

ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ

С названием рукописи

УДК: 638.162.3:546.3.

КОШЕЛЕВА ОЛЬГА

**ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ НА
КАЧЕСТВО ПЧЕЛИНОГО МЕДА**

**421.03 – ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЖИВОТНЫХ И ПОЛУЧЕНИЯ
ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Автореферат диссертации доктора сельскохозяйственных наук

КИШИНЭУ, 2024

Диссертация была выполнена в Департаменте ”Животноводческие ресурсы и безопасность пищевых продуктов” Технического Университета Молдовы

Научный руководитель: ЕРЕМИЯ Николай, доктор хабилитат сельскохозяйственных наук, профессор, Лауреат Национальной Премии

Состав Комиссии для публичной защиты докторской диссертации:

1. КАЙСЫН Лариса, доктор хабилитат сельскохозяйственных наук, профессор, ТУМ – *Председатель*
2. МАРДАРЬ Татьяна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ТУМ – *секретарь*
3. ЕРЕМИЯ Николай, доктор хабилитат сельскохозяйственных наук, профессор, ТУМ
4. МАШНЕР Олег, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Институт прикладных исследований в сельском хозяйстве и ветеринарной медицине
5. РОТАРУ Илья, доктор хабилитат сельскохозяйственных наук, профессор, ТУМ – *официальный оппонент*
6. КАМБУР Мария, доктор хабилитат, профессор, Сумской национальной аграрный университет, Украина – *официальный оппонент*
7. ЗАГАРЯНУ Андрей, доктор сельскохозяйственных наук, Национальная Ассоциация Пчеловодов Республики Молдова – *официальный оппонент*

Защита состоится «16» января 2025 г. в 13.30 на заседании Комиссии для публичной защиты докторской диссертации при Техническом Университете Молдовы, мун. Кишинев, MD-2049, ул. Мирчешть 58, ауд. 304.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в Библиотеке Технического Университета Молдовы, Национальной Библиотеке Республики Молдова и на странице web а ANACEC (<http://www.anacec.md/>) и странице web ТУМ (<http://repository.utm.md>).
Отзывы на докторскую диссертацию можно направить на электронный адрес секретаря Комиссии по публичной защите (tatianadabija30@gmail.com).

Автореферат разослан” 2024 г.

Председатель Комиссии:

др. хаб., унив. проф.

КАЙСЫН Лариса

Научный руководитель:

др. хаб., унив. проф.

ЕРЕМИЯ Николай

Автор

КОШЕЛЕВА Ольга

© Кошелева Ольга, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Концептуальные ориентиры исследования..... | 4 |
| Содержание диссертации..... | 5 |
| 1. Физико-химические показатели меда, содержание микро-, макроэлементов, аминокислот, миграция тяжелых металлов в трофической цепи и подкормка пчел..... | 5 |
| 2. Материал, методы и условия исследования..... | 5 |
| 2.1. Материал и условия проведения исследований..... | 5 |
| 2.2. Методы исследования химических показателей меда, почвы, цветков, обножек, прополиса, тела пчел и морфо-продуктивных показателей пчелиных семей..... | 7 |
| 3. Влияние миграции тяжелых металлов в трофической цепи на качество меда..... | 8 |
| 3.1. Химический состав пчелиного меда из разных почвенно-климатических зон..... | 8 |
| 3.2. Содержание микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в меде из разных почвенно-климатических зон..... | 9 |
| 3.3. Аминокислотный состав и антибактериальная активность пчелиного меда..... | 11 |
| 3.4. Содержание и миграция микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в трофической цепи (<i>почва – цветки медоносных растений – мед – пыльцевые обножки – прополис – тело пчел</i>) | 12 |
| 4. Повышение объемов производства меда при использовании биостимуляторов в подкормке пчел..... | 19 |
| 4.1. Использование биостимуляторов <i>ApiStev, CobalStev, ApiRibo</i> и <i>ApiDAK</i> в подкормке пчел..... | 19 |
| 4.2. Использование биостимулятора Хлорид Холина в подкормке пчел..... | 22 |
| 4.3. Использование биостимуляторов (3% растворов глюконовой кислоты) в подкормке пчел..... | 22 |
| 4.4. Эффективность использования биостимуляторов в подкормке пчел..... | 22 |
| Общие выводы и рекомендации..... | 23 |
| Библиография..... | 25 |
| Список опубликованных научных работ по теме диссертации..... | 27 |
| Аннотации (румынский, русский и английский) | 31 |

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОРИЕНТИРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуальность темы. Мед представляет собой естественный продукт, который создают пчелы, и его состав зависит от источников нектара, которые они используют, а также от различных факторов окружающей среды. Однако, наличие ульев в местах, где присутствует загрязнение тяжелыми металлами, может отразиться на качестве пчеловодческих продуктов [13]. В настоящее время активно изучаются свойства тяжелых металлов. Различные исследователи приходят к противоречивым выводам относительно этой проблемы. Через пищевую цепь пчел происходит накопление и распределение различных минеральных элементов, включая токсичные, при этом сами пчелиные колонии играют роль организмов-индикаторов [24].

Результаты многих исследований показали, что тяжелые металлы накапливаются в меде в результате загрязнения атмосферы [1]. Тяжелые металлы из атмосферы могут оседать на теле пчел или попадать в них вместе с нектаром, пыльцой, медовой росой или водой при сборе пищи [2]. Поэтому обнаружение в меде нежелательных примесей тяжелых металлов свидетельствует о том, что окружающая среда, где расположены ульи пчел, загрязнена.

Изучение концентрации тяжелых металлов показывает, что их накопление в организме пчел зависит от конкретного местоположения. После переноса в улей эти металлы могут обнаруживаться в различных продуктах пчеловодства, таких как мед, воск и прополис [11, 12].

Медоносные растения, получают ионы тяжелых металлов прежде всего через корневую систему. Тяжелые металлы могут поступать в растения, через воздушный поток, а также могут накапливаться и задерживаться в их листьях. Загрязнение атмосферы тяжелыми металлами является одной из наиболее актуальных экологических проблем. Особенно важной она стала в последнее время, так как тесно связана с проблемой получения экологически чистой пищевой продукции [28].

Для интенсивного развития пчеловодства с учетом экологических условий, а также предъявленным требованиям к качеству меда и экспорту в Евросоюз, большое теоретическое и практическое значение имеет изучение физико-химических показателей меда различных почвенно-климатических зон и миграция микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в трофической цепи (*почва – цветки медоносных растений – мед – пыльцевые обножки – прополис – тело пчел*). В тоже время для увеличения объемов производства меда и повышения зимостойкости пчелиных семей большое внимание уделяется поиску новых биостимуляторов, в том числе природного происхождения, что и формирует актуальность проблемы, которая представляет большое научное и практическое значение.

Цель работы: состоит в научном обосновании и оценке качества меда разных почвенно-климатических зон, миграции тяжелых металлов в пищевой цепи и повышении производства меда с применением биостимуляторов в подкормке пчел.

Задачи исследования: определение физико-химических показателей пчелиного меда из разных почвенно-климатических зон; выявление содержания микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в меде из разных почвенно-климатических зон; определение аминокислотного состава и антибактериальной активности пчелиного меда; выявление миграции и содержания микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в трофической цепи (*почва – цветки медоносных растений – мед – пыльцевые обножки –*

прополис – тело пчел); оценка эффективности использования природных биостимуляторов в подкормке пчел и разработка практических рекомендаций.

Гипотеза исследования. Для интенсивного развития пчеловодства и учитывая экологические условия окружающей среды были выдвинуты следующие гипотезы:

- Выявить экологические зоны, качества меда и миграция тяжелых металлов в трофической цепи (*почва – цветки медоносных растений – мед – пыльцевые обножки – прополис – тело пчел*).

- Повышение производства качественного меда и зимостойкости пчелиных семей путем использования биостимуляторов в подкормке пчел.

Синтез методологии исследования и обоснование выбранных методов исследования. Методика научных исследований основана на принципах методах, описанных и применяемых в области пчеловодства [25, 18, 4], с помощью которых оценены морфо-продуктивные показатели пчелиных семей, физико-химические, биохимические, биологические, антибактериальные и противогрибковые показатели [15, 14] и качество пчелиного меда и миграция микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в пищевой цепи. Полученные результаты, обрабатывались методом вариационной статистики по МЕРКУРЕВОЙ, Е. [26] и с помощью компьютерных программ Microsoft Office. Таким образом, были получены оригинальные результаты и полностью выполнены поставленные цели и задачи исследования.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В **введении** приводится актуальность темы, описывается текущая ситуация в области, цель и задачи исследования, гипотеза исследования, синтез методологии и обоснование выбранных методов исследования, а также краткое изложение разделов диссертации.

1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЕДА, СОДЕРЖАНИЕ МИКРО-, МАКРОЭЛЕМЕНТОВ, АМИНОКИСЛОТ, МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ И ПОДКОРМКА ПЧЕЛ

Первая глава содержит обобщение научных материалов, представленных в специальной литературе по теме диссертации в пчеловодстве. Представлена информация и анализ научных исследований отечественных и зарубежных авторов, а также физико-химические особенности меда и миграция тяжелых металлов в трофической цепи и использовании биостимуляторов подкормки пчел.

2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Материал и условия проведения исследований. Для достижения поставленных задач объектом исследований послужили образцы пчелиного меда, собранные из разных почвенно-климатических зон: акации – Южная зона (Комрат), Центральная зона (Ниспорены, Кэлэраш, Кишинев); липы – Центральная зона (Ниспорены, Кэприяна, Кэлэраш); подсолнечника – Южная зона (Комрат), Центральная зона (Ниспорены), Северная зона (Бельцы, Фэлешты).

Также были отобраны пробы: почва – там, где выращивали подсолнечник, из участка леса, где росла белая акация, липа; цветки белой акации, липы, подсолнечника; пыльцевые обножки; прополис; рабочие пчелы, у которых удален медовый зобик и кишечник (пищеварительный тракт). В отобранных образцах были изучены физико-химические

показатели меда, содержание микро-, макроэлементов, тяжелых металлов, аминокислот. А также было исследовано содержание и миграция микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в трофической цепи (*почва – цветки медоносных растений – мед – пыльцевые обножки – прополис – тело пчел*).

Для повышения производства меда и определения эффективности использования биостимуляторов в подкормке пчел было проведено ряд экспериментов в полевых условиях:

Опыт I. Для проведения эксперимента в 2020 и 2021 гг на пасеке в селе Кожушна Страшенского района были сформированы четыре группы пчелиных семей по три в каждой, в том числе 3 опытных и одна контрольная. Пчелиным семьям из I группы при пополнении кормовых запасов на зиму (13.09.2020) давали по 3,0 л смеси 60% сахарного сиропа и 1,5 мл/л биостимулятора (*ApiStev*), II группы – с 3,0 мл/л, III группы – 4,0 мл/л, IV (контроль) – чистый сахарный сироп. В весенний период, при отсутствии поддерживающего медосбора, пчелиные семьи были подкормлены по 1 л смеси 50% сахарного сиропа с биостимулятором, I группа – по 1,5 мл/л, II группа – по 3,0 мл/л, III группа – по 4,0 мл/л, IV группа (контроль) – чистым сахарным сиропом, каждые 7 дней, начиная с апреля и до главного медосбора [7]. Биостимулятор *ApiStev* представляет собой 3% водный раствор стевиозида гликозида. Стевиозид – природное соединение, полученное из растения Стевия (*Stevia Rebaudiana*).

Опыт II. Исследования проводились в 2022 году на пасеке в селе Брэтунь Ниспоренского района, где было сформировано 4 группы по три пчелиных семьи в каждой. В весенний период при отсутствии поддерживающего медосбора пчелиным семьям давали по одному литру смеси сахарного сиропа в концентрации 1:1 с биостимулятором *CobalStev*, I группа – с 1,0 мл/л, II группа – с 2,0 мл/л, III группа – 3,0 мл/л, IV группа (контроль) – чистый сахарный сироп. Биостимулятор *CobalStev* включает в себя хлорид гексааминокобальта(III) и стевиозид.

Опыт III. Исследования проводились на пасеке в селе Зориле Оргеевского района в течение 2020 и 2021 годов. Для исследования были сформированы 4 группы пчелиных семей, которые были обработаны для пополнения кормовых запасов на зиму (12.09.2020), подкармливали по 2 литра 60% смеси инвертированного кукурузного сиропа: I группы – с 1,0 мл/л биостимулятора (*ApiRibo*), II группы – с 2,0 мл/л, III группы – 3,0 мл/л и IV группы (контроль) – чистый инвертированный кукурузный сироп. В весенний период, при отсутствии поддерживающего медосбора, пчелиных семей подкармливали по одному литру смеси инвертированного кукурузного сиропа 50% с биорегулятором (*ApiRibo*): I группы – с 1,0 мл/л, II группы – с 2,0 мл/л, III группы – с 3,0 мл/л, IV группы (контроль) – чистый инвертированный кукурузный сироп, каждые 7-9 дней, начиная с апреля и до главного медосбора с белой акации.

Раствор инвертного кукурузного сиропа готовили путем разведения инвертного кукурузного сиропа водой в соотношении 1,5:1 (осень) и 1:1 (весна).

Опыт IV. Для проведения исследований на пасеке в с. Петичень, Кэлэрашского района в 2021 году было сформировано четыре группы пчелиных семей по три в каждой, по принципу метода аналогов по количеству сот, силы, печатного расплода и количеству меда в улье. В весенний период при отсутствии поддерживающего медосбора пчелиные семьи подкармливали по одному литру смеси 50% сахарного сиропа с биостимулятором

AriDAK: I группы – 1,0 мл/л, II группы – 2,0 мл/л, III группы – 3,0 мл/л, IV группы (контроль) – чистый сахарный сироп.

Опыт V. Для проведения опыта на пасеке с. Ульму, Яловенского района были сформированы 4 группы пчелиных семей по 3 в каждой. Пчелиные семьи первой группы были подкормлены сахарным сиропом в смеси с биостимулятором хлорид холином – 1,25 мл/л, второй группы – 2,25 мл/л, третьей группы – 3,25 мл/л, четвертой группы – чистый сахарный сироп (контроль). В весенний период при отсутствии поддерживающего медосбора пчелиных семей подкармливали по одному литру сахарного сиропа в концентрации 1:1, в смеси с биостимулятором хлорид холином, через каждые 7 дней.

Опыт VI. Для проведения эксперимента на пасеке в с. Петичень, Кэлэрашского района были сформированы четыре группы пчелиных семей, по три в каждой, согласно принципу метода аналогов, с учетом числа сот, силы семьи, количества печатного расплода и запаса меда в улье. В весенний период, при отсутствии поддерживающего медосбора, пчелиные семьи подкармливали по одному литру смеси сахарного сиропа в концентрации 50% с биостимулятором (3% раствор глюкуроновой кислоты), I группы – 1,30 мл/л, II группы – с 2,50 мл/л, III группы – с 3,70 мл/л, IV группы (контроль) – чистый сахарный сироп. Исследуемый биостимулятор представляет собой 3% раствор, состоящий из глюкуроновой кислоты (6 граммов глюкуроновой кислоты растворено в 194 граммах воды).

2.2. Методы исследования химических показателей меда, почвы, цветков, обножек, прополиса, тела пчел и морфо-продуктивных показателей пчелиных семей

Физико-химические показатели определяли в лаборатории пищевых продуктов Молдавского Республиканского Ветеринарного Диагностического Центра. Содержание воды, инвертного сахара и сахарозы, диастазного числа, содержания оксиметилфурфуrolа и общей кислотности в образцах меда были определены, согласно ГОСТ 19792-2001.

Содержание микро- и макроэлементов и наличие токсических элементов в меде акации, липы и подсолнечника, в цветках этих медоносных растений, пыльцевых обножках, прополисе и теле пчел определяли атомно-абсорбционным методом спектрометрии после сухого озоления в соответствии с SM SR EN 14082:2006 в Институте химии Молдавского государственного университета. Коэффициент накопления или миграции (К) рассчитывается как отношение концентрации элемента на последующем трофическом уровне к его концентрации на предыдущем уровне.

Анализ содержания аминокислот в меде, цветках, пыльцевых обножках, прополисе и теле пчел проводили в аккредитованной Лаборатории психосоматических взаимоотношений Института Физиологии и Санокреатологии Молдавского государственного университета методом ионообменной жидкостной хроматографии на аминокислотном анализаторе «AAA T 339M» с использованием Li-цитратного буферного раствора. Образцы гидролизовали 6 М HCl по методике [19].

Антибактериальные тесты проводили на референтных штаммах грамположительных и грамотрицательных бактерий *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603. Противогрибковую активность меда оценивали методом диффузии в дисках с агаром в отношении тест-микроорганизмов *Candida albicans* ATCC 102331.

Микробная популяция и приготовление концентратов меда. Для определения микробной популяции образцов мёда использовался метод разложенных чашек. Образцы меда разводили в стерильной дистиллированной воде в соотношениях 1:2, 1:4, 1:8 и 1:16

для получения различных концентраций меда 33%, 20%, 14% и 5,9% соответственно, после чего чашки инкубировали в течение 24 часов при 37°C.

Определение минимальной ингибирующей концентрации (МИК). Концентрации медовых суспензий (33%, 20%, 14% и 5,9%) вводили в среды для проверки их эффективности против микроорганизмов. Каждую чашку, достигающую конечного объема 5 мл, включая мед и среду, инокулировали и инкубировали при 37°C в течение 48 часов. МИК определяли путем нахождения чашек с наименьшей концентрацией мёда, на которых штамм не рос. Все значения МИК выражали в % (об./об.).

У опытных групп учитывали количество сот, силу пчелиных семей, количество печатного расплода и медопродуктивность. Количество печатного расплода определяли путем использования рамки-сетки (5x5 см²=100 ячеек) и медопродуктивность – с использованием электронных весов. Исследование морфо-продуктивных показателей пчелиных семей проводилось согласно методическим указаниям и рекомендациям ведущих специалистов в области пчеловодства [25, 18, 4]. Полученные результаты, обрабатывались методом вариационной статистики по МЕРКУРЬЕВОЙ, Е. [26] и с помощью компьютерной программы.

Работа выполнена при финансовой поддержке прикладных исследований в рамках проекта *Гибридные материалы, функционализированные карбоксильными группами, на основе растительных метаболитов с активностью против патогенов человека и вредителей сельского хозяйства № 20.80009.5007.17* Национального агентства по исследованиям и развитию Республики Молдова (ANACD).

3. ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ НА КАЧЕСТВО МЕДА

3.1. Химический состав пчелиного меда из разных почвенно-климатических зон

Химический состав акациевого меда. На современном этапе возникла проблема с экологическим загрязнением меда. Результаты исследований показали, что в акациевом меде центральной зоны массовая доля воды составляет в среднем 16,1% с колебанием от 15,6% до 16,5%, массовая доля инвертного сахара – 77,9% (77,3-79,0%), содержание сахарозы – 1,6% (1,0-2,3%), диастазное число, – 9,1 ед. Готте (5,8-14,1 ед. Готте), оксиметилфурфурола – 6,2 мг/кг (2,21-12,48 мг/кг) и кислотность – 1,1 миллиэквивалентов на 100 г (0,75-1,58 миллиэквивалентов на 100 г). По диастазному числу можно судить о нагревании и перегреве пчелиного меда. Наиболее низкая граница натурального меда в Республики Молдова считается 6-13 единиц по Готте [20].

Акациевый мед из Южной зоны имел в среднем массовую долю воды на 1,6%, содержание сахарозы – 0,2%, оксиметилфурфурола – 1,1 мг/кг и кислотность – 1,1 миллиэквивалентов на 100 г больше, чем из Центральной зоны, а по массовой доле инвертного сахара было меньше на – 1,5% и диастазного число – на 1,1 ед. Готте. Результаты наших средних показателей за 2020-2022 гг согласуются с предыдущими результатам [22].

Химический состав подсолнечного меда. Выявлено, что в подсолнечниковом меде Центральной зоны наибольший процент массовой доли воды составил в среднем 18,0%, в Северной был на 0,8% меньше, а в Южной соответственно – на 1,4%. Массовая доля инвертного сахара была больше в Северной зоне – 78,0% и содержание сахарозы – 2,1%. Средние показатели диастазного числа варьировали от 15,7 до 16,59 ед. Готте, а пределы

(мин.-макс.) – от 11,19 до 24,29 ед. и кислотность соответственно 2,1-2,73 миллиэквивалентов на 100 г. Наибольшее количество оксиметилфурфузола зарегистрировано в Южной зоне – 4,25 мг/кг или на 0,31 мг/кг больше, чем Центральной и на 0,95 мг/кг, чем Северной зоны.

Химический состав меда липы. Установлено, что в меде липы из Центральной зоны массовая доля воды варьировала в пределах от 15,2% до 19,9% и соответствует допустимым требованиям. Пределы массовой доли инвертного сахара в меде липы составили от 77,5% до 81%, содержание сахарозы – 1,5-2,5%, диастазного числа – 5,8-15,3 ед. Готте оксиметилфурфузола – 1,35-4,9 мг/кг и кислотность – 1,65-1,83 миллиэквивалентов на 100 г. Анализируя данные таблицы 3.1, можно отметить, что массовая доля влаги меда варьировала в среднем от 16,93% (акациевый мед) до 18,05% (мед липы), в том числе массовая доля инвертного сахара – 77,18-78,50%, содержание сахарозы – 1,71-2,07%, а диастазное число от 8,56 ед. Готте (акациевый мед) до 16,25 ед. Готте (мед липы), а также кислотность – 1,13-2,26 миллиэквивалентов на 100 г, оксиметилфурфузола от 3,00 мг/кг (мед липы) до 6,77 мг/кг и соответствует установленным стандартам на мед и согласуется с данными других авторов [10].

Таблица 3.1. Среднее значение химических показателей разных сортов меда (2020-2022)

| Анализируемые показатели | Допустимое количество согласно стандарту | Акациевый мед | Мед липы | Подсолнечниковый мед |
|---|--|---------------|-------------|----------------------|
| Массовая доля воды, %, макс. | 20,0 | 16,93±0,551 | 18,05±1,01 | 17,05±0,403 |
| Массовая доля инвертного сахара, %, мин. | 60,0 | 77,18±0,634 | 78,5±0,842 | 77,65±0,665 |
| Содержание сахарозы, %, макс. | 7,0 | 1,71±0,240 | 2,07±0,217 | 2,06±0,382 |
| Диастазное число, ед. Готте, мин. | 6,5 | 8,56±1,198 | 11,75±2,282 | 16,25±1,81 |
| Оксиметилфурфузол, мг/кг, макс. | 20,0 | 6,77±2,143 | 3,00±0,732 | 3,88±0,424 |
| Кислотность, миллиэквивалентов на 100 г, не более | 4,0 | 1,13±0,132 | 1,75±0,038 | 2,26±0,189 |

3.2. Содержание микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в меде из разных почвенно-климатических зон

Содержание микроэлементов в разных сортах меда. Результаты исследований проводимых в течение 2020-2023 гг. показали, что количество марганца в акациевом меде Центральной зоны из сельской местности было в среднем 0,443 мг/кг, а в городской – на 10,657 мг/кг больше, цинка соответственно – 0,520 мг/кг и на 2,14 мг/кг, меди – 1,363 мг/кг и на 0,137 мг/кг, железа – 1,730 мг/кг и на 1,230 мг/кг. Количество хрома (<1,5 мг/кг) и никеля (<2,5) было на одном уровне независимо от местности сбора.

По содержанию марганца в подсолнечниковом меде нет существенной разницы по зонам, поскольку в Южной и Северной зонах было одинаково (0,56 мг/кг), а в Центральной зоне на 0,09 мг/кг меньше. Наибольшее количество цинка обнаружено в меде подсолнечника из Центральной зоны 1,15 мг/кг, меди – 1,21 мг/кг (Южной зоны) и железа – 4,09 мг/кг (Северной зоне). Содержание хрома (<1,5 мг/кг) и никеля (<2,5 мг/кг) в меде подсолнечника было на одном уровне во всех трех зонах и местность не повлияла на количество вышеуказанных микроэлементов. Количество марганца в меде липы из сельской местности

было на 0,22 мг/кг больше, чем из городской местности, цинка соответственно – на 0,652 мг/кг, меди – на 0,01 мг/кг, железа – на 0,714 мг/кг, а хрома и никеля – было одинаково.

Выявлено, что наибольшее количество изучаемых микроэлементов в среднем за четыре года (2020-2023 гг) было в акациевом меде – 16,457 мг/кг, в других сортах варьировало в пределах от 9,117 мг/кг (подсолнечный мед) до 9,980 мг/кг (мед липы) (таблица 3.2).

Таблица 3.2. Среднее содержание микроэлементов в разных сортах меда (2020-2023), мг/кг

| Микроэлементы | Мед акации | Мед подсолнечника | Мед липы |
|-------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Марганец (Mn) | 3,661 ± 2,040 | 0,536 ± 0,032 | 0,513 ± 0,045 |
| Цинк (Zn) | 1,896 ± 0,979 | 0,870 ± 0,132 | 1,073 ± 0,295 |
| Медь (Cu) | 1,413 ± 0,120 | 1,153 ± 0,139 | 1,348 ± 0,095 |
| Железо (Fe) | 5,487 ± 2,590 | 2,559 ± 0,620 | 3,045 ± 0,606 |
| Хром (Cr) | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Никель (Ni) | <2,5 | <2,5 | <2,5 |
| Общее количество | 16,457±4,074 | 9,117±0,728 | 9,980±0,614 |

Количество марганца в меде варьировало в пределах от 0,513 мг/кг (мед липы) до 3,661 мг/кг (мед акациевый), цинка – от 0,870 мг/кг (мед подсолнечника) до 1,896 мг/кг (акациевый мед), соответственно меди – 1,153-1,413 мг/кг, железа – 2,559-5,487 мг/кг.

Тем самым выявлено, что из всех сортов наибольшее количество микроэлементов содержатся в акациевом меде: 16,457 мг/кг из которых марганец – 3,661 мг/кг, цинк – 1,896 мг/кг, медь – 1,413 мг/кг, железо – 5,487 мг/кг, хром – <1,5 и никель – <2,5 мг/кг, меньше всего в подсолнечниковом меде – 9,117 мг/кг [21].

Содержание макроэлементов в разных сортах меда. Результаты исследований показали, что из всех изученных сортов наибольшее количество кальция обнаружено в подсолнечниковом меде – 82,42 мг/кг. В акациевом меде кальция было на 50,81 мг/кг меньше, чем в подсолнечниковом меде, разница достоверна (* $P_1 \geq 0,95$). Количество магния варьировало от 10,962 мг/кг (мед акации) до 39,883 мг/кг (мед подсолнечника). Наибольшее количество калия обнаружено в меде липы – 1168,967 мг/кг или на 902,275 мг/кг больше, чем в акациевом меде (* $P_2 \geq 0,99$). Количество натрия варьировало от 17,20 мг/кг (мед липы) до 26,10 мг/кг (мед подсолнечника) и фосфаты – от 148,85 мг/кг (мед липы) до 228,68 мг/кг (мед подсолнечника) (таблица 3.3).

Таблица 3.3. Содержание макроэлементов в разных сортах меда (2020-2023), мг/кг

| Макроэлементы | Мед акации | Мед подсолнечника | Мед липы |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Кальций (Ca^{2+}) | 31,618±13,190 | 82,42±9,908* | 77,99±18,211 |
| Магний (Mg^{2+}) | 10,962±1,817 | 39,883±14,457 | 22,183±3,763 |
| Калий (K^+) | 266,217±41,086 | 553,050±175,345 | 1168,967±207,411* |
| Натрий (Na^+) | 24,767±5,848 | 26,10±4,751 | 17,20±1,813 |
| Фосфаты (P_2O_5) | 150,25±29,928 | 228,68±7,115* | 148,85±37,563 |
| Общее количество | 483,81±50,250 | 930,14±187,372 | 1435,19±182,466** |

Ca: подсолнечниковый мед / акациевый мед – * $P_1 \geq 0,95$; K: мед липы / акациевый мед – * $P_2 \geq 0,99$; P_2O_5 : подсолнечниковый мед / акациевый мед – * $P_1 \geq 0,95$; Общее количество макроэлементов: мед липы / акациевый мед – ** $P_2 \geq 0,99$.

Общее содержание изученных макроэлементов в меде липы было достоверно больше на 951,38 мг/кг, чем в акациевом меде (** $P_2 \geq 0,99$). Установлено, что сумма всех

макроэлементов в различных сортах меда колеблется, в среднем от 483,81 мг/кг (акации) до 1435,19 мг/кг (липы).

Выявлено, что количество кальция в разных сортах меда колеблется в пределах 31,618-82,42 мг/кг, магний – 10,962-39,883 мг/кг, калий – 266,217-1168,967 мг/кг, натрий – 17,20-26,10 мг/кг и фосфаты – 148,85-228,68 мг/кг [21].

Содержание тяжелых металлов в разных сортах меда. Результаты исследований показали, что количество свинца в акациевом меде варьировало в пределах от 0,351 мг/кг до 0,433 мг/кг, кадмия – 0,042-0,052 мг/кг, цинка – 0,870-1,896 мг/кг, меди – 1,153-1,413 мг/кг и золы 0,139-0,413%.

Общее количество тяжелых металлов в меде разных сортов колебалось в среднем от 2,507 мг/кг (мед подсолнечника) – до 3,837 мг /кг (мед акации) [21] (таблица 3.4).

Таблица 3.4. Содержание тяжёлых металлов в меде разных сортов (2020-2023), мг/кг

| Тяжёлые металлы | Мед акации | Мед подсолнечника | Мед липы |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Свинец (Pb) | 0,433±0,067 | 0,433±0,067 | 0,351±0,094 |
| Кадмий (Cd) | 0,052±0,008 | 0,052±0,008 | 0,042±0,011 |
| Цинк (Zn) | 1,896±0,979 | 0,870±0,132 | 1,073±0,295 |
| Медь (Cu) | 1,413±0,120 | 1,153±0,139 | 1,348±0,095 |
| Общее количество | 3,837±1,017 | 2,507±0,280 | 2,733±0,332 |
| Зольность, % | 0,139±0,080 | 0,166±0,037 | 0,413±0,146 |

Можно отметить, что наибольшее количество тяжёлых металлов было в акациевом меде Южной зоны сельской местности – 5,010 мг/кг, в Центральной зоне городской местности составило – 4,72мг/кг, а в сельской – 2,27 мг/кг, в меде подсолнечника общее количество тяжелых металлов колебалось в пределах от 2,362 мг/кг (Центральная зона) до 2,82 мг/кг (Северная зона).

3.3. Аминокислотный состав и антибактериальная активность пчелиного меда

Содержание аминокислот в меде разных сортов. Определено, что в акациевом меде, полученном в Южной зоне сельской местности, наибольшая доля приходится на таурин – 20,74% от общего количества аминокислот, а из городской местности Центральной зоны – 28,86%. Количество пролина варьировало от 11,25% до 19,41%, глутаминовой кислоты – 5,56-11,43%, аспарагиновой кислоты – 4,44-11,54%. Пролин уникален, поскольку эта аминокислота в основном поступает от пчел во время превращения нектара в мед. Количество пролина является одним из показателей зрелости меда [16].

В акациевом меде в среднем содержатся такие аминокислоты, как: лейцин – 2,60-4,07%, аланин – 1,93-3,55%, серин – 1,85-3,49%, фенилаланин – 2,52-3,16%, валин – 1,68-3,04%, аргинин – 2,33-3,02%, треонин – 1,35-2,91% от их общего количества. Фенилаланин – принимает участие в образовании ароматических компонентов [23].

Сумма незаменимых аминокислот в меде разных сортов варьировали в пределах от 0,663 мг/г до 1,093 мг/г, заменимых – 0,357-0,402 мг/г, иммуноактивных – 0,444-0,738 мг/г, гликогенных – 0,330-0,481 мг/г, кетогенных – 0,214-0,229 мг/г, протеиногенных – 1,019-1,495 мг/г и серосодержащих аминокислот – 0,248-0,374 мг/г.

Установлено, что сумма аминокислот в меде разных сортов составила: акации – 1,352 мг/кг, подсолнечника – 1,741мг/кг, липы – 1,756 мг/кг, из которых больше всего приходится

на пролин – 17,90-23,65%, таурин – 11,0-21,89%, глутаминовая кислота – 9,76-16,95%, аспарагиновая кислота – 9,89-11,38% от общего количества.

Антимикробные свойства пчелиного меда. Проведенный анализ выявил, что образцы подсолнечного меда, ингибируют *P. aeruginosa* даже при значительных разведениях. Как и в случае *S. aureus*, ингибирование этой бактерии наблюдалось при разведении 1:16 (2,5%). Образцы липового меда показали меньшую биологическую активность, при этом ингибирование бактерий наблюдалось при разведении образца 1:8 (5%). Образцы акациевого меда проявляли ингибирующие свойства при концентрации не более 10% меда.

Кроме того, хороший результат был получен при тестировании образцов меда на способность ингибировать *Pseudomonas aeruginosa* и *Klebsiella pneumoniae*, тип бактерий, обычно встречающихся в окружающей среде, включая почву, воду и растения. Они являются условно-патогенными микроорганизмами, что означает, что они могут вызывать инфекции у людей с ослабленной иммунной системой, и они являются частой причиной внутрибольничных инфекций [3].

Образцы меда, использованные в этих экспериментах, проявляли слабую или умеренную антибактериальную активность в отношении *E. Coli*. Была также исследована способность меда ингибировать грибковые инфекции с использованием в качестве возбудителя *Candida albicans*. Показано, что исследуемые препараты проявляли слабую противогрибковую активность в отношении *C. albicans*. Минимальная ингибирующая концентрация наблюдалась при разведении 1:2. Как и в предыдущих случаях, противогрибковая активность подсолнечникового меда была выше, чем у акациевого меда.

Следует отметить, что кластеры соединений в исследовании показали выраженную разницу при МИК для бактерии *K. Pneumoniae*, *P. aeruginosa*, и *S. aureus*. Что касается МБК для *S. aureus*, различий между двумя кластерами не было. Наибольшая разница была отмечена также для бактерии *K. pneumoniae*, за которой следовала *P. aeruginosa*.

3.4. Содержания и миграция микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в трофической цепи (почва – цветки медоносных растений – мед – пыльцевые обножки – прополис – тело пчел)

Рабочие пчелы посещают растения в поисках нектара и пыльцы на обширной территории, охватывающей площадь до 25 км². Наличие различных загрязняющих веществ в окружающей среде может вызывать патологические изменения у пчел, а также проникать в продукты, которые они производят [17].

Микро-, макроэлементы и тяжёлые металлы в почве. Результаты исследований показали, что сумма всех изученных микроэлементов больше всего обнаружено в почве Центральной зоны – 9,35 мг/кг. Количество марганца (<0,7 мг/кг), цинка (<0,75 мг/кг), хрома (<1,5 мг/кг) было на одном уровне в обеих зонах. В почве Центральной зоны количество железа было больше на 1,8 мг/кг и никеля – на 0,93 мг/кг, чем в почве Южной зоны.

Общее количество макроэлементов в почве составило в среднем – 228,62 мг/кг, а больше всего обнаружено в Южной зоне – 263,66 мг/кг. Количество кальция в почве Южной зоны было больше в 1,47 раза, калия – в 1,22 раза, натрия – в 1,87 раза, чем в почве Центральной зоны. Однако количество магния в почве Центральной зоны было на 1,05 мг/кг и фосфаты – на 4,13 мг/кг больше, чем в почве Южной зоны.

Выявлено, что количество тяжелых металлов в почве составило в среднем – 2,09 мг/кг с колебанием от 2,11 мг/кг (Центральная зона) до 2,07 мг/кг (Южная зона). В почве Южной и Центральной зон количество свинца было на одном уровне – <0,5 мг/кг и кадмия – <0,06 мг/кг. Количество меди в почве Южной зоны было в 1,5 раза больше, чем в почве Центральной зоны.

Микро-, макроэлементы и тяжёлые металлы в цветках медоносных растений
Содержание микроэлементов. Обнаружено, что в цветках акации количество микроэлементов составило в среднем 165,52 мг/кг, с колебанием от 138,2 мг/кг до 195,78 мг/кг. В цветках акации Южной зоны больше всего содержится цинка – 32,43 мг/кг, меди – 7,15 мг/кг, железо – 128,87 мг/кг, в Центральной зоне наибольшее содержание никеля – 7,55 мг/кг, а в городской местности (Кишинев) количество марганца составило – 22,6 мг/кг. В то время количество хрома было одинаково <1,5 мг/кг.

Как в цветках акации, так и у подсолнечника количество всех микроэлементов больше всего выявлено в Южной зоне – 166,40 мг/кг, из которых марганца – 16,85 мг/кг, железа – 110,25 мг/кг и никеля 2,75 мг/кг. В цветках подсолнечника Центральной зоны преобладало количество цинка – 34,10 мг/кг, а в Северной – меди – 11,60 мг/кг [5].

В цветках липы количество марганца составило 32,90 мг/кг, цинка – 18,80 мг/кг, меди – 6,53 мг/кг, железа – 53,23 мг/кг, хрома – <1,5 мг/кг и никеля – 1,98 мг/кг. В городской местности общее количество микроэлементов на 15,36 мг/кг меньше, чем в Центральной зоне. В то же время количество марганца выше и составило 43,0 мг/кг и цинка – 21,6 мг/кг.

Содержание макроэлементов. Среднее содержание макроэлементов в цветках акации составило 38738,67 мг/кг с колебанием от 37278,47 мг/кг (Центральная зона) до 40198,87 мг/кг (Южная зона). Однако общее количество в городской местности (Кишинев) составило 41894,5 мг/кг. В цветках подсолнечника содержание макроэлементов составило в среднем 38489,1 мг/кг с колебанием от 34183,5 мг/кг до 48869,3 мг/кг. Наибольшее количество макроэлементов выявлено в цветках подсолнечника из Северной зоны 48869,3 мг/кг, а наименьшее – в городской местности – 33089,20 мг/кг (Кишинев).

Выявлено, что в цветках липы количество макроэлементов варьировало в пределах от 29936,6 мг/кг до 45126,23 мг/кг. В цветках липы городской местности количество кальция было больше, чем в сельской Центральной зоне в 1,32 раза, магния – в 1,24 раза, калия – 1,06 мг/кг фосфаты – 1,23 раза, а натрия наоборот в сельской местности – в 2,73 раза.

Содержание тяжелых металлов. Установлено, что в цветках акации количество тяжёлых металлов составило в среднем 35,58 мг/кг с колебанием от 29,06 мг/кг (Кишинев) до 40,14 мг/кг (Южная зона). В цветках акации из Южной и Центральной зон количество свинца было на одном уровне – <0,5 мг/кг и кадмия – <0,06 мг/кг. Количество цинка в цветках акации из Южной зоны составило – 32,43 мг/кг или на 8,0 мг/кг больше, чем Центральной, и меди соответственно – 7,15 мг/кг или на 1,13 мг/кг. Количество золы было в пределах от 5,9% (Южная зона) до 6,7% (Кишинев).

Количество тяжелых металлов в цветках подсолнечника составило в среднем 41,46 мг/кг в пределах от 35,61 мг/кг (Южная зона) до 48,96 мг/кг (Северная зона). Количества свинца в цветках подсолнечника во всех зонах было на одном уровне – <0,5 мг/кг и кадмия – <0,06 мг/кг. Количество цинка варьировало в пределах 28,1 мг/кг (Южная зона) до 36,8 мг/кг (Северная зона), меди <1,5 мг/кг (Кишинев) до 11,6 мг/кг (Северная зона) и зола 5,07% (Кишинев) до 7,35% (Центральная зона).

В цветках липы количество тяжелых металлов составило в среднем 25,89 мг/кг или на 2,23 мг/кг больше, чем в городской местности (Кишинев).

Микро-, макроэлементы и тяжёлые металлы в пыльцевых обножках

Содержание микроэлементов. Установлено, что в пыльцевых обножках количество микроэлементов зависит от вида растений и составило в среднем 117,45 мг/кг с колебанием от 85,45 мг/кг (подсолнечник) до 168,95 мг/кг (акация). Количество марганца в обножках пыльцы варьировало в зависимости от вида растений, с которых пыльца была собрана от 10,5 мг/кг (подсолнечник, городская зона, Кишинев) до 50,0 мг/кг (акация), цинка – от 33,27 мг/кг (подсолнечника) до 41,40 мг/кг (акация), меди – от <1,5 мг/кг (подсолнечник, городская зона, Кишинев) до 14,9 мг/кг (липы) и железо – 30,10 мг/кг (подсолнечника) до 65,25 мг/кг (акация). Содержание хрома было на одном уровне независимо от вида растений и составило <1,5 мг/кг и никеля – <2,5 мг/кг.

Содержание макроэлементов. Выявлено, что содержание макроэлементов в пыльцевых обножках Центральной зоны составило в среднем – 18802,60 мг/кг с вариацией от 14765,43 мг/кг (подсолнечника) до 24392,98 мг/кг (акация). В пыльцевых обножках содержание макроэлементов зависит от вида пыльценосных растений и варьирует: кальций – от 1133,07 мг/кг (подсолнечника) до 1657,30 мг/кг (акация); магний – от 397,0 мг/кг (подсолнечника, городской местности) до 890,95 мг/кг (акация); калий – 3312,97 мг/кг (подсолнечника) до 6733,18 мг/кг (акация); натрий – от 22,6 мг/кг (подсолнечника городской местности) до 33,0 мг/кг (липы) и фосфаты – от 5765,33 мг/кг (подсолнечника) до 15085,40 мг/кг (акация).

Содержание тяжёлых металлов. Установлено, что в пыльцевых обножках количество тяжелых металлов составляет в среднем 45,671 мг/кг с колебанием от 39,26 мг/кг (подсолнечника городской местности) до 52,365 мг/кг (липы). Наибольшее количество тяжелых металлов обнаружено в пыльцевых обножках липы – 52,365 мг/кг и акации – 51,66 мг/кг. В пыльцевых обножках количество свинца варьировало в пределах 0,065-0,5 мг/кг, кадмия – 0,06-0,40 мг/кг, цинка – 31,30-41,40 мг/кг, меди – <1,5-14,9 мг/кг.

Микро-, макроэлементы и тяжёлые металлы в прополисе

Содержание микроэлементов. Результаты исследований показали, что в прополисе количество микроэлементов составляет в среднем 1114,39 мг/кг с вариациями от 619,72 мг/кг (городская местность, Кишинев) до 2081,54 мг/кг (Центральная и Южная зоны). Количество марганца колебалось от 11,47 до 28,8 мг/кг, цинка – 85,3-142,85 мг/кг, меди – 3,07-4,71 мг/кг, железо – 459,55-1958,7 мг/кг, хрома – <1,5-3,52 мг/кг и никеля – 2,27-2,5 мг/кг.

Содержание макроэлементов. Выявлено, что в прополисе количество макроэлементов составило в среднем 5946,87 мг/кг. Наибольшее количество макроэлементов обнаружено в прополисе, собранном в Южной зоне – 8993,8 мг/кг или на 4809,3 мг/кг больше, чем из Центральной зоне. В прополисе количество кальция варьировало от 1290,70 мг/кг до 4770,0 мг/кг, магния – 230,9-419,7 мг/кг, калия – 954,55-1553,4 мг/кг, натрия – 80,8-98,6 мг/кг.

Содержание тяжелых металлов. Общее количество тяжелых металлов в прополисе составляло в среднем – 123,524 мг/кг. Обнаружено, что в городской местности (Кишинев) количество тяжелых металлов больше в 1,49 раза, чем в Южной зоне и в 1,22 раза чем в Центральной. Количество свинца в прополисе из Южной зоны составило 9,85 мг/кг или в 3,07 раза больше, чем в Центральной, в то время как цинк – 142,85 мг/кг

(городской местности, Кишинев) или в 1,67 раза больше, чем в Южной зоне. Незначительное изменение было в содержании кадмия – <0,06-0,063 мг/кг, меди – 3,07-4,74 мг/кг.

Микро-, макроэлементы и тяжёлые металлы в теле пчел

Содержание микроэлементов. Результаты исследования показали, что в теле пчел общее количество изученных микроэлементов составило в среднем 232,11 мг/кг. Выявлено, что количество марганца было 28,0 мг/кг, цинка – 63,62 мг/кг, меди – 11,47 мг/кг, железо – 126,27 мг/кг, хрома – <1,5 мг/кг и никеля – <2,15 мг/кг.

Содержание макроэлементов. Выяснилось, что в теле пчел общее количество макроэлементов составило в среднем 35029,47 мг/кг с колебанием от 31131,0 мг/кг до 39204,3 мг/кг. Обнаружено, что в теле пчел количество кальция было 875,27 мг/кг, магния – 705,40 мг/кг, калия – 8736,70 мг/кг, натрия- 461,17 мг/кг, фосфатов – 24250,93 мг/кг.

Содержание тяжелых металлов. Общее количество тяжелых металлов в теле пчел составило 75,57 мг/кг, в том числе свинца – 0,394 мг/кг, кадмия – 0,074 мг/кг, цинка – 63,62 мг/кг, меди – 11,47 мг/кг.

Миграция микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в трофической цепи

Миграция микроэлементов в трофической цепи. Понимание распределения и миграции микроэлементов по трофической цепи имеет важное значение для оценки здоровья окружающей среды и воздействия на такие виды, как медоносные пчелы. Железо показывает относительно более высокую концентрацию в почве (2,20 мг/кг) по сравнению с другими микроэлементами, но значительно увеличивается в цветах медоносных растений и пыльцевых обножках. Железо имеет решающее значение для различных метаболических процессов растений, самую высокую миграцию из почвы в цветки медоносных растений и из цветков медоносных растений в тело пчелы с концентрациями 74,32 мг/кг и 126,27 мг/кг соответственно, что указывает на значительное поглощение растениями. Однако его миграция в мед очень низкая (3,70 мг/кг), что предполагает ограниченный перенос в мед. Наибольшее накопление наблюдается в прополисе (975,14 мг/кг). Значительная концентрация железа в прополисе предполагает его сильное поглощение и удержание через трофическую цепь. Высокая миграция железа в этом случае может быть связана с его существенной ролью в различных метаболических процессах и его эффективным использованием не только растениями, но и пчелами.

Учитывая, что соединения меди и цинка часто используются в сельском хозяйстве в качестве фунгицидов и внекорневой подкормки, определение концентраций этих металлов в исследуемых объектах и их последовательной миграции представляет особый интерес. Было показано, что цинк присутствует в почве в минимальном количестве (<0,75 mg/kg), но его концентрация резко увеличивается по трофической цепи, в цветах (20,89 мг/кг), особенно в теле пчелы (63,62 мг/кг) и прополисе (114,63 мг/кг). Учитывая значительное накопление цинка в организме пчелы даже при низких концентрациях в более ранних звеньях трофической цепи, можно сделать вывод, что загрязнение окружающей среды цинком может представлять особую опасность для пчел.

Марганец показывает относительно низкую концентрацию в почве (<0,7 mg/kg), но демонстрирует значительное накопление, особенно в телах пчел (28,0 мг/кг) и пыльцевых обножках (23,18 мг/кг), что указывает на значительное поглощение из цветков медоносных

растений (21,85 мг/кг). Перенос из цветков в пыльцу, а затем в тело пчел подчеркивает движение марганца по пищевой цепи.

Все микроэлементы демонстрируют значительную аккумуляцию из почвы в цветки медоносных растений. Железо показывает самую высокую миграцию из почвы в цветки медоносных растений с коэффициентом накопления или миграции 33,78, что указывает на значительное поглощение растениями. Однако его миграция из цветков медоносных растений в мед очень низкая. В целом, кумулятивные коэффициенты указывают на эффективность миграции и биоаккумуляции микроэлементов в пчелах и связанных с ними продуктами, причем наибольшие уровни аккумуляции показывает железо, за ним следуют цинк, марганец и медь.

Таким образом, можно отметить, что наибольшее количество марганца (28,0 мг/кг), и меди (11,47 мг/кг) обнаружено в теле пчел, цинка (114,627 мг/кг), железа (975,14 мг/кг) и хрома (2,523 мг/кг) в прополисе и никеля (3,90 мг/кг) в цветках медоносных растений.

Миграция макроэлементов в трофической цепи. Базовая концентрация кальция в почве зафиксирована на уровне 160,62 мг/кг. Относительно низкая концентрация в почве по сравнению с последующими трофическими уровнями указывает на то, что кальций эффективно усваивается растениями. Цветки медоносных растений показывают резкое увеличение концентрации кальция, достигающее 6604,10 мг/кг. Этот существенный рост подтверждает, что медоносные растения имеют высокое сродство к кальцию, который жизненно важен для различных физиологических процессов, что обуславливает его накопление в таких больших количествах. Из цветков кальций мигрирует в пыльцевые обножки, где концентрация падает до 1459,72 мг/кг. Концентрация в телах пчел составляет 875,27 мг/кг. Это значение отражает поступление кальция с пищей через пыльцу и нектар и его важную роль в физиологических процессах пчел. Мед демонстрирует самую низкую концентрацию кальция среди образцов – 64,01 мг/кг. Эта низкая концентрация говорит о том, что миграция кальция из тела пчел в мед минимальна.

Тем не менее, в почве концентрация магния также относительно низкая (14,87 мг/кг), подобно кальцию, она значительно увеличивается в цветках медоносных растений (2084,86 мг/кг). Это существенное увеличение показывает, что магний легко усваивается растениями из почвы. Концентрация уменьшается в организме пчелы до 705,40 мг/кг и в прополисе до 300,60 мг/кг. Это указывает на то, что магний эффективно переносится из почвы к пчелам и прополису, но мед показывает гораздо более низкую концентрацию (24,34 мг/кг), что указывает на минимальный перенос магния от пчел в мед.

Калий является важным макроэлементом как для растений, так и для животных, играя решающую роль в различных физиологических процессах. Концентрация калия в почве составляет 37,97 мг/кг. Эта относительно низкая концентрация резко увеличивается в цветках медоносных растений, достигая 17475,71 мг/кг. Это значительное поглощение подчеркивает важную роль калия в физиологии растений. В организме пчел концентрация калия достигает 8736,70 мг/кг, что свидетельствует о его существенной роли в метаболических процессах пчел.

Концентрация калия в меде довольно высока 662,74 мг/кг. Таким образом, основной вклад минерального содержания вносит калий, что подтверждается другими исследованиями [33].

Миграция фосфатов по трофической цепи из почвы, связанные с пчелами, демонстрирует значительное накопление с заметными изменениями на каждом этапе.

Уровни фосфатов резко возрастают от почвы к цветкам медоносных растений, показывая увеличение с 4,7 мг/кг в почве до 10615,05 мг/кг в цветках медоносных растений. Это значительное увеличение подчеркивает высокое поглощение фосфатов медоносными растениями. От цветков медоносных растений до пыльцевых обножек концентрации фосфатов показывают скромное увеличение до 10929,74 мг/кг. Это говорит о том, что пыльцевые зерна служат концентрированным резервуаром для фосфатов.

Наиболее существенное увеличение концентрации фосфата происходит при переходе от пыльцевых обножек к телу пчелы, достигая 24250,93 мг/кг. Это подчеркивает способность пчелы интенсивно накапливать и использовать фосфаты. Таким образом, фосфаты демонстрируют отчетливую картину накопления, особенно достигая пика в теле пчелы, подобно другим макроэлементам, таким как калий и магний.

Базовая концентрация натрия в почве зафиксирована на уровне 10,45 мг/кг. Натрий, хотя и не является основным питательным веществом, как калий или кальций, все же играет решающую роль в физиологии растений и животных. В цветках медоносных растений концентрация натрия увеличивается до 38,10 мг/кг. Этот рост уровня натрия указывает на то, что растения поглощают натрий из почвы, хотя и менее эффективно по сравнению с другими макроэлементами, такими как кальций или калий. Хотя концентрация натрия в пыльцевых обножках немного снижается до 26,83 мг/кг, в телах пчел наблюдается значительное увеличение концентрации натрия, достигающее 461,17 мг/кг. Минимальная миграция натрия из тел пчел в мед согласуется с общим наблюдением, что мед (22,69 мг/кг) в первую очередь служит источником энергии, а не значительным носителем минеральных элементов. Ограниченное содержание натрия в меде согласуется с другими исследованиями, которые выявили низкие концентрации минералов в меде, что отражает его состав и избирательное удержание определенных элементов пчелами [33].

Анализируя трофическую цепь (*почва – цветки медоносных растений – мед – пыльцевые обножки – прополис – тело пчел*), можно отметить, что наибольшее количество кальция (6604,10 мг/кг), магния (2084,86 мг/кг) и калия (17475,71 мг/кг) содержится в цветках медоносных растений (акация, липа, подсолнечник), а натрия (461,17 мг/кг) и фосфатов (24250,93 мг/кг) – в теле пчел.

Миграция тяжелых металлов в трофической цепи. Свинец, высокотоксичный металл, его концентрация в почве была относительно низкой – 0,426 мг/кг, в цветках медоносных растений – <0,5 мг/кг. Это говорит о том, что растения в этом регионе из-за селективных механизмов поглощения (карбонатная почва) предотвращают накопление свинца, что является положительным, учитывая токсичную природу этого металла. Однако свинец обнаружен как в пыльцевых зернах, так и в телах пчел в концентрации 0,394 мг/кг, что указывает на некоторый уровень биоаккумуляции по мере его перемещения от растений к пчелам. Несмотря на это, концентрация свинца в меде остается низкой и составляет 0,406 мг/кг, что сопоставимо с уровнем в почве. Наиболее значительное накопление свинца наблюдается в прополисе, где концентрация достигает 5,125 мг/кг

Кадмий – его концентрация в почве очень низкая и составляет 0,051 мг/кг, в цветах медоносных растений – <0,06 мг/кг, что предполагает ограниченное поглощение растениями. Однако в пыльцевых зернах концентрация кадмия увеличивается до 0,145 мг/кг, что указывает на некоторую биоаккумуляцию по мере его перемещения из почвы в пыльцу. Интересно, что эта концентрация немного снижается в организме пчелы до 0,074

мг/кг, что может означать, что у пчел есть механизмы регулирования или выведения кадмия, чтобы избежать токсичности.

Было обнаружено, что медь, хотя и в меньших количествах по сравнению с цинком, также демонстрирует заметное накопление в организме пчелы (11,47 мг/кг) по сравнению с ее исходным содержанием в почве (0,940 мг/кг). Эта тенденция указывает на биодоступность и подвижность меди в экосистеме, хотя и в меньшей степени, чем цинк.

Хром, становится токсичным при более высоких концентрациях. В наших исследованиях уровни хрома в почве составило (<1,5 мг/кг), что предполагает низкое базовое присутствие в окружающей среде. Несмотря на это, хром обнаружен в цветках медоносных растений в концентрации 1,42 мг/кг, что указывает на некоторое поглощение из почвы. Интересно, что самая высокая концентрация хрома обнаружена в прополисе – 2,52 мг/кг, что подтверждает идею о том, что прополис действует как поглотитель потенциально вредных металлов, предотвращая их миграцию в мед.

Никель (Ni), как и хром, необходим в небольших количествах, но может быть токсичным при накоплении в организме. В почве концентрация никеля составляет 2,04 мг/кг, в цветках медоносных растений, достигая 3,90 мг/кг, что отражает более высокое поглощение растениями по сравнению с другими тяжелыми металлами. В прополисе концентрация никеля составляет 2,42 мг/кг, что предполагает некоторое удержание, хотя и незначительно выше, чем в почве. В меде никель находится ниже пределов обнаружения (<2,5 мг/кг).

Цинк демонстрируют значительную аккумуляцию из почвы в цветки медоносных растений с коэффициентом накопления 39,64 и меди 7,55. Однако их миграция из цветков медоносных растений в мед очень низкая. Цинк показывает высокую передачу из медоносных растений в организм пчелы ($K=2,39$) и в прополисе – ($K=4,31$) (рис. 3.1).

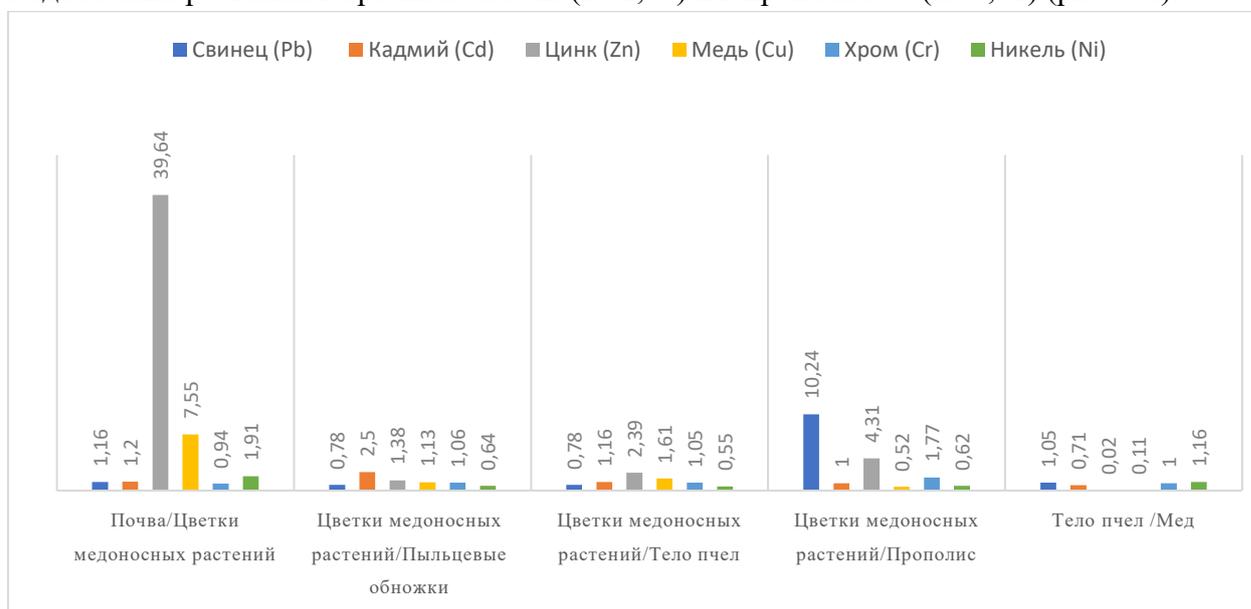


Рисунок 3.1. Диаграмма коэффициентов миграции элементов в трофической цепи

Относительно низкая концентрация меди в прополисе по сравнению с цветками медоносных растений ($K=0,52$) говорит о том, что медь имеет тенденцию к накоплению и ее труднее выводить, или же, возможно, что такое количество необходимо для выполнения биологических функций. Процесс миграции свинца по трофической цепочке от почвы до цветков

медоносных растений с коэффициентами миграции 1,16 и максимальный в прополисе – 10,24. Кадмий демонстрирует накопление до пыльцевых обножек с коэффициентами миграции – 2,5 по мере продвижения по цепочке уменьшается и в меде составляет 0,71. Хром и никель имеют более низкое первоначальное поглощение растениями с коэффициентом миграции из почвы в цветки медоносных растений 0,94 и 1,91, в теле пчел - 1,05 и 0,55, в прополисе – 1,77 и 0,62 и в меде – 1,0 и 1,16. Миграция элементов из организма пчелы в мед либо не происходит, либо происходит в очень низких концентрациях.

Общее количество тяжелых металлов в трофической цепи составило в почве – 2,089 мг/кг, в цветках медоносных растений – 34,223 мг/кг, в меде – 3,026 мг/кг, в пыльцевых обножках – 45,661 мг/кг, прополисе – 123,524 мг/кг и теле пчел – 75,57 мг/кг.

Эти результаты подчеркивают важность понимания избирательной миграции и удержания тяжелых металлов в трофической цепи. Низкие концентрации этих металлов в меде указывают на эффективные барьеры против их переноса, что имеет решающее значение для поддержания безопасности меда как потребляемого продукта.

Исследование проводилось в экологически благоприятных регионах Республики Молдова, что, вероятно, способствует низким исходным концентрациям тяжелых металлов в окружающей среде. Однако даже в таких регионах важно контролировать миграцию этих металлов, поскольку они представляют значительный риск для здоровья, если накапливаются в более высоких концентрациях.

Таким образом, рабочие пчелы, используя в пищу мед и пыльцевые обножки (перга) откуда усваиваются все необходимые элементы для метаболического процесса могут служить индикатором экологической среды в радиусе их продуктивного полета 2-3 км, что составляет 1250-2580 га.

4. ПОВЫШЕНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА МЕДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОСТИМУЛЯТОРОВ В ПОДКОРМКЕ ПЧЕЛ

4.1. Использование биостимуляторов *ApiStev*, *CobalStev*, *ApiRibo* и *ApiDAK* в подкормке пчел

Использование биостимулятора *ApiStev* в подкормке пчел

Опыт I. На пасеке с. Кожушна перед началом опыта по использованию биостимулятора *ApiStev* в кормлении пчел, 13 сентября 2020 года, сила пчелиных семей составила в среднем – 8,7-9,0 улочек, при осенней ревизии 28 октября она снизилась на 2 улочки у I группы, – на 1,5 у II, – на 4 у III и – на 3 улочки IV группы. Сравнивая силу пчелиных семей при осенней (28 октября, 2020 г) и весенней ревизии (28 марта 2021 г), можно отметить, что зимостойкость составила у I группы – 80,95%, у II – 86,6%, у III – 95,24% и у контрольной IV группы – 85,71%. Следовательно, пчелиные семьи II и III групп оказались более зимостойкими по сравнению с контрольной группой.

Весенняя подкормка пчелиных семей положительно повлияла на яйцекладку маток и выращивание расплода и перед цветением белой акации наибольшее количество выявлено у пчелиных семей II-ой группы – 180,0 кв. или на 77,69% больше по сравнению с контрольной группой. Плодовитость маток пчелиных семей опытных групп в этот период составила 1352-1500 яиц или на 60,19-77,72% превышает контрольную группу, отложившую 844 яйца за 24 часа. Таким образом опытные семьи были лучше подготовлены к главному медосбору с белой акации.

Значительное количество меда собрали с белой акации пчелиные семьи II группы (35,2 кг), на 55,75% больше, чем контрольная группа (рисунок 4.1). Увеличение дозы природного биорегулятора *ApiStev* до 4,0 мл/л не повлияло на медовую продуктивность [7].

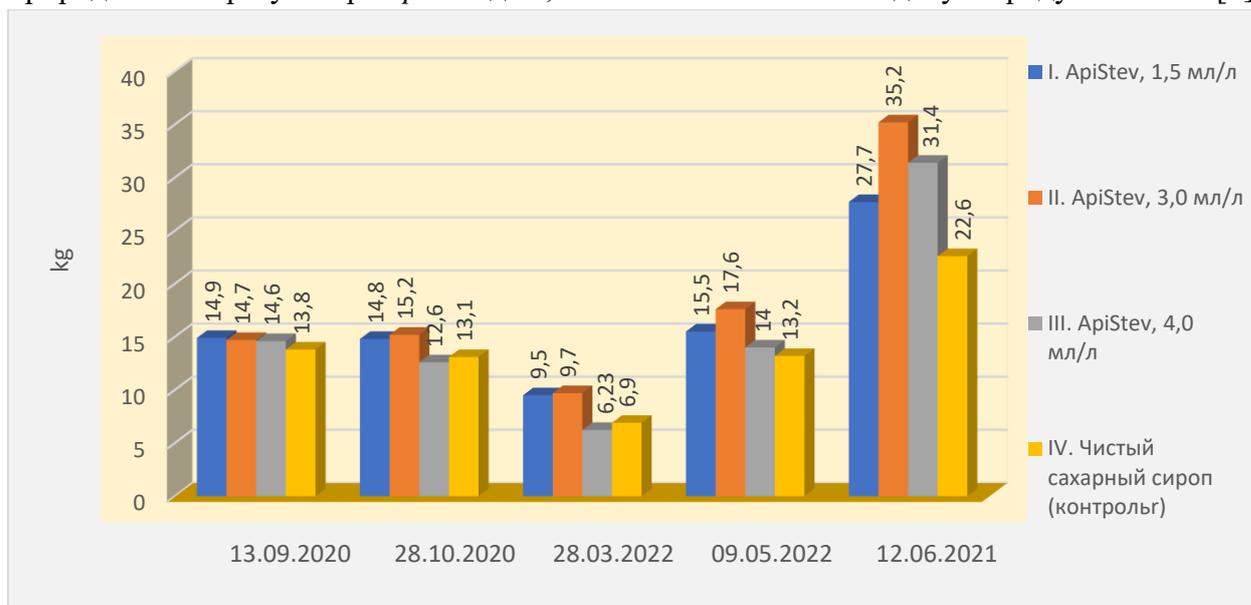


Рисунок 4.1. Динамика запасов меда в пчелиных семьях

Следовательно, оптимальная доза применения природного биостимулятора *ApiStev* в подкормке пчел составляет 3,0 мл/л. Подкормка пчел с использованием биостимулятора *ApiStev* осенью обеспечивает повышение иммунитета и зимостойчивости на 0,89-9,53%, а в весенний период увеличивает силу семей на 18,3-21,8%, выращивания расплода – на 77,7% и продуктивность меда – на 22,6-55,7% больше по сравнению с контрольной группой [7].

Использование биостимулятора CobalStev в подкормке пчел

Опыт II. Результаты исследований показали, что при весенней ревизии пчелиных семей 9 апреля 2022 года до стимулирующей подкормки в гнезде было в среднем 6,7-7,0 сотов, сила семей – 5,7-6,0 улочек, печатного расплода – 57,7-60,0 кв. и резервы меда – 2,3-2,7 кг. При контрольном осмотре пчелиных семей, проведенном до цветения акации белой 19 мая 2022 г., в гнезде насчитывалось 11,3-13,0 сот, сила составляла 10,3-11,7 улочек.

Пчелиные семьи I и II опытных групп вырастили в среднем по 84,0 и 82,7 кв. печатного расплода, или на 8,11% и 6,43% больше, чем в контрольной IV группе. Запас меда в пчелиных семьях колебался в среднем в пределах 2,7-3,7 кг, что подтверждает отсутствие поддерживающего медосбора.

По окончанию медосбора с белой акации 6 июня 2022 года выявлено, что пчелиные семьи II и III опытных групп имели в среднем 20 сотов, силу семей 19,0 улочек, или на 7,34% больше контрольной группы.

Пчелиные семьи II группы вырастили 123,0 квадратов печатного расплода, плодовитость маток составила 1025 яиц за 24 часа, а в контрольной партии – 877 яиц. Весенняя подкормка способствовала увеличению плодовитости маток и количеству выращенного расплода на 16,81%. Пчелиные семьи II опытной группы в сложных климатических условиях (высокие температуры и засуха) собрали в среднем по 28,1 кг меда каждая, что на 9,77% больше по сравнению с контрольной IV группой.

Таким образом, установлено, что оптимальная доза биостимулятора *CobalStev* в подкормке пчел составляет – 2,0 мл/л сахарного сиропа. Использование разработанного способа подкормки пчел весной, когда кормовые запасы в гнезде лимитированы, с применением смеси сахарного сиропа 1:1 и биостимулятора *CobalStev* в дозе 2,0 мл/л, увеличивает силу семей на 7,34%, печатного расплода на 16,81% и медовую продуктивность на 9,77%.

Использование биостимулятора *ApiRibo* в подкормке пчел

Опыт III. Для определения оптимальных условий использования биостимулятора *ApiRibo* в подкормке пчел изучено его влияние на зимостойкость, рост, ранневесеннее развитие и медовую продуктивность. Биостимулятор *ApiRibo* представляет собой экстракт гликозида ребаудиозида А, 3% водный раствор, который является коммерчески доступным продуктом. Биостимулятор *ApiRibo* был разработан в Институте химии Государственного университета Молдовы.

Перед кормлением, 12 сентября 2020 года, обнаружено, что в гнезде пчелиных семей экспериментальных групп насчитывалось в среднем 7,33-7,67 сот, сила семей составила 6,33-6,67 улочек, печатного расплода – 19,33-26,0 квадратов и резервов меда – 12,67-13,03 кг. Лучше всего перезимовали пчелиные семьи II опытной группы, которые были подкормлены инвертированным кукурузным сиропом с биостимулятором *ApiRibo*, в дозе 2 мл/л, зимостойкость которых составила 68,33%, что на 11,66% больше, чем у IV группы (контроль). С повышением дозы биостимулятора зимостойкость снижалась и составила в III группе – 58,89% или на 2,22% выше, чем в IV группе (контроль). Подкормка пчелиных семей в весенний период с инвертированным кукурузным сиропом и биостимулятором *ApiRibo* в дозе 1-2 мл/л увеличивала плодовитость маток и выращивания расплода на 19,6-23,6% по сравнению с IV группой (контроль). Выявлено, что по окончании медосбора с белой акации 8 июня 2021 года лучше развивались пчелиные семьи II группы, которые имели в среднем 18 сот, вырастили по 6,3 искусственных сот каждая. Сила этих семей составила 16,7 улочек, печатного расплода – 161,0 квадратов и резервы меда – 27,57 кг.

Таким образом, определено, что оптимальная доза использования биостимулятора *ApiRibo* в подкормке пчел при пополнении кормовых запасов на зиму и в весенний период составляет 2,0 мл/л инвертированного кукурузного сиропа.

Кормление пчел осенью смесью инвертного кукурузного сиропа и биостимулятора *ApiRibo* в дозе 2,0 мл/л в соотношении 1,5:1 в количестве 2,0 л обеспечивает возрастание иммунитета и зимостойкости на 11,6%, а в весенний период кормление этой же смесью в количестве 1,0 л на пчелиную семью каждые 7-9 дней, увеличивает силу – на 28,5%, печатный расплод – на 37,6%, плодовитость маток – на 37,6%, а производство меда – на 52,5% больше, чем в контрольной группе [9].

Использование биостимулятора *ApiDAK* в подкормке пчел

Опыт IV. Для определения оптимальных условий использования биостимулятора *ApiDAK* в подкормке пчел изучали его влияние на рост, раннее развитие и эффективность работы пчелиных семей по сбору меда. При этом биорегулятор *ApiDAK* представляет собой 3% водный раствор вещества, полученного из суспендированной дигидроабетиновой кислоты, растворенной в водном растворе КОН при комнатной температуре, который применяют в дозах 1,0-3,0 мл/л сахарного сиропа.

В результате проведенного контрольного осмотра пчелиных семей 18 апреля 2021 года, выявлено, что в гнезде было в среднем 5,0-5,67 сот, сила семей составила 4,0-4,67

улочек, и резервы меда 1,17-1,33 кг. Перед цветением белой акации 11 мая 2021 г., в гнезде семей обнаружено 9,0-14,7 сот, сила составляла 8,0-13,7 улочек. Пчелиные семьи I, II и III экспериментальных групп вырастили в среднем по 142,0-167,0 кв. печатного расплода, или на 5,97-24,63% больше контрольной IV группы. Вскармливание пчел сахарным сиропом в смеси с биостимулятором *ApiDAK* в дозе 1,0-3,0 мл/л сиропа увеличивало плодовитость маток на 5,91-24,62% по сравнению с IV группой (контроль). По окончании медосбора с белой акации 15 июня 2021 г. выявлено, что пчелиные семьи из I и II групп, имели в среднем 25,5-28,0 сот, сила семей составила 24,5-27,0 улочек, или на 11,36-22,73% больше контрольной группы. С белой акации больше меда собирали пчелиные семьи II группы – 50,55 кг, что на 62,91% больше контрольной IV группы.

Таким образом, определено, что оптимальная доза применения природного биостимулятора *ApiDAK* в кормлении пчел в весенний период, составляет 2,0 мл/л сахарного сиропа. Кормление пчел весной смесью сахарного сиропа и биостимулятора *ApiDAK* в дозе 2,0 мл/л, в количестве 1,0 л смеси на пчелиную семью, каждые 7 дней, увеличивает силу пчелиных семей на 11,36-22,73%, печатного расплода на 5,97-24,63%, плодовитость маток на 5,91-24,62% и медопродуктивность на 62,91% больше контрольной группы [8].

4.2. Использование биостимулятора *Хлорид Холина* в подкормке пчел

Опыт V. Вскармливание пчел весной смесью сахарного сиропа и биостимулятора хлорида холина, с марта месяца до главного медосбора, увеличивает силу пчелиных семей на 4,12-17,65%, выращивания расплода – на 17,48-43,98% и способствовало повышению медовой продуктивности на 22,88%.

4.3. Использование биостимулятора (3% растров глюкуроновой кислоты в подкормке пчел

Опыт VI. Использование разработанного способа кормления пчел весной, смесью 50% сахарного сиропа с биостимулятором (3% раствор глюкуроновой кислоты), по одному литру один раз в 10 дней, обеспечивает увеличение силы пчелиных семей на – 19,05%, повышение плодовитости маток – на 57,7% и производство меда на 21,4-28,74%.

4.4. Эффективность использования биостимуляторов в подкормке пчел. При использовании биостимуляторов в подкормке пчел можно получить чистую прибыль от 176,0 леев (II-*CobalStev*) до 1159,6 леев (IV-*ApiDAK*) или на 10,62-46,71% больше по сравнению с контрольной группой.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Выводы:

1. Результаты проводимых исследований по миграции тяжелых металлов в трофической цепи и предъявленным требованиям к качеству меда, а также экспорту в Евросоюз, позволили выявить зоны в Республики Молдова с медоносными растениями и повысить его производство. Выявлено, что массовая доля влаги меда полученного из разных почвенно-климатических зон варьировала в среднем от 16,93% (акациевый мед) до 18,05% (мед липы), в том числе массовая доля инвертного сахара – 77,18-78,50%, содержание сахарозы – 1,71-2,07%, а диастазное число от 8,56 ед. Готте (акациевый мед) до 16,25 ед. Готте (подсолнечниковый мед), а также кислотность – 1,13-2,26 миллиэквивалентов на 100 г, оксиметилфурфуrolа от 3,00 мг/кг (мед липы) до 6,77 мг/кг (акациевый мед), что соответствует установленным стандартам на мед.

2. Установлено, что наибольшее количество изучаемых микроэлементов в среднем за четыре года (2020-2023 гг) было в акациевом меде – 16,457 мг/кг, из которых марганец – 3,661 мг/кг, цинк – 1,860 мг/кг, медь – 1,413 мг/кг, железо – 5,487 мг/кг, хром – <1,5 и никель – <2,5 мг/кг, меньше всего в подсолнечниковом меде – 9,118 мг/кг.

Количество макроэлементов в различных сортах меда колеблется, в среднем от 483,81 мг/кг (акациевый) до 1435,19 мг/кг (мед липы), в том числе: кальций – 31,618-82,42 мг/кг, магний – 10,962-39,883 мг/кг, калий – 266,217-1168,967 мг/кг, натрий – 17,20-26,10 мг/кг и фосфаты – 148,85-228,68 мг/кг. Микроэлементный и макроэлементный состав меда зависит от источников нектара и почвенно-климатических зон.

Определено, что по содержанию тяжелых металлов акациевом меде, полученный из Южной зоны и городской местности (Кишинев), находятся в верхних пределах допустимых параметров. Более высокого качества получен мед (акация, липы и подсолнечника) из Центральной зоны сельской местности, который вписывается в требования всех стандартов.

3. Обнаружено, что общее количество аминокислот в меде разных сортов варьировало от 1,352 мг/г (акация) до 1,756 мг/г (липы). Акациевый, липовый и подсолнечный мед обладают высокой антибактериальной активностью в отношении *S. aureus* и *P. aeruginosa* даже в разведении 1:16 (2,5%). Исследуемые образцы проявили слабую противогрибковую активность в отношении *Candida albicans*, МИК определяли в разведении 1:2 (20%). У липового и подсолнечного меда противогрибковая активность была выше, чем у акациевого. Образцы с лучшей биологической активностью (подсолнечный мед) содержат большее количество свободных кислот, как следствие, имеют более низкие значения рН медового раствора, а также в этих образцах самое высокое содержание ОМФ [6].

4. Показано, что общее количество микроэлементов в процессе миграции по трофической цепи (*почва – цветки медоносных растений – мед – пыльцевые обножки – прополис – тело пчел*) варьировало и составило в среднем: в почве – 8,19 мг/кг, в цветках медоносных растений увеличилось в 16,50 раза, в меде – 1,45 раза, в пыльцевых обножках – 14,34 раза, в прополисе – 136,07 раза и в теле пчел – 28,34 раза по сравнению с почвой. Количество макроэлементов в трофической цепи в среднем в почве составило 228,62 мг/кг, в цветках медоносных растений увеличилось до 38473,40 мг/кг, в меде было 949,71 мг/кг, в пыльцевых обножках – 18802,60 мг/кг, в прополисе – 5946,87 мг/кг и в теле пчел – 28747,92 мг/кг. Количество тяжелых металлов в почве составило 2,089 мг/кг, в цветках медоносных

растений увеличилось до 34,223 мг/кг, в меде было 3,026 мг/кг, в пыльцевых обножках – 45,661 мг/кг, в прополисе – 123,52 мг/кг и в теле пчел – 75,57 мг/кг.

5. Кормление пчел смесью сахарного сиропа и биостимуляторов в количестве 2,0-3,0 л на пчелиную семью осенью способствует увеличению зимостойкости на 0,89-9,53%, а весной сахарным сиропом и биостимуляторами, по 1,0 л, через 7-10 дней, обеспечивает увеличение силы семей на 4,12-22,73%, плодовитость маток на 3,29-77,7% и продуктивности меда на 9,77-62,91% больше по сравнению с контрольной группой [7].

Кормление пчел осенью смесью инвертного кукурузного сиропа, сахарного сиропа и природными биостимуляторами в дозе 2,0 мл/л в соотношении 1,5:1 в количестве 2,0 л повышает зимостойкость на 11,6%, а подкормка в весенний период этой же смеси в количестве 1,0 л на семью, увеличивает силу – на 15,05-36,56%, печатный расплод и плодовитость маток – на 11,72-46,11%, а производство меда – на 5,98-69,3% [9].

Полученный основной результат способствует решению важной научной задачи по определению качества меда из различных почвенно-климатических зон и медоносов, содержания микро-, макроэлементов и миграции тяжелых металлов в пищевой цепи, **установлению** оптимального количества биостимуляторов, используемых в подкормке пчел, что привело к **разработке** новых способов, обеспечивающих повышению производства меда и зимостойкости пчелиных семей.

Рекомендации:

Учитывая миграцию тяжелых металлов в трофической цепи и необходимость получения меда высокого качества, рекомендуется размещать ульи во время кочевки на медосборе в Центральной зоне сельской местности, в экологически чистых регионах и как можно дальше от автомагистралей.

Для повышения иммунитета, зимостойкости пчелиных семей и производства меда рекомендуем применять способы подкормки пчел с использованием смеси сахарного сиропа и биостимулятора *ApiStev* – 3,0 мл/л, в осенний период по 3,0 л на семью и по 1,0 л весной [7]; применять смеси инвертного кукурузного сиропа с биостимулятором *ApiRibo* – 2,0 мл/л, по 2,0 л на семью в осенний период и по 1,0 л весной [9]; использовать смеси сахарного сиропа и биостимулятора *ApiDAK* – 2,0 мл/л, в весенний период по 1,0 л на семью, каждые 7 дней [8].

БИБЛИОГРАФИЯ

1. BARTHA, S., TAUT, I., GOJ, I. G., VLAD, I. A., DINULICA, F. Heavy metal content in polyfloral honey and potential health risk. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020, 17(5): p. 1507.
2. BURDEN, C.M., MORGAN, M.O., HLADUN, K.R., AMDAM, G.V., TRUMBLE, J.J., SMITH, B.H. Acute sublethal exposure to toxic heavy metals alters honey bee (*Apis mellifera*) feeding behavior. *Scientific Reports*. 2019;9(1): p. 4253.
3. DIGGLE, S., WHITELEY, M. Microbe Profile: *Pseudomonas aeruginosa*: opportunistic pathogen and lab rat. *Microbiology*. 2020 Oct 10;166(1): 30-33. doi:[10.1099/mic.0.000860](https://doi.org/10.1099/mic.0.000860).
4. EREMIA, N. Apicultura. Chişinău, Ediția a II. Tipogr. „Print-Caro”, 2020, 455 p. ISBN 978-9975-56-754-1.
5. EREMIA, N., KOSHELEVA, O., NEICOVCENA, I., MAKAEV, F. Physico-Chemical Properties of Honey and Sunflower Flowers of Various Soil and Climatic Zones of The Republic of Moldova. IV. International Agriculture Congress 16-17 December 2021 www.utak2021.com Online Proceedings Book Editors Dr. Tuba BAK Dr. Emrah GÜLER UTAK2021. Comrat-Turcia, 2021, 289-297. ISBN: 978-605-80128-6-8.
6. EREMIA, N., COŞELEVA, O., SUCMAN, N., BALAN, G., LUPAŞCU, L., MARDARI, T., MODVALA, S., MACAEV, M. Relationship between physicochemical parameters and antimicrobial activity of Moldavian honey. In *J. Gorterica*, 2023, 63 (10), p. 207-222. ISSN: 0017-2294. Leiden, Netherlands. Science Citation Index Expanded (Impact Factor: 0.333) <https://doi.org/10.59879/zT0YO>.
7. EREMIA N., MACAEV, F., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., COŞELEVA, O., SARÎ, N., JEREGHI, V. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1607 Z 2022.10.31. BIOPI nr. 3/2022, p. 57. https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_03_2022.pdf#page=7
8. EREMIA, N., MACAEV, F., KRASOCIKO, P., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., COŞELEVA, O., EREMIA, I., SARÎ, A. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1611 Z 2022.11.30. BIOPI nr. 4/2022, p. 50. https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_04_2022.pdf#page=7
9. EREMIA N., MACAEV, F., KRASOCIKO, P., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., COŞELEVA, O., SARÎ, N., EREMIA, M. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1612 Z 2022.11.30. BIOPI nr. 4/2022, p. 50. https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_09_2023.pdf#page=7
10. MARDARI, T., EREMIA, N. Evaluarea mierii poliflore de albine din diverse zone a Republicii Moldova. Conferința științifico-practică cu participare internațională dedicată celei de-a 65-a aniversări de la fondarea Institutului „Inovații în zootehnie și siguranța produselor animaliere – realizări și perspective”. Culegere de lucrări științifice. 30septembrie-01 octombrie, Maximovca, 2021, p. 185-190. ISBN 978-9975-56-911-8. https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/140198.
11. MATUSZEWSKA, E., KLUPCZYNSKA, A., MACIOŁEK, K., KOKOT, Z.J., MATYSIAK, J. Multielemental analysis of bee pollen, propolis, and royal jelly collected in west-Central Poland. *Molecules*. 2021;26(9). DOI: 10.3390/molecules26092415.
12. OMRAN, N.S., OMAR, M.M., HUSSEIN, M.H., ABD-ALLAH M.M. Heavy metals concentrations in bee products collected from contaminated and non-contaminated areas from upper Egypt governorates. *J. Adv. Agric*. 2019; 10:1657-1666. DOI: 10.24297/jaa.v10i0.8149.

13. SALMAN, NH., MOK SAM, L., ADO, K., BINJAMIN, B., JOHNY-HASBULAH MIJ., BENEDICK, S. Linking Measure of the Tropical Stingless Bee (*Apidae*, *Meliponini*, and *Heterotrigona itama*) Honey Quality with Hives Distance to the Source of Heavy Metal Pollution in Urban and Industrial Areas in Sabah, Borneo. *J. Toxicol.* 2022. DOI: 10.1155/2022/4478082.
14. SHAFIEI, F.K., SABA, A.J. Using cluster analysis and principal component analysis to group lines and determine important traits in white bean. *Procedia Environm Sciences.* 2015; 29:38-40. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.145>.
15. ТАПАЛСКИЙ, Д.В., БИЛСКИЙ, И.А. Antimicrobial susceptibility testing by broth microdilution method: widely available modification. *Klinicheskaia, mikrobiologija i antimikrobnaja terapija.* 2018;20(1):62-67.
16. ZHANG, G.Z, TIAN, J., ZHANG, Y.Z., LI, S.S., ZHENG, H.Q., HU, F.L. Investigation of the Maturity Evaluation Indicator of Honey in Natural Ripening Process: The Case of Rape Honey. *Foods.* 2021 Nov 22;10(11):2882. <https://doi.org/10.3390/foods10112882>.
17. БОНДАРЁВА, Н.В. Использование медоносных пчёл как биоиндикаторов загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами. *Фундаментальные исследования*, 2005, № 10, с. 76-77.
18. БОРОДАЧЁВ, А.В. и др. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве. Рос. Акад. С.-х. Наук. Гос. Учреждение "Науч.-исслед. Ин-т Пчеловодства". Рыбное, 2002. 156 с. ISBN 5-900205-35-5.
19. ГАРАЕВА, С.Н., РЕДКОЗУБОВА, Г.В., ПОСТОЛАТИ, Г.В. Аминокислоты в живом организме. Кишинев, 2009. 550 с. ISBN978-9975-62-269-1.
20. ЕРЕМИЯ, Н.Г., ЕРЕМИЯ, Н.М. Пчеловодство. Print-Caro SRL, Кишинев, 2011. 531 с. ISBN 978-9975-56-007-8.
21. ЕРЕМИЯ, Н.Г., КОШЕЛЕВА, О., МАКАЕВ, Ф.З. Состояние пчеловодства и физико-химические показатели некоторых сортов меда Республики Молдова. В: *Ветеринария и кормление*, 2024, № 2, с. 26-30. ISSN:1814-9588. DOI: 10/30917/1814-9588.
22. ЕРЕМИЯ, Н., НЕЙКОВЧЕНА, Ю., КИРИЯК, А., САРЫ, Н., КОШЕЛЕВА, О. Физико-химические показатели, содержание микро, макроэлементов и тяжелых металлов в акациевом меде. В: *Животновъдни науки. Селскостопанска академия Болгарии*, 2019, LVI, № 6, с. 61-68. ISSN 0514-7441.
23. КАЙГОРОДОВ, Р.В., КУЛЕШОВА, Т.С., СЕМЁНОВА, Е.А. Влияние ботанического происхождения меда на содержание свободных аминокислот гистидина, фенилаланина и триптофана. *Вестник Пермского университета.* 2013 с. 22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-botanicheskogo-proishozhdeniya-myoda-na-soderzhanie-svobodnyh-aminokislot-gistidina-fenilalanina-i-triptofana/viewer> (дата обращения 17.12.2020).
24. КОВАЛЬЧУК, И.И. Содержание тяжелых металлов в организме пчел и их продукции с разных экологических зон Прикарпатья. В: *Пчеловодство*, 2012, № 2, с. 6-7. ISSN 0369-8629.
25. КРИВЦОВ, Н.И. Определение объема выборки, необходимой для получения достоверных результатов в исследованиях по пчеловодству. *Методические рекомендации.* Рыбное, 1986. 6 с.
26. МЕРКУРЬЕВА, Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных, М: Колос, 1970. 312 с.

27. СОКОЛЬСКИЙ, С.С., РУСАКОВА, Т.М., РЕПНИКОВА, Л.В., МАРТЫНОВА, М.В. Экологически чистая продукция Красной Поляны. В. Пчеловодство, 2004, № 6, с. 12. ISSN 0369-8629.

28. ФАТКУЛЛИН, Р. Р., ГИЗАТУЛИНА, Ю.А. Оценка загрязнённости трофической цепи «почва – растение – тело пчелы – продукция пчеловодства» тяжёлыми металлами в условиях лесостепной зоны Южного Урала. [Известия Оренбургского государственного аграрного университета](#). Биологические науки. 2017, с. 251-253.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ НАУЧНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

• Монографии, книги

1. EREMIA, N., MACAEV, F., ZNAGOVAN, A., COŞELEVA, O. Tehnologia de întreținere și exploatare a familiilor de albine. Recomandări. Chişinău, Print-Caro, 2023, 104 p. ISBN 978-9975-175-14-2.

• Статьи в признанных журналах из баз данных Web of Science и SCOPUS

2. POGREBNOI, S., EREMIA, N., BILAN, D., LUPASCU, L., BOLOCAN, N., DUCA, G., ARMASU, S., TERTEAC, D., SEBANU, V., TINCU, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, Iu., COSELEVA, O., SLANINA, V., MACAEV F. Characterization of propolis from moldova's central region: chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties. CHEMISTRY JOURNAL OF MOLDOVA, General, Industrial and Ecological Chemistry. 2023, vol. 18, no. 1, p. 46-51. ISSN (p) 1857-1727 ISSN (e) 2345-1688 <http://cjm.ichem.md> <https://doi.org/10.19261/cjm.2023.924>.

http://cjm.ichem.md/sites/default/files/article_files/ChemJMold_10.19261cjm.2023.924-Macaev.pdf

3. EREMIA, N., COŞELEVA, O., SUCMAN, N., BALAN, G., LUPAŞCU, L., MARDARI, T., MODVALA, S., MACAEV, M. Relationship between physicochemical parameters and antimicrobial activity of Moldavian honey. In J. Gorteria, 2023, 63 (10), p. 207-222. ISSN: 0017-2294. Leiden, Netherlands. Science Citation Index Expanded (Impact Factor: 0.333) <https://doi.org/10.59879/zT0Y0>.

4. ЕРЕМИЯ, Н., НЕЙКОВЧЕНА, Ю., КИРИЯК, А., САРЫ, Н., КОШЕЛЕВА, О. Физико-химические показатели, содержание микро, макроэлементов и тяжелых металлов в акациевом меде. В: Животновъдни науки. Селскостопанска академия Болгарии, 2019, LVI, № 6, с. 61-68. ISSN 0514-7441.

• Статьи в признанных зарубежных журналах

5. ЕРЕМИЯ, Н.Г., КОШЕЛЕВА, О., МАКАЕВ, Ф.З. Состояние пчеловодства и физико-химические показатели некоторых сортов меда Республики Молдова. В: Ветеринария и кормление. М., 2024, № 2, с. 26-30. ISSN:1814-9588. DOI: 10/30917/1814-9588.

• Статьи в международных сборниках

6. EREMIA N., KOSHELEVA O., NEICOVCENA I., MACAEV F. Physico-Chemical Properties of Honey and Sunflower Flowers of Various Soil and Climatic Zones of The Republic of Moldova. IV. International Agriculture Congress 16-17 December 2021 www.utak2021.com Online Proceedings Book Editors Dr. Tuba BAK Dr. Emrah GÜLER UTAK2021. Comrat, 2021, 289-297. ISBN: 978-605-80128-6-8.

7. ЕРЕМИЯ, Н.Г., **КОШЕЛЕВА, О.**, МАКАЕВ, Ф.З. Стимулирующая подкормка пчел с использованием стевиозида. В сб.: Международной научно-практической конференции «Повышение производства продукции животноводства на современном этапе» посвященной 95-летию кафедры частного животноводства (2-4 ноября 2022 года). УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2022, с. 16-21. ISBN 978-985-591-166-2. <http://www.vsavm.by>.

8. **КОШЕЛЕВА, О.** Миграция тяжелых металлов в трофической цепи и качество меда. В сб.: Международной научно-практической конференции «Повышение производства продукции животноводства на современном этапе» посвященной 95-летию кафедры частного животноводства (2-4 ноября 2022 года). УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2022, с. 297-305. ISBN 978-985-591-166-2. <http://www.vsavm.by>.

9. ЕРЕМИЯ, Н.Г., **КОШЕЛЕВА, О.**, МАКАЕВ, Ф.З. Медосбор и физико-химические показатели липового меда Республики Молдова. В сб.: Актуальные проблемы инфекционной патологии животных и пути их решения. Международной научно-практической конференции, посвященной Дню белорусской науки и 95-летию кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней (15-16 декабря 2022 г). УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2023, с. 188-191. ISBN 978-985-591-170-9. <https://www.vsavm.by/wp-content/uploads/2022/12/Sbornik-epizoty-konferencii-polnyi23.pdf>.

10. ЕРЕМИЯ, Н.Г., **КОШЕЛЕВА, О.** Содержание микро- и макроэлементов в различных сортах меда Республики Молдова. Актуальные вопросы ветеринарной вирусологии, микробиологии и болезней пчел в современных условиях. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения доктора ветеринарных наук, профессора Смирновой Н.И. и Дню белорусской науки, г. Витебск, 7-8 декабря 2023 г. УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. Витебск, 2023, с. 71-75. ISBN 978-985-591-194-5.

• **Статьи в национальных сборниках**

11. ЕРЕМИЯ, Н., **КОШЕЛЕВА, О.**, МАКАЕВ, Ф.З. Содержание аминокислот в меде и цветках белой акации с разных почвено-климатических зон Республики Молдова. Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, культура», Посвященная 30-ой годовщине Комратского государственного университета. Сборник статей. Комрат, 2021, том 1, с. 200-205. <https://kdu.md/images/Files/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-nauka-obrazovanie-kultura-posvyashchennaya-30-oi-godovshchine-kgu-tom--1.pdf>.

12. EREMIA, N., **COȘELEVA, O.**, NEICOVCENA, Iu., MACAEV, F. Conținutul micro-, macroelementelor și prezența metalelor grele în sol, flori și miere de tei, albine. Conferința științifico-practică cu participare internațională dedicată celei de-a 65-a aniversări de la fondarea Institutului „Inovații în zootehnie și siguranța produselor animaliere – realizări și perspective”. Culegere de lucrări științifice. 30 septembrie-01 octombrie, Maximovca, 2021, p. 129-133. ISBN 978-9975-56-911-8.

13. **КОШЕЛЕВА, О.** Физико-химические показатели акациевого меда. Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, культура», Посвященная 30-ой годовщине Комратского государственного университета. Сборник

статей. Комрат, 2021, том 1, с. 229-232. <https://kdu.md/images/Files/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-nauka-obrazovanie-kultura-posvyashchennaya-30-oj-godovshchine-kgu-tom--1.pdf>.

14. КОШЕЛЕВА, О. Физико-химические показатели подсолнечного мёда. Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, культура», Посвященная 31-ой годовщине Комратского государственного университета. Сборник статей. Комрат, 2022, том 1, с. 248-255, г. Комрат, orcid id: 0000-0002-1261-4953 <https://kdu.md/images/Files/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-nauka-obrazovanie-kultura-posvyashchennaya-31-oj-godovshchine-kgu-tom-1.pdf>.

15. ЕРЕМИЯ, Н., КОШЕЛЕВА, О., МАКАЕВ, Ф. Весенняя подкормка пчел. Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, культура», Посвященная 32-ая годовщина Комратского государственного университета. Сборник статей. Комрат, 2023, том 1, с. 375-379. ISBN 978-9975-83-255-7. <https://kdu.md/images/Files/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-nauka-obrazovanie-kultura-posvyashchennaya-32-godovshchine-kgu-tom-1.pdf>

16. COȘELEVA, O. Indicii fizico-chimici al diferitor tipuri de miere. Conferința Tehnică științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor. UTM. Chișinău, 5-7 aprilie 2023, vol. 4, p. 192-195. ISBN 978-9975-45-956-3; ISBN 978-45-960-0.

17. EREMIA, N., COȘELEVA, O., MACAEV, F. The impact of choline chloride biostimulant on development and productivity of bee families. 33-ая годовщина Комратского государственного университета. Сборник статей. Комрат, 2024, том 1, с. 293-297. ISBN 978-9975-83-295-3. <https://kdu.md/images/Files/33-godovshina-kdu-tom-1.pdf>

• Тезисы в научных сборниках

18. ЕРЕМИЯ, Н.Г.; НЕЙКОВЧЕНА, Ю.; КОШЕЛЕВА, О.; МАКАЕВ, Ф.З. Аминокислотный состав цветочной пыльцы белой акации и подсолнечника центральной и южной зоны Молдовы. II Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Вершины науки – покорять молодым! Современные достижения химии в работах молодых ученых». «Башкирская энциклопедия». Уфа, Россия, 25-28 мая 2021, с. 47-48. ISBN 978-5-88185-500-0. <https://drive.google.com/file/d/1ZMMKxfce4G1p57xmy0CaJ90qDZXvxhao/view?usp=sharing>.

19. ЕРЕМИЯ, Н.Г., КОШЕЛЕВА, О., НЕЙКОВЧЕНА, Ю., МАКАЕВ, Ф.З. Содержание аминокислот в цветках и меде подсолнечника из разных почвенно-климатических зон Республики Молдова. Состояние и перспективы развития пчеловодства в Республики Молдова. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОГО ПЧЕЛОВОДСТВА. Материалы Международной научно-практической конференции, проводимой под эгидой Федерации пчеловодческих организаций «Апиславия». Минск, «Беларуская навука», 2021, с. 70-71. https://drive.google.com/file/d/1JIV6OE4ts3_Xc6E7kWWBTKjVzDO-VPFv/view?usp=sharing

20. EREMIA N., KOSHELEVA O., NEICOVCENA I., MACAEV F. Physico-Chemical Properties of Honey and Sunflower Flowers of Various Soil and Climatic Zones of The Republic Of Moldova. IV. International Agriculture Congress. ABSTRACT BOOK. 16-17 December 2021 www.azimder.org.tr <http://utak2021.com> Editors Dr. Emrah GÜLER, Dr. Tuba BAK. Comrat, 2021, p. 45. ISBN: 978-605-80128-5-1

21. EREMIA, N., COȘELEVA, O. Physical-chemical indices of different types of bee honey from the Republic of Moldova. The 13th CASEE Conference: "Smart Life Sciences and

Technology for Sustainable Development”. Technical University of Moldova. Chişinău, 28th -30th of June, 2023, p. 31-32. The Book of abstracts is provided on the following link (draft version). <https://utm.md/the-13th-casee-conference-smart-life-sciences-and-technology-for-sustainable-development/>

22. EREMIA, N. **COŞELEVA, O.**, MACAEV, F. Feeding the bees in the spring period. The book of abstracts of the International Scientific Symposium „MODERN TRENDS IN THE AGRICULTURAL HIGHER EDUCATION”, dedicated to the 90th anniversary of the founding of higher agricultural education in the Republic of Moldova, 05-06 October, 2023. Chişinău, 2023, p. 113-114.

• **Патенты на изобретения**

23. EREMIA N., MACAEV, F., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., **COŞELEVA, O.**, SARÎ, N., JEREGHI, V. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1607 Z 2022.10.31. BIOPI nr. 3/2022, p. 57. https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_03_2022.pdf#page=7

24. EREMIA N., MD; MACAEV, F., KRASOČIKO, P., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., **COŞELEVA, O.**, EREMIA, I., SARÎ, A. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1611 Y 2022.04.30. BIOPI nr. 4/2022, p. 50. https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_04_2022.pdf#page=7

25. EREMIA N., MACAEV, F., KRASOČIKO, P., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., **COŞELEVA, O.**, SARÎ, N., EREMIA, M. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1612 Z 2022.11.30. BIOPI nr. 4/2022, p. 50. https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_09_2023.pdf#page=7

ADNOTARE

COȘELEVA Olga, „Influența migrației metalelor grele în lanțul trofic asupra calității mierii de albine”. Teza de doctor în științe agricole, Chișinău, 2024.

Structura tezei: introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 308 de titluri, 9 anexe, 119 pagini de text de bază, 17 figuri și 43 tabele. Rezultatele obținute sunt publicate în 25 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: familii de albine, sol, florile plantelor melifere, miere, ghemotoace de polen, albine, indici morfoproductivi, hrană stimulatorie, biostimulatori.

Scopul lucrării: constă în argumentarea științifică și evaluarea calității mierii din diferite zone pedoclimatice, migrației metalelor grele în lanțul trofic, sporirii producției de miere cu utilizarea biostimulatorilor naturali.

Obiectivele cercetării: determinarea indicilor fizico-chimici a mierii de albine din diferite zone pedoclimatice; identificarea conținutului de micro-, macroelemente și metale grele în miere din diferite zone pedoclimatice; determinarea compoziției de aminoacizi și a activității antibacteriene a mierii de albine; aprecierea migrației și conținutului micro-, macroelementelor și metalelor grele din lanțul trofic (*sol – florile plantelor melifere – miere – ghemotoace de polen – propolis – albine*); evaluarea eficacității utilizării biostimulatorilor naturali în hrănirea albinelor și elaborarea recomandărilor practice.

Noutatea și originalitatea științifică constă în argumentarea științifică a evaluării calității mierii din diferite zone pedoclimatice și a surselor melifere, precum și migrației metalelor grele în lanțul trofic, sporirii producției mierii, creșterii rezistenței la iernare a familiilor de albine prin utilizarea biostimulatorilor și elaborarea noilor procedee de hrănire a albinelor (Brevete de invenție MD 1607; MD 1611; MD 1612).

Rezultatul obținut care contribuie la soluționarea unei probleme științifice importante privind *determinarea* calității mierii din diverse zone pedoclimatice și surse melifere, revelarea conținutului micro-, macroelementelor, migrației metalelor grele în lanțul trofic, *optimizarea* utilizării unor biostimulatori, ceea ce a stat la baza *elaborării* procedeelelor noi de hrănire a albinelor, care asigură creșterea producției de miere și rezistenței la iernare a familiilor de albine.

Semnificația teoretică: în premieră au fost efectuate cercetări științifice complexe în evaluarea calității mierii din diferite zone pedoclimatice, migrația metalelor grele în lanțul trofic și sporirea producției de miere cu utilizarea biostimulatorilor în hrana albinelor.

Valoarea aplicativă a tezei constă în identificarea zonelor ecologice pentru obținerea mierii de calitate superioară, stabilirea migrației metalelor grele în lanțul trofic și sporirea producției de miere utilizând biostimulatori în hrănirea albinelor.

Implementarea rezultatelor științifice s-a realizat în diverse stupine din raioanele Nisporeni, Strășeni, Călărași, Orhei și în procesul de învățământ la Universitatea Tehnică a Moldovei.

АННОТАЦИЯ

КОШЕЛЕВА Ольга, "Влияние миграции тяжелых металлов в трофической цепи на качество пчелиного меда". Докторская диссертация сельскохозяйственных наук, Кишинев, 2024.

Структура диссертации: введение, четыре главы, общие выводы и рекомендации, библиография из 308 наименований, 9 приложений, 119 страниц основного текста, 17 рисунков и 43 таблицы. Результаты исследования были опубликованы в 25 научных статьях.

Ключевые слова: пчелиные семьи, почва, цветки медоносов, мед, пыльцевые обножки, пчелы, морфо-продуктивные показатели, подкормки, биостимуляторы.

Цель работы: состоит в научном обосновании и оценке качества меда разных почвенно-климатических зон, миграции тяжелых металлов в пищевой цепи и повышение производства меда с применением биостимуляторов в подкормке пчел.

Задачи исследования: определение физико-химических показателей пчелиного меда из разных почвенно-климатических зон; выявление содержания микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в меде из разных почвенно-климатических зон; определение аминокислотного состава и антибактериальной активности пчелиного меда; выявление миграции и содержания микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в трофической цепи (*почва – цветки медоносных растений – мед – пыльцевые обножки – прополис – тело пчел*); оценка эффективности использования природных биостимуляторов в подкормки пчел и разработать практические рекомендации.

Научная новизна и оригинальность заключается в научной аргументации и оценке качества меда разных почвенно-климатических зон и источников медоносов, а также миграция тяжелых металлов в пищевой цепи, увеличения производства меда, повышения зимостойкости пчелиных семей путем использования биостимуляторов и разработка новых способов подкормки пчел (патенты на изобретения MD 1607; MD 1611; MD 1612).

Полученный основной результат способствует решению важной научной задачи по *определению* качества меда из различных почвенно-климатических зон и медоносов, выявлению содержания микро-, макроэлементов и миграции тяжелых металлов в пищевой цепи, *оптимизации* использования биостимуляторов, что послужило основой для *разработки* новых способов, обеспечивающих повышению производство меда и зимостойкости пчелиных семей.

Теоретическая значимость: впервые проведены комплексные исследование по оценке качества меда разных почвенно-климатических зон, миграции тяжелых металлов в пищевой цепи и повышение производства меда с применением биостимуляторов в подкормке пчел.

Практическая значимость работы заключается в выявлении экологических зон для получения меда высокого качества, установлении миграции тяжелых металлов в пищевой цепи и увеличения производства меда с использованием биостимуляторов в подкормке пчел.

Внедрение научных результатов проводились на различных пасеках в районах Ниспорены, Страшены, Калараш, Орхей и в учебном процессе – в Техническом Университете Молдовы.

ANNOTATION

KOSHELEVA Olga, "The impact of heavy metal migration on the quality of honey in the trophic chain". PhD Thesis in Agricultural Sciences, Chişinău, 2024.

Thesis structure: introduction, four chapters, conclusions and recommendations, bibliography of 308 titles, 9 appendices, 119 pages of main text, 17 figures and 43 tables. The results of the study were published in 25 scientific articles.

Key words: bee families, soil, nectar-producing flowers, honey, pollen loads, bees, morphoproductive indicators, supplements, biostimulants.

The purpose of research: to scientifically substantiate and evaluate the quality of honey from different soil and climatic zones, investigate the migration of heavy metals in the food chain, and enhance honey production through the implementation of biostimulants in bees' nutrition.

Research Goals: to determine the physicochemical properties of honey from different soil and climatic zones; identify the content of microelements, macroelements, and heavy metals in honey from different soil and climatic zones; define the amino acid composition and antibacterial activity of honey; investigate migration and content of microelements, macroelements, and heavy metals in the trophic chain (*soil – nectar – producing flowers – honey – pollen loads – propolis – bee body*); assess the effectiveness of natural biostimulants usage in bee nutrition and provide practical recommendations.

Novelty and originality: lie in the scientific reasoning and evaluation of honey quality from different soil-climatic zones and nectar sources, as well as the migration of heavy metals in the food chain, increasing honey production, increasing the winter hardiness of bee colonies by using biostimulants and developing new methods of feeding bees (patents for inventions MD 1607; MD 1611; MD 1612).

The main result contributes to the solution of an important scientific problem of determining the quality of honey from various soil-climatic zones and nectar sources, identifying the content of micro- and macroelements and the migration of heavy metals in the food chain, *optimizing* the use of biostimulants, which served as the basis for the *development* of new methods to increase honey production and improve the winter hardiness of bee colonies.

Theoretical significance: for the first time, complex scientific research was carried out in the evaluation of the quality of honey from different pedoclimatic zones, the migration of heavy metals in the food chain and the increase of honey production with the use of biostimulators in bee feeding.

Practical significance of the research lies in identifying ecological zones for obtaining high-quality honey, determining the migration of heavy metals in the food chain, and increasing honey production through the use of biostimulants in bee feeding.

The implementation of scientific results was carried out at different apiaries in the regions of Nisporeni, Straşeni, Calaraşi, Orhei and applied to the academic programs at the Technical University of Moldova.

КОШЕЛЕВА ОЛЬГА

**ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРОФИЧЕСКОЙ
ЦЕПИ НА КАЧЕСТВО ПЧЕЛИНОГО МЕДА**

**421.03 – ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЖИВОТНЫХ И
ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Автореферат диссертация доктора сельскохозяйственных наук

Подходит для печати

Размер бумаги 60x84 1/8.

Офсетная бумага. RISO печать

Тираж 30 экз.

Печать листов: 2,25

Заказ № 126

MD-2004, Chişinău, bd. Ştefan cel Mare și Sfânt, 168, UTM
MD-2045, Chişinău, str. Studenţilor, 9/9, Editura „Tehnica-UTM”

КИШИНЭУ, 2024

COȘELEVA OLGA

**INFLUENȚA MIGRAȚIEI METALELOR GRELE ÎN LANȚUL TROFIC
ASUPRA CALITĂȚII MIERII DE ALBINE**

**421.03 – TEHNOLOGIA CREȘTERII ANIMALELOR ȘI OBȚINERII PRODUSELOR
ANIMALIERE**

Rezumatul tezei de doctor în științe agricole

Bun de tipar

Hârtie ofset. Tipar RISO

Coli de tipar: 2,25

Formatul hârtiei 60x84 1/8

Tirajul 30 ex.

Comanda nr. 126

MD-2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168, UTM
MD-2045, Chișinău, str. Studenților, 9/9, Editura „Tehnica-UTM”

CHIȘINĂU, 2024