературы включает 302 наименования, в том числе 108 работ на иностранных языках.

2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Объект и предмет исследований

Исследования продуктов на основе трутневого расплода проводились на базе Испытательной лаборатории ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства» с 2013 по 2021 год, изучение биологических свойств – на базе кафедры биохимии и центральной-научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России в 2016 – 2017 гг.

Объектом диссертационного исследования являлись трутневый расплод адсорбированный, его композиции с производными хитозана, экстрактом прополиса и маточным молочком (таблица 1), всего 54 образца, хитин-хитозан-меланиновый комплекс (9 образцов), подмор (15 образцов) и

тела пчёл (27 образцов). Предметом исследований выступают органолептические и физико-химические показатели изученных продуктов и их динамика в процессе хранения, а так же биологические свойства трутневого расплода адсорбированного с добавкой хитин-хитозан-меланинового комплекса (рис. 1).

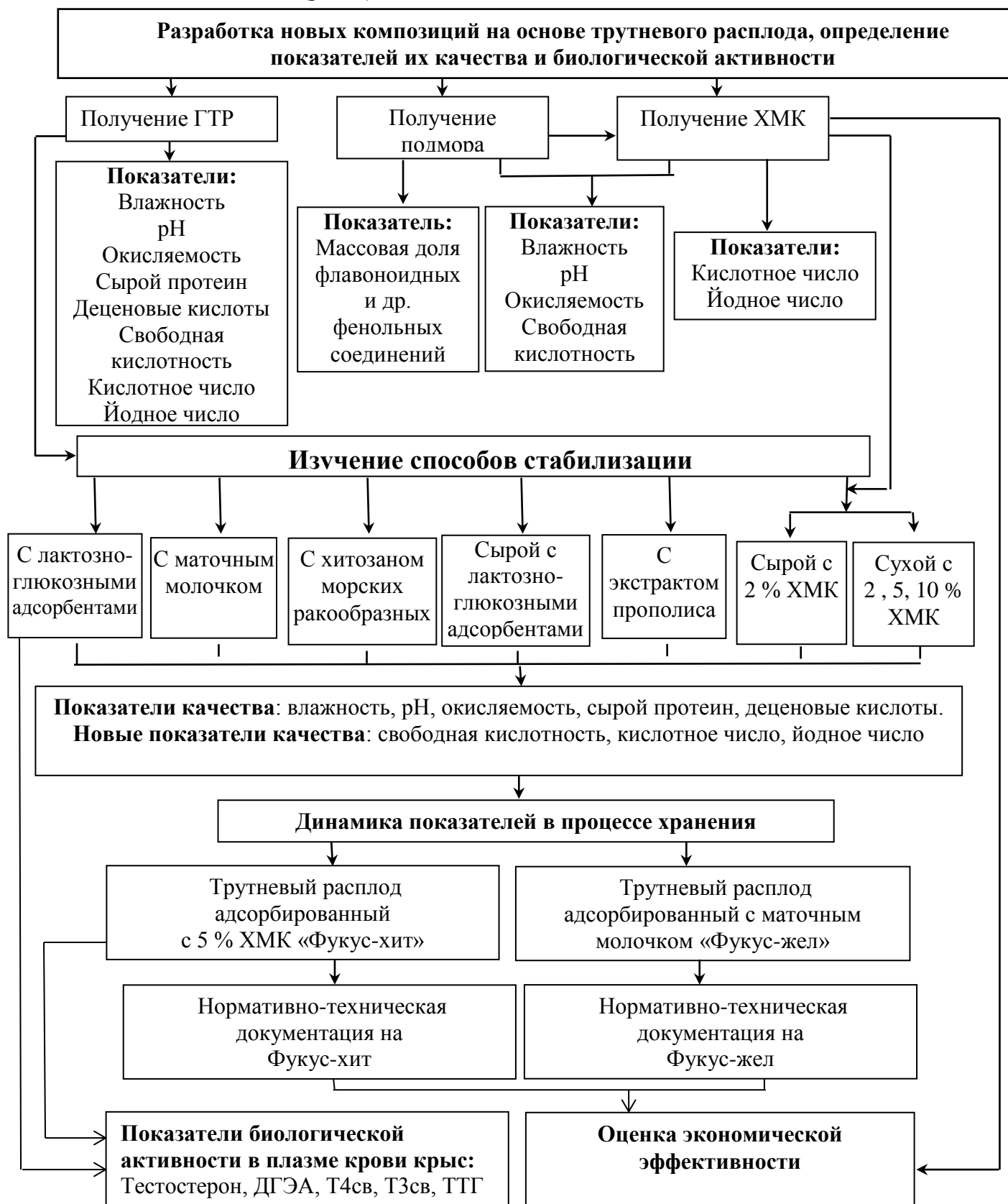


Рисунок 1 – Общая схема исследований

Всего изучено 12 вариантов состава композиций на основе трутневого расплода, наиболее перспективными из которых были определены гомогенат трутневого расплода адсорбированный с 5 % хитин-хитозан-меланинового комплекса «Фукус-хит» и гомогенат трутневого расплода адсорбированный с маточным молочком «Фукус-жел».

Таблица 1 – Состав композиций на основе трутнёвого расплода

Вариант композиции, №	Массовые части компонентов							
	Лактоза	Глюкоза	ХМК	Хитозан кислоторастворимый	Хитозан водорастворимый	ММ	ЭП	ГТР
1	96	4	-----	-----	-----	-----	-----	20
2	50	50	-----	-----	-----	-----	-----	20
3	94	4	2	-----	-----	-----	-----	20
4	91	4	5	-----	-----	-----	-----	20
5	86	4	10	-----	-----	-----	-----	25
6	91	4	-----	5	-----	-----	-----	20
7	91	4	-----	-----	5	-----	-----	20
8	96	4	-----	-----	-----	-----	1*	20
9	96	4	-----	-----	-----	-----	2*	20
10	96	4	-----	-----	-----	-----	3*	20
11****	96	4	-----	-----	-----	1:2**	-----	20
12****	96	4	-----	-----	-----	1:2**	-----	20

* сверх массы адсорбента, **соотношение ММ и ТР, *** совместная адсорбция, ****совместная грануляция

2.2. Методы исследования

Продукты на основе трутневого расплода были получены путём адсорбции с последующим высушиванием. Хранение осуществлялось при температуре $+4\pm 2^\circ\text{C}$ для сухих продуктов и $-21\pm 3^\circ\text{C}$ для сырых. ХМК был получен путём депротенизации и дезацетилирования высушенного и измельчённого подмора пчёл.

Определены следующие физико-химические показатели изученных продуктов: влажность, показатель окисляемости, рН, массовая доля деценовых кислот, массовая доля сырого протеина, кислотное число, массовая доля флавоноидных и других фенольных соединений, органолептические свойства. Свободная кислотность была определена методом потенциометрического титрования 2 % раствора испытуемого продукта до рН 8,3. За основу методики определения кислотного числа была взята методика «Руководства по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище» в нашей модификации. Метод основан на реакции нейтрализации свободных кислот, содержащихся в исследуемом объекте. Масса навески была уменьшена с 3-5 граммов до 1 г. Кислотное число характеризует содержание свободных жирных кислот и выражается в мг КОН, пошедшего на нейтрализацию жирных кислот в 1 г образца. Определение кислотного числа включено в ГОСТ 21179-2000 «Воск пчелиный. Технические условия», нормативные показатели составляют 16-20 мг КОН/г пасечного и 17-21 мг КОН/г производственного воска. За основу определения йодного числа были взяты методики ГОСТ 21179-2000 «Воск пчелиный. Технические условия», ГОСТ 28886-19 «Прополис. Технические условия» в нашей модификации с навеской 0,5 г. Метод основан на связывании

элементарного йода ненасыщенными соединениями, содержащимися в исследуемом объекте. Показатель нормируется для воска и прополиса, выражается в граммах йода, связанных 100 г испытуемого продукта.

Изучение биологических свойств трутневого расплода и композиции «Фукус-хит»

Для опытов были использованы конвенциональные половозрелые крысы-самцы линии Wistar массой 160-250 г.

Были сформированы контрольная и 2 опытные группы по 6 животных. Животным 1 опытной группы вводили ГТР на глюкозно-лактозном адсорбенте per os в виде свежеприготовленной водной суспензии в дозе 10 мг/кг в пересчёте на нативный гомогенат в течение 10 дней. Животным 2 опытной группы в эти же сроки - ГТР адсорбированный с ХМК («Фукус-хит») в эквивалентной дозе 10 мг/кг с 2,5 мг/кг ХМК. Животным контрольной группы в эквивалентных дозах в течение 10 дней вводили дистиллированную воду (манипуляционный контроль).

На 11-й день в сыворотке крови животных определяли уровень тестостерона, глобулина, связывающего половые гормоны (ГСПГ), дегидроэпиандростерона (ДГЭА), тироксина свободного (Т4св), тиреотропного гормона (ТТГ) и трийодтиронина свободного (Т3св).

2.3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.3.1. Состав и физико-химические свойства пчёл и подмора пчёл

В течение активного сезона физико-химические показатели тел пчёл изменяются незначительно. Влажность зимнего подмора медоносных пчёл примерно в два раза ниже, чем в активный сезон. Водородный показатель примерно на 0,3 единицы выше, чем у пчёл в весенне-осенний сезон, свободная кислотность на 10-20 мЭкв / кг ниже. Массовая доля флавоноидных и других фенольных соединений примерно вдвое ниже, чем в пчёлах в весенне-осенний сезон. Эти различия не достигают статистически значимых величин. Массовая доля сырого протеина в подморе статистически значимо на 12 и 11 % выше, чем в пчёлах летнего и осеннего сезонов (таблица 2) . Таким образом, и летние тела пчёл и зимний подмор можно использовать для получения ХМК, но использование зимнего подмора не сопряжено со снижением продуктивности пчелиной семьи.

Таблица 2 – Физико-химические показатели пчел в зависимости от сезона

Показатель	Сезон получения тел пчёл			
	зимний подмор	весна	лето	осень
Влажность, %	12,26±0,862	24,47±2,534	25,30±2,852	24,45±3,679
pH	6,24±0,157	5,96±0,081	5,94±0,293	5,94±0,147
Показатель окисляемости, с	более 120	более 120	более 120	более 120
Свободная кислотность, мЭкв/кг	191,93±13,481	206,67±9,167	210,00±13,49	202,13±7,687
М. д. флавоноидных и других фенольных соединений, %	5,74±1,534	11,34±0,564	12,00±0,552	12,58±0,482
М. д. сырого протеина, %	57,43±3,165	50,36±4,348	45,44±4,749*	46,15±1,795*

*Различия статистически значимы, P<0,05

2.3.2. Состав и физико-химические свойства хитин-хитозан-меланинового комплекса

Определены свободная кислотность (8,3 мЭкв/кг), кислотное число (11,3 мг/г) и йодное число (16,1 г/100 г), показатель окисляемости (8-более 100 с.) хитин-хитозан-меланинового комплекса.

Также определено содержание сырого протеина (34,5 %), однако данный показатель носит условный характер для хитин-хитозан-меланинового комплекса и используется для удобства оценки качества комбинированных продуктов, содержащих хитин-хитозан-меланиновый комплекс. Хитин-хитозан-меланиновый комплекс обладает значительным кислотным числом (11,3 мг/г). Это связано с наличием фенольных гидроксильных групп меланина. Невысокая свободная кислотность (8,3 мЭкв/кг), при значительном кислотном числе, видимо, связана с наличием фенольных гидроксильных групп, которые не титруются в условиях определения свободной кислотности, но титруются при определении кислотного числа. Высокое йодное число (16,1 г/100 г) хитин-хитозан-меланинового комплекса обусловлено входящим в его состав меланином, обладающим высокими антиоксидантными свойствами.

Наибольшим изменениям подвержены такие показатели, как влажность, рН и свободная кислотность, но и они довольно стабильны до 1 года хранения, а в течение последующего года наблюдаются резкие изменения этих показателей, что ограничивает срок хранения ХМК комплекса 1 годом (таблица 3).

Таблица 3 – Физико-химические показатели ХМК в процессе хранения

Показатель	Исходный	После хранения		
		6 мес	1 год	2 года
Влажность, %	7,42±0,376	7,67±0,366	6,72±0,369	6,10±0,353*
Окисляемость, с	Более 100	Более 100	Более 100	Более 100
рН	7,14±0,096	7,31±0,112	7,03±0,126	5,86±0,354*
Массовая доля сырого протеина, %	34,52±2,454	34,18±2,573	31,51±3,129	35,60±0,932
Свободная кислотность, мэкв/кг	8,29±1,994	7,77±2,521	6,21±1,226	16,80±2,049*
Кислотное число мг/г	11,31±2,539	18,05±3,685	16,51±3,340	16,63±1,087
Йодное число г/100г	16,12±0,781	16,59±1,128	15,81±1,531	15,35±1,062

*Различия статистически значимы, $P < 0,05$

2.3.3. Органолептические и технологические качества композиций

Органолептические свойства продуктов зависят от состава. При добавлении в продукт ХМК, появляется волокнистая текстура, которая усиливается пропорционально содержанию ХМК и при 10 % становится неприятной. ЭП придаёт продуктам желтоватый оттенок и характерный вкус и аромат прополиса. ММ придаёт продуктам характерный запах с медовым оттенком и немного жгучий вкус с небольшой кислинкой. Органолептика продуктов с маточным молочком и ЭП в целом более приятная, чем у ТР без добавок или с производными хитозана.

2.3.4. Влияние способа адсорбции на физико-химические показатели гомогената трутневого расплода

Для получения адсорбентов, содержащих производные хитозана, к лактозо-глюкозной смеси в ступке добавляли необходимое количество производного хитозана и аккуратно перемешивали до однородности. Добавление ЭП к сырому адсорбированному ГТР в количестве 1-3 % сверх массы адсорбента не представляет сложностей, продукт легко гранулируется с получением гранул однородного размера удлинённой формы и хорошо высушивается. Введение маточного молочка в состав продукта также не представляет сложностей. Сырые продукты не

продемонстрировали превосходства стабилизации БАВ относительно сухих, однако требуют хранения при температуре -21 ± 3 °С, по причине чего работа с ними представляет ряд технологических сложностей. Таким образом, заготовка и хранение сырого адсорбированного тропического расплода признана неперспективной.

Из изученных 12 продуктов наиболее перспективными были признаны два:

Композиция «Фукус-хит» (Продукт № 4) статистически значимо отличается от продукта № 1 (ТР на лактозно-глюкозном адсорбенте) по влажности, водородному показателю, массовой доле сырого протеина, свободной кислотности и йодному числу. Данные отличия обусловлены присутствием в продукте 5% ХМК с присущими ему свойствами (рис 2).

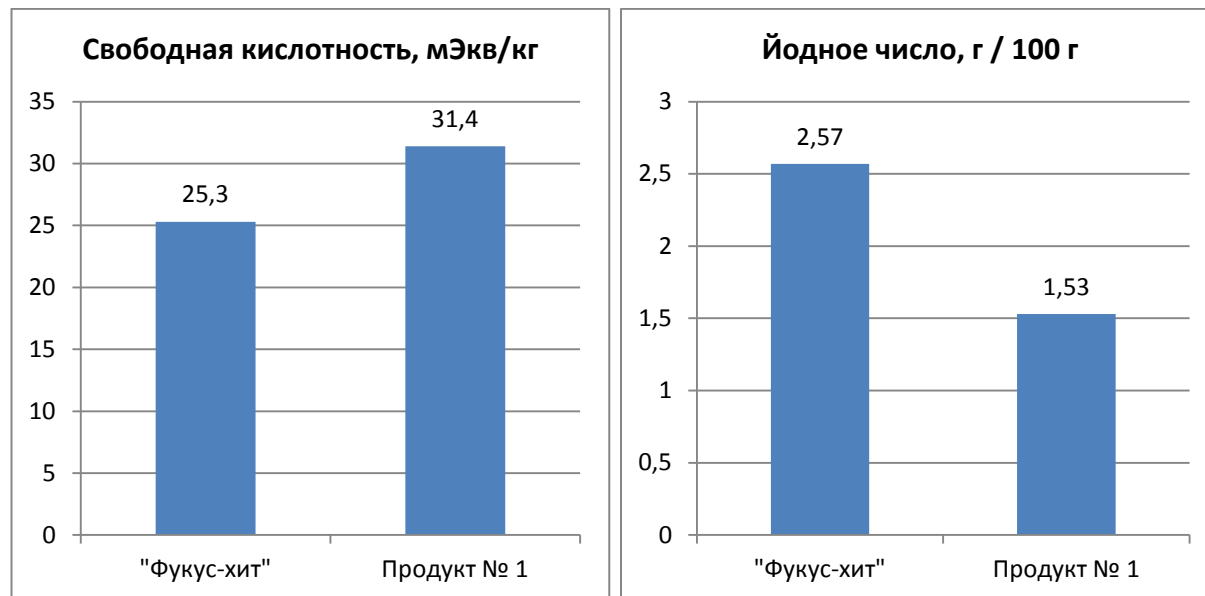


Рисунок 2 – свободная кислотность и йодное число продукта № 1 и «Фукус-хит»

Продукт «Фукус-жел» (продукт № 12) статистически значимо превосходит продукт № 1 по показателям массовой доли сырого протеина и деценовых кислот, свободной кислотности и имеет статистически значимо меньшее значение водородного показателя (рис. 3).

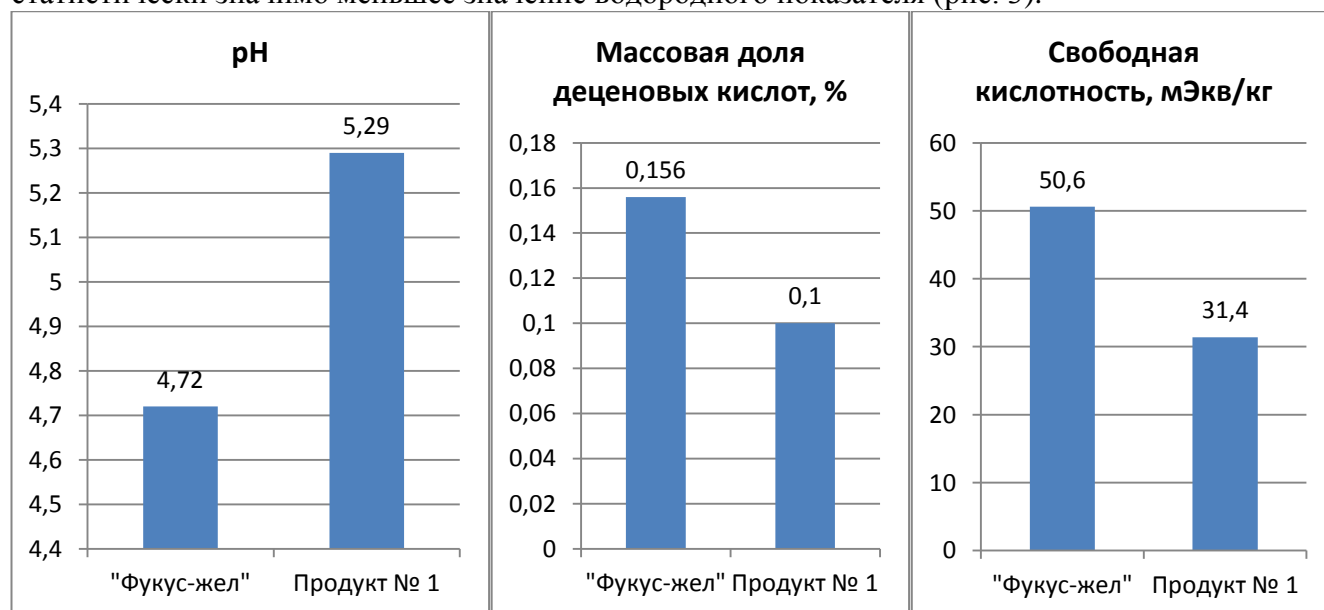


Рисунок 3 – pH, массовая доля деценовых кислот и свободная кислотность продукта № 1 и «Фукус-жел»

2.3.5 Динамика физико-химических показателей композиций

При хранении продукта № 1 в течение 6 месяцев влажность достоверно увеличилась на 0,985%. Массовая доля деценовых кислот статистически значимо снизилась до 70,0 % от исходного. При хранении в течение 1 года окисляемость статистически значимо статистически значимо возросла на 3,55 с. Кислотное число статистически значимо увеличилось до 171,12 %.

При хранении в течение 2 лет влажность достоверно уменьшилась на 0,795 %, окисляемость статистически значимо возросла на 5,51 с. Свободная кислотность статистически значимо увеличилась до 148,98 % от исходного значения. Кислотное число статистически значимо увеличилось до 145,45 % от исходного. Изменение остальных показателей не достигло статистически значимых величин.

При хранении «Фукус-хит» (продукт № 4) в течение 6 месяцев статистически значимо окисляемость возросла на 3,51 с. Массовая доля деценовых кислот значимо снизилась до 64,36 % от исходного. При хранении в течение 1 года статистически значимо окисляемость возросла на 5,52 с, кислотное число увеличилось до 140,17 %. При хранении в течение 2 лет статистически значимо влажность уменьшилась на 1,31 %, окисляемость возросла на 6,4 с, кислотное число увеличилось до 138,83 % от исходного.

При хранении композиции ГТР и ММ, полученной путём совместной грануляции «Фукус-жел» (продукт № 12), в течение 6 месяцев влажность статистически значимо уменьшилась на 0,653%. Остальные изменения не достигли статистической значимости. При хранении в течение 1 года влажность уменьшилась на 0,243 %, окисляемость увеличилась на 0,133 с, водородный показатель уменьшился на 0,009 единицы. Массовая доля деценовых кислот составила 82,69 % от исходного, массовая доля сырого протеина 54,22 % от исходного. Свободная кислотность снизилась до 73,15 %. Кислотное число увеличилось до 101,61 %, а йодное снизилось до 95,05 % от исходного.

2.3.6 Результаты изучения биологических свойств гомогената трутневого расплода и «Фукус-хит»

Введение экспериментальным животным в условиях отсутствия эндокринных патологий ГТР на глюкозно-лактозном адсорбенте в дозе 10 мг/кг ТР в течение 10 дней не вызывает изменение в сыворотке крови уровня ДГЭА, тестостерона и ГСПГ. Введение 10 мг/кг ГТР с ХМК вызывает статистически значимое увеличение концентрации ДГЭА, не влияя на концентрацию ГСПГ и тестостерона в сыворотке крови.

Установлено, что ГТР адсорбированный с добавлением ХМК не влияет на сывороточную концентрацию Т4св. ГТР с ХМК вызывает повышение сывороточной концентрации ТТГ с $0,6 \pm 0,03$ до $0,79 \pm 0,17$ мМе/л, что составляет 24,85 % ($p=0,01$). Сывороточная концентрация ТЗсв возрастает с $4,81 \pm 1,11$ до $6,67 \pm 1,18$ пМоль/л, что составляет 38,67 %

2.3.7. Экономическая эффективность

При средней оптовой цене гомогената трутневого расплода в 2021 году 4000 руб/кг, дополнительная прибыль составляет 3424 рубля на одну пчелосемью. При использовании в качестве сырья для производства хитин-хитозан-меланинового комплекса такого доступного и фактически бесплатного сырья, как зимний подмор, при условии среднего ослабления семьи за

зимовку от 15 до 39 %, дополнительная прибыль составляет от 1120 до 6240 рублей на одну пчелосемью. Себестоимость ХМК составляет 21263 руб/кг. При производстве «Фукус-хит» наибольший вклад в себестоимость вносит ХМК. Себестоимость «Фукус-хит» составляет 3064 руб/кг. При производстве «Фукус-жел» наибольший вклад в себестоимость вносит маточное молочко. Себестоимость «Фукус-жел» составляет 3476 руб/кг.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

3.1. Выводы

1. Зимний подмор и пчёлы летнего и осеннего сезонов имеют статистически значимые различия массовой доли сырого протеина (57,4 %, 45,4 % и 46,2 % соответственно). Массовая доля флавоноидных и других фенольных соединений зимнего подмора примерно в 2 раза уступает пчёлам весенне-осеннего сезона (5,7 % у зимнего подмора, 11,3 % у весенних пчёл, 12,0 у летних и 12,58 у осенних), однако это различие недостоверно. По остальным показателям они близки. Физико-химические показатели пчёл в течение весенне-осеннего изменяются незначительно. Следовательно, целесообразно использование зимнего подмора медоносных пчёл в качестве сырья для получения хитин-хитозан-меланинового комплекса с сохранением биологического состояния пчелиной семьи. Таким образом, и тела пчёл, полученные с весны по осень, и зимний подмор можно использовать для получения ХМК, но использование зимнего подмора не сопряжено со снижением продуктивности пчелиной семьи.

2. Определены такие показатели продуктов на основе трутневого расплода, как влажность, рН, показатель окисляемости, массовая доля деценовых кислот, массовая доля сырого протеина, впервые определены свободная кислотность, кислотное число и йодное число. Свободная кислотность продукта «Фукус-хит» статистически значимо ниже, чем при использовании адсорбента 1 (25,3 и 31,4 мЭкв/кг соответственно), а «Фукус-жел» - значимо выше (50,6 против 31,4 мЭкв/кг соответственно). Кислотное число при использовании классического лактозно-глюкозного адсорбента составляет 2,9 мг/г, а при добавлении экстракта прополиса статистически значимо превышает это значение в 2,9 раза при 1 % экстракта прополиса, в 3,6 раза при 2% и в 4,2 раза при 3 % экстракта прополиса. «Фукус-жел» более чем вдвое превосходит адсорбированный трутневый расплод (6,9 мг/г против 2,9 мг/г). Йодное число при использовании классического лактозно-глюкозного адсорбента составляет 1,5 г/100г, у продукта «Фукус-хит» статистически значимо выше на 74 %, а «Фукус-жел» - на 40 %, однако разница статистически незначительна. При добавлении 1, 2 и 3 % экстракта прополиса йодное число статистически значимо превышает таковое для классического адсорбированного трутневого расплода соответственно в 2,1, 3,4 и 3,94 раза.

3. При использовании классического лактозно-глюкозного адсорбента спустя 1 год хранения наблюдается статистически значимый рост показателя окисляемости в 3 раза, а кислотного числа – в 2 раза. С адсорбентом 2 (лактоза и глюкоза поровну) окисляемость за год возрастает в 3,2 раза, свободная кислотность в 1,6 раза, а кислотное число – в 4,6 раза. Использование сырого адсорбированного гомогената трутневого расплода является нецелесообразным, так как он не превосходит сухой адсорбированный по содержанию БАВ, но требует жёсткого соблюдения

условий хранения в замороженном виде. Показано, что введение экспериментальным животным без патологии продукта «Фукус-хит» вызывает статистически значимое увеличение сывороточной концентрации дегидроэпиандростерона в 3 раза, тиреотропного гормона в 1,3 раза и трийодтиронина свободного в 1,39 раза.

4. Разработана технология производства композиций на основе ГТР – «Фукус-хит» с добавлением ХМК и «Фукус-жел» с маточным молочком. По результатам исследований целесообразно ограничить срок годности полученных продуктов 1 годом. Подтверждена хорошая стабилизация БАВ продукта на классическом лактозно-глюкозном адсорбенте, который исторически первым испытан. «Фукус-хит» хорошо сохраняет физико-химические показатели без ухудшения органолептических свойств. Его срок годности ограничивается 1 годом - сроком годности хитин-хитозан-меланинового комплекса. Добавление экстракта прополиса в количестве 1 – 2 % улучшает органолептические свойства продуктов, способствует лучшей сохранности биологически активных веществ и обогащает продукт веществами прополиса (массовая доля флавоноидных и других фенольных соединений соответственно 1,1 и 1,3 % против 0,2 % у классического продукта). Маточное молочко в состав композиции оптимально вводить путём отдельной от трутневого расплода адсорбции и высушивания с последующей совместной грануляцией, что позволяет более полно сохранить БАВ обоих компонентов. Композиция «Фукус-жел» имеет хорошие органолептические свойства.

5. Показано, что введение экспериментальным животным без патологии продукта «Фукус-хит» вызывает статистически значимое увеличение сывороточной концентрации ДГЭА в 3 раза, тиреотропного гормона в 1,3 раза и Т3 св в 1,39 раза.

6. При средней оптовой цене ГТР в 2021 году 4000 руб/кг, дополнительная прибыль от получения его составляет 3424 рубля на одну пчелосемью. При использовании в качестве сырья для производства ХМК такого доступного и фактически бесплатного сырья, как зимний подмор, дополнительная выгода будет составлять 4000 рублей на одну пчелосемью.

3.2. Предложения производству

Для повышения рентабельности отрасли пчеловодства целесообразно получать трутневый расплод, что не снижает медовую продуктивность пчелосемей. Использование зимнего подмора пчел может принести значительную дополнительную прибыль без нарушения биологического состояния пчелиной семьи. При производстве комбинированного адсорбированного продукта ГТР с ХМК рекомендуется пользоваться ТУ и ТИ на композицию «Фукус-хит», при производстве ТР адсорбированного с ММ – ТУ и ТИ на композицию «Фукус-жел».

3.3. Перспективы дальнейшей разработки темы

Перспективой дальнейшей разработки темы являются исследования новых составов адсорбентов для ГТР и продуктов на его основе, дальнейшее изучение биологической активности полученных продуктов. Заслуживают внимания сорбционные свойства ХМК, которые могут иметь положительное значение при использовании в качестве энтеросорбента, поглощающего тяжёлые металлы, так и потенциальное значение ХМК как антинутриента, теоретически способного ухудшать усваиваемость микроэлементов.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

В рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Вахонина, Е.А. Флавоноидные вещества прополиса / Е.А. Вахонина, Н.В. Будникова, Д.В. Митрофанов, Г.К. Степанцева // Пчеловодство. – 2015. – №4. – С. 52-54.
2. Митрофанов, Д.В. Гормоны трутневого расплода медоносных пчел разного возраста / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, Л.А. Бурмистрова // Пчеловодство. – 2015. – №7. – С. 58-59.
3. Митрофанов, Д.В. Новый стабилизатор трутневого расплода / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, Л.А. Бурмистрова // Пчеловодство. – 2016. – №10. – С. 58-59.
4. Митрофанов, Д.В. Оптимальный состав адсорбента для стабилизации трутневого расплода / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, Л.А. Бурмистрова // Пчеловодство. – 2017. – №10. – С. 48-49.
5. Бурмистрова, Л.А. Содержание соединений и компонентов в теле медоносных пчёл / Л.А. Бурмистрова, Е.П. Лапынина, Н.В. Будникова [и др.] // Пчеловодство. – 2017. – №10. – С. 55-57.
6. Бурмистрова, Л.А. Методы контроля водных экстрактов прополиса / Л.А. Бурмистрова, Е.А. Вахонина, Н.В. Будникова [и др.] // Пчеловодство. – 2018. – №8. – С.50-51.
7. Митрофанов, Д.В. Оценка качества хитин-хитозан-меланинового комплекса / Д.В. Митрофанов, Е. П. Лапынина, О. В. Серебрякова [и др.] // Пчеловодство. – 2019. – №1. – С.54-55.
8. Митрофанов, Д.В. Физико-химические показатели композиции из маточного молочка и трутневого расплода / Д.В. Митрофанов // Пчеловодство. – 2019. – №8. – С.57-59.
9. Вахонина, Е. А. Экстракция водного прополиса ультразвуком / Е.А. Вахонина, Н. В. Будникова, Д. В. Митрофанов [и др.] // Пчеловодство. – 2020. – №8. – С. 49-51.
10. Митрофанов, Д.В. Водородный показатель и свободная кислотность определяют качество и стабильность продуктов на основе трутневого расплода / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, О.В. Серебрякова // Пчеловодство. – 2019. – №9. – С.54-56.
11. Митрофанов, Д.В. Надёжные показатели качества композиций трутневого расплода с прополисом / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, Е.А. Вахонина, О.В. Серебрякова // Пчеловодство. – 2020. – №9. – С.36-38.
12. Митрофанов, Д. В. Применение трутневого расплода в рациональном питании и апитерапии / Д. В. Митрофанов, Н. В. Будникова, А. З. Брандорф // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22. – №2. – С. 188-203. – DOI:10.30766/2072-9081.2021.22.2.188-203.
13. Митрофанов, Д.В. Трутневый расплод и маточное молочко в оздоровлении при психических расстройствах / Д.В. Митрофанов, Е.А. Вахонина, И.Н. Колчаева // Пчеловодство. – 2021. – № 7. – С. 54-56.
14. Митрофанов, Д.В. Изучение эндокринотропных свойств трутневого расплода / Д.В. Митрофанов, Е.А. Рязанова, А.С. Лизунова // Вестник РГАТУ. – 2020. – № 3. – С.27-31. – DOI: 10.36508/RSATU.2020.67.98.005.
15. Вахонина, Е.А. Антиоксидантные соединения в продуктах пчеловодства / Е.А. Вахонина, Д.В. Митрофанов, С.Н. Есенкина [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2020. – №3. – С.5-10. – DOI: 10.36508/RSATU.2020.62.88.001.
16. Митрофанов, Д. В.. Влияние трутневого расплода с хитин-хитозан-меланиновым комплексом на тиреоидную функцию крыс / Д. В. Митрофанов, А. С. Лизунова, Е. А. Рязанова // Пчеловодство. – 2021. – №6. – С. 56-57.

В изданиях, индексируемых Scopus:

17. Митрофанов, Д.В. Стабилизация трутневого расплода адсорбцией / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2020. – Т. 9. – № 4. – С. 115-116. – DOI: 10.33380/2305-2066-2020-9-4(1)-16-161.

18. Budnikova, N. V. Stabilization methods and biochemical parameters of drone brood / N. V. Budnikova, D. V. Mitrofanov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 845. – N 1. – P. 012018. – DOI:10.1088/1755-1315/845/1/012018.

19. Mitrofanov, D. V. Influence of technology on the quality indicators of the composition of drone brood and royal jelly / D. V. Mitrofanov, N. V. Budnikova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 845. – N 1. – P. 012060. – DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012060.

20. Mitrofanov, D. V. Reducing agents of drone brood products supplemented by royal jelly, propolis and chitosan derivatives / D. V. Mitrofanov, E. A. Vakhonina, N. V. Budnikova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 624. – N 1. – P. 012146. – DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012146.

21. Vakhonina, E. A. Comparative evaluation of aqueous propolis extracts prepared in different ways / E. A. Vakhonina, N. V. Budnikova, D. V. Mitrofanov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 624. – N 1. – P. 012178. – DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012178.

Методические рекомендации:

22. Бурмистрова, Л.А. Методические рекомендации по применению трутневого расплода в рациональном питании и апитерапии // Л.А. Бурмистрова, Н.В. Будникова, Д.В. Митрофанов. – Рыбное, 2018. – 23 с.

В других изданиях:

23. Будникова, Н.В. Флавоноиды продуктов пчеловодства / Н.В. Будникова, Е.А. Вахонина, С.Н. Акимова, Д.В. Митрофанов // Успехи апитерапии: материалы Всероссийской научной конференции. – Рыбное, 2013. – С. 177-182.

24. Budnikova, N. Bee Products Flavonoids / N. Budnikova, E. Vahonina, S. Akimova, D. Mitrofanov // XXXXIII International Apicultural Congress Apimondia. – 2013. – P. 309-310.

25. Будникова, Н.В. Стабилизация гомогената трутневого расплода различными адсорбентами / Н.В. Будникова, Л.А. Бурмистрова, С.Н. Акимова [и др.] // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы: материалы научно-практической конференции. – Рязань, 2014. – С. 73 – 76.

26. Митрофанов, Д.В. Гормоны трутневого расплода медоносных пчёл / Д.В. Митрофанов, Л.А. Бурмистрова, Н.В. Будникова // Апитерапия сегодня: материалы XVII Всероссийской научной конференции. – Рыбное, 2014. – С. 107-112.

27. Вахонина, Е.А. Определение флавоноидных веществ прополиса / Е.А. Вахонина, Н.В. Будникова, Д.В. Митрофанов [и др.] // Апитерапия сегодня: материалы Всероссийской научной конференции. – Рыбное, 2014. – С. 132-137.

28. Vakhonina, E. Flavonoid compounds propolis / E. Vakhonina, N. Budnikova, D. Mitrofanov, G. Stepantseva // 44-th Apimondia International Apicultural Congress. – 2015. – P. 265-266.

29. Mitrofanov, D. Stability of hormone components in products based on drone brood / D. Mitrofanov, N. Budnikova, L. Burmistrova // 44-th Apimondia International Apicultural Congress. – 2015. – P. 275.

30. Митрофанов, Д.В. Стабилизация биологически активных компонентов трутневого расплода адсорбцией / Д.В. Митрофанов, Л.А. Бурмистрова, Н.В. Будникова [и др.] // Сборник научно – исследовательских работ по пчеловодству НИИ пчеловодства 85 лет. – Рыбное, 2015. – С. 170-175.

31. Митрофанов, Д.В. Влияние состава адсорбента на стабильность трутнёвого расплода / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, Л.А. Бурмистрова // Апитерапия сегодня: материалы Всероссийской научной конференции. – Рыбное, 2017. – С. 62-67.

32. Митрофанов, Д.В. Хитин-хитозан-меланиновый комплекс – новый продукт пчеловодства / Д.В. Митрофанов, Е.П. Лапынина, О.В. Серебрякова [и др.] // Тезисы докладов XXII международного конгресса «Апиславия». – Москва, 2018. – С. 68-69.

33. Митрофанов, Д.В. Йодное число и кислотное число как показатели качества и стабильности трутнёвого расплода / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, Л.А. Бурмистрова // Достижения молодых учёных – зоотехнической науке и практике: материалы научно-практической конференции. – Дивово, 2018. – С. 327-335.

34. Митрофанов, Д.В. Новый препарат на основе продуктов пчеловодства, его показатели качества и стабильность при хранении / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, Л.А. Бурмистрова // Материалы IV Евразийского симпозиума по перепончатокрылым. – 2019. – С. 125-126. – DOI: doi.org/10.25221/hym4.

35. Митрофанов, Д.В. Флавоноидные соединения в адсорбированном трутнёвом расплоде с добавлением прополиса в процессе хранения / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, Е.А. Вахонина // Современные проблемы пчеловодства и апитерапии: монография/ под ред. А.З.Брандорф, В.И.Лебедева, М.Н.Харитоновой и др. – Рыбное: ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», 2019. – С. 258-263.

36. Митрофанов, Д.В. Антиокислительная активность трутневого расплода в процессе стабилизации и хранения / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова // Современные проблемы пчеловодства и апитерапии: монография/ под ред. А.З.Брандорф, В.И.Лебедева, М.Н.Харитоновой и др. – Рыбное: ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», 2019. – С. 264-271.

37. Митрофанов, Д.В. Применение трутнёвого расплода в рациональном питании и апитерапии / Д.В. Митрофанов // Гармонизация подходов к фармацевтической разработке: материалы Международной научно-практической конференции. – М.: РУДН, 2019. – С. 186-188.

38. Митрофанов, Д.В. Технология переработки трутневого расплода для получения продуктов функционального питания и БАД к пище / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Бийск, 2020. – С. 343-346.

39. Митрофанов, Д.В. Новый продукт на основе трутневого расплода и маточного молочка / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, О.В. Серебрякова // Сборник научных трудов КНЦЗВ. – 2020. – Т. 9. – № 1. – С. 109-113. – DOI: 10.34617/27ak-tx04.
40. Митрофанов, Д.В. Содержание деценовых кислот в препаратах трутневого расплода и комбинированных препаратах на его основе / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова // Биомика. – 2020. – Т.12(3). – С. 389-393. – DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2020-29.
41. Mitrofanov, D. Phenolic compounds and their dynamics in drone brood with propolis / D. Mitrofanov, E. Vakhonina // Proceedings of the online anniversary scientific conference with international participation –Animal Science- Challenges and Innovations. – Kostinbrod, 2020. – P. 178-182.
42. Mitrofanov, D. Composition of royal jelly and drone brood and its physico-chemical indicators / D. Mitrofanov, N. Budnikova // Proceedings of the online anniversary scientific conference with international participation –Animal Science- Challenges and Innovations. – Kostinbrod, 2020. – P.183-187.
43. Митрофанов, Д.В. Стабилизация трутневого расплода адсорбцией / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова // Гармонизация подходов к фармацевтической разработке: материалы Международной научно-практической конференции. – М.: РУДН, 2020. – С.149-152.
44. Митрофанов, Д.В. Новые маркеры качества композиций на основе трутневого расплода / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова // Медовый край – медовая Россия: история, традиции, современные тенденции пчеловодства: материалы национальной научно-практической конференции. – Уссурийск, 2020. – С. 282-287.
45. Митрофанов, Д.В. Йодное число адсорбированного трутневого расплода с экстрактом прополиса в процессе хранения / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова // Современные проблемы пчеловодства и апитерапии: материалы Международной научно-практической конференции. – Рыбное: ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», 2021. – С. 410-414. – DOI: 10.51759/pchel_api_2021_407.
46. Митрофанов, Д.В. Антиоксидантные соединения в гомогенате трутневого расплода разного возраста / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, С.Н. Есенкина, Л.А. Репьёва // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2021. – Т. 10. – № 1. – С. 273-276. –DOI: 10.48612/7z9a-kgmt-dex6.
47. Будникова, Н. В. Динамика состава и свойств трутневого расплода на разных стадиях развития / Н.В. Будникова, Д.В. Митрофанов // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2021. – Т. 10. – № 1. – С. 248-251. – DOI: 10.48612/ka8e-zmgd-kfgx.
48. Митрофанов, Д.В. Стресс и продукты пчеловодства / Д.В. Митрофанов, А.С. Лизунова, Е.А. Вахонина // Стресс и здоровье человека: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Нижний Новгород, 2021. – С. 151-168.
49. Митрофанов, Д.В. Окисляемость, свободная кислотность и массовая доля флавоноидных соединений как показатели качества трутневого расплода с прополисом / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова, Е.А. Вахонина, О.В. Серебрякова // Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы Международной научно-практической конференции. – Красноярск, 2021. – С. 559-564.

50. Митрофанов, Д.В. Кислотное и йодное число продуктов на основе трутневого расплода / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова // Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 90-летию академика Саковича Г.В. – Бийск, 2021. – С. 332-335. – DOI: 10.25699/tohbipp.2021.18.37.005.

51. Митрофанов, Д.В. Йодное число адсорбированного трутневого расплода с экстрактом прополиса в процессе хранения / Д.В. Митрофанов, Н.В. Будникова // Пчеловодство и апитерапия: современные подходы и развитие: материалы Международной научно-практической конференции. – Рыбное: ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», 2021. – С. 262-267. – DOI:10.51759/fncp_bee_2021_50.

52. Вахонина, Е.А. Флавоноидные вещества прополиса / Е.А. Вахонина, Н.В. Будникова, Д.В. Митрофанов, Г.К. Степанцева // Пчеловодство и апитерапия: современные подходы и развитие: материалы Международной научно-практической конференции. – Рыбное: ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», 2021. – С. 220-226. – DOI: 10.51759/fncp_bee_2021_42.