

Тулпанова Ангелина Алексеевна,  
Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
Россия, г. Казань,  
Tulpanova A.A.  
Kazan (Volga Region) Federal University,  
Russia, Kazan,

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПЫЛЬЦЫ И ПЧЕЛИНОЙ ПЕРГИ ПЧЕЛОВОДЧЕСКИХ  
ХОЗЯЙСТВ КАНАШСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ЧУВАШИИ  
COMPARATIVE ASSESSMENT OF POLYMETALLIC POLLUTION  
OF POLLEN AND BEE POLLEN FROM BEEKEEPING FARMS  
OF THE KANASHSKY DISTRICT OF THE REPUBLIC OF CHUVASHIA**

**Аннотация:** в данной статье представлены результаты сравнительной оценки полиметаллического загрязнения пыльцы и пчелиной перги, собранных в пчеловодческих хозяйствах Канашского района Республики Чувашии. В исследовании выявлен уровень загрязнения пыльцы и пчелиной различными металлами и дана оценка потенциального воздействия на качество продуктов пчеловодства, а также на здоровье пчел и людей. Даны рекомендации по снижению полиметаллического загрязнения продуктов пчеловодства и обеспечению их безопасности для потребителей.

**Abstract:** this article presents the results of a comparative assessment of polymetallic contamination of pollen and bee pollen collected in beekeeping farms of the Kanashsky district of the Republic of Chuvashia. The study revealed the level of pollen and bee contamination with various metals and assessed the potential impact on the quality of bee products, as well as on the health of bees and humans. Recommendations are given to reduce polymetallic contamination of bee products and ensure their safety for consumers.

**Ключевые слова:** пчеловодство, пчелы, пыльца, пчелиная перга, полиметаллическое загрязнение, Канашский район, Чувашия.

**Keywords:** beekeeping, bees, pollen, bee parchment, polymetallic pollution, Kanashsky district, Chuvashia.

### Введение

В последние годы вопросы экологической безопасности и сохранения биоразнообразия стали особенно актуальными. Одним из наиболее важных аспектов экологии является загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, которые могут нанести значительный вред как животным, так и людям. В контексте этой проблема загрязнения пчелиной пыльцы и перги представляет особый интерес, поскольку они считаются ключевыми компонентами питания пчел, а потому являются не только индикаторами качества окружающей среды, но и потенциальной опасностью для здоровья человека.

Пыльца и пчелиная перга являются важными продуктами пчеловодства, которые широко используются в пищевой и медицинской промышленности. Однако, в настоящее время существует опасность загрязнения пыльцы и перги полиметаллами, такими как свинец, кадмий, медь и др. Эти металлы могут попадать в пыльцу и пергу через различные источники, включая промышленные выбросы, автомобильный транспорт и сельскохозяйственные химикаты.

Полиметаллическое загрязнение представляет серьезную угрозу не только для окружающей среды, но и для пчеловодства. Пыльца и пчелиная перга, которые являются



важными питательными источниками для пчел, могут содержать опасные металлы, такие как свинец, кадмий, ртуть и другие тяжелые металлы. Эти вещества могут попадать в организмы пчел, накапливаться в их тканях и вызывать различные отрицательные эффекты.

Влияние полиметаллического загрязнения на пчеловодство может проявляться в ухудшении качества пчелиной перги и меда, а также снижении пчелиной продуктивности. Ученые отмечают, что пчелы, питающиеся загрязненной пылью и пергой, имеют более низкую выживаемость, меньшую плодовитость и наблюдаются проблемы с размножением. Кроме того, загрязнение может повлиять на сам процесс опыления растений, поскольку пчелы, как основные опылители, могут носить эти вещества на своих телах и передавать их растениям.

Сравнительная оценка полиметаллического загрязнения пыльцы и пчелиной перги пчеловодческих хозяйств Канашского района Республики Чувашии является актуальной и важной задачей для определения степени загрязнения и его последствий для здоровья людей.

### **Материалы и методы**

В рамках исследования проведена сравнительная оценка полиметаллического загрязнения пыльцы и пчелиной перги в пчеловодческих хозяйствах Канашского района Республики Чувашии. Для анализа на содержание тяжелых металлов были собраны образцы пыльцы и перги 2023 и 2024 гг. из 3 различных пчеловодческих хозяйств (рисунок 1) Малоликшихского сельского поселения Канашского района Республики Чувашии. На рисунке отмечены места отбора проб пыльцы и перги из пчеловодческих хозяйств.

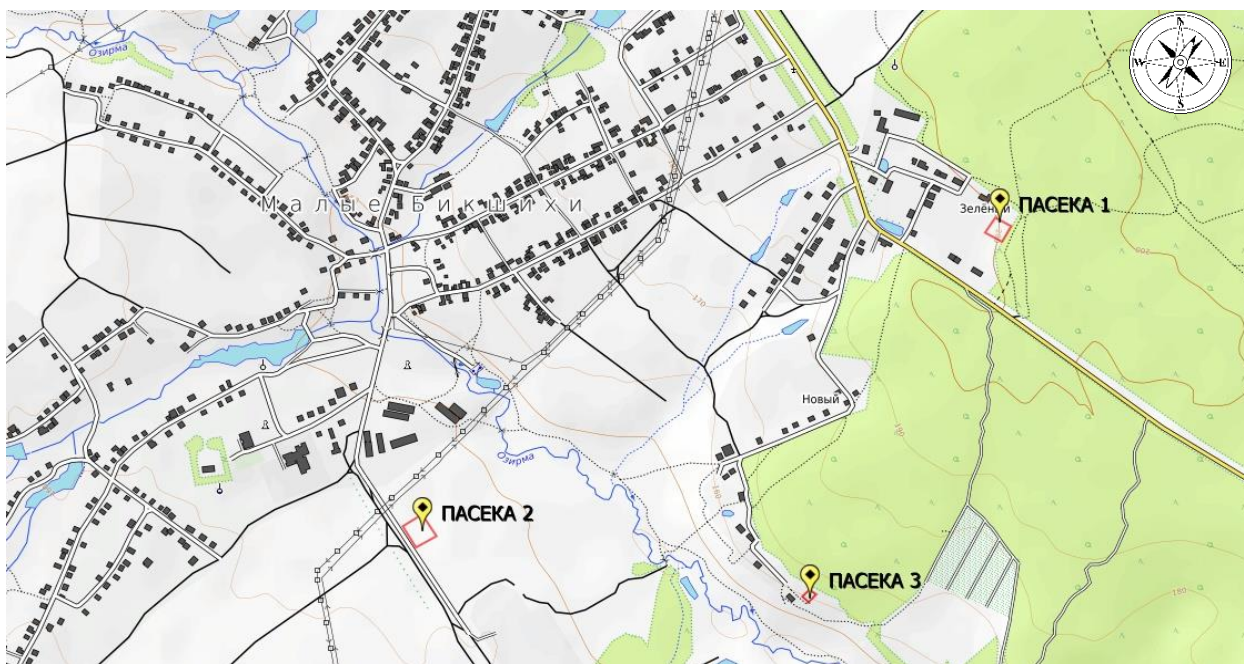


Рисунок 1 – Местоположение пчеловодческих хозяйств

Отбор проб проводился в соответствии с методическими рекомендациями [14]. Были отобраны образцы пыльцы и перги, которые затем были проанализированы на содержание тяжёлых металлов.

Анализ проводился с использованием современных методов анализа, таких как атомно-абсорбционная спектроскопия и масс-спектрометрия.

Пробоподготовка является важным этапом в процессе анализа образцов. Она включает в себя ряд процедур, направленных на подготовку образца к анализу, чтобы обеспечить точность и надёжность результатов.



Одним из методов пробоподготовки является разложение проб с использованием смеси концентрированной азотной кислоты ( $\text{HNO}_3$ ) и перекиси водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Этот метод пробоподготовки позволяет извлечь кислоторастворимые элементы из образца и подготовить его к дальнейшему анализу.

Основные этапы пробоподготовки:

1. Подготовка реактивов: перед началом работы необходимо подготовить все необходимые реактивы, включая концентрированную азотную кислоту, перекись водорода и дистиллированную воду.

2. Взвешивание образца: образец, который необходимо проанализировать, взвешивается на аналитических весах.

3. Разложение пробы: в стеклянный стакан или колбу помещается образец. Затем добавляется смесь концентрированной азотной кислоты и перекиси водорода в соотношении, которое зависит от типа образца и целей анализа. Смесь перемешивается до полного растворения образца.

4. Охлаждение и разбавление: после разложения проба охлаждается до комнатной температуры. Затем она разбавляется дистиллированной водой до определённого объёма. Это позволяет получить раствор, который будет использоваться для дальнейшего анализа.

5. Фильтрация: полученный раствор фильтруется через фильтр для удаления твёрдых частиц. Фильтр должен быть предварительно промыт дистиллированной водой.

Атомно-абсорбционная спектроскопия является одним из наиболее точных и чувствительных методов анализа. Метод позволяет определять содержание элементов на уровне микрограммов на литр.

Этапы анализа:

1. Подготовка образца. Образец, содержащий определяемый элемент, переводят в раствор или расплав.

2. Атомизация. Раствор или расплав образца вводят в атомизатор, где происходит процесс атомизации – перевод вещества в газовую фазу в виде свободных атомов.

3. Измерение поглощения. Полученный атомный пар проходит через монохроматический источник света, длина волны которого соответствует резонансному переходу определяемого элемента. Часть излучения поглощается атомами элемента, и интенсивность прошедшего света уменьшается. Это уменьшение интенсивности регистрируется детектором.

4. Обработка результатов. На основе измеренной интенсивности поглощения рассчитывается концентрация определяемого элемента в образце по заранее построенной калибровочной кривой.

#### **Результаты исследований и выводы**

В России содержание тяжёлых металлов в продуктах пчеловодства регламентируется следующими нормативными документами:

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [5].

2. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [4].

Эти документы устанавливают максимально допустимые уровни содержания тяжёлых металлов, таких как свинец, кадмий, ртуть и другие, в мёде, воске, прополисе, пчелиной перге и пыльце.

В таблице 1 представлены результаты анализа содержания тяжёлых металлов (Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr, Zn) в образцах пыльцы и перги.



Результаты содержания тяжелых металлов в образцах, мг/кг

Пчел. хоз-ва*	Элементы													
	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo, мг/л	Ni	Pb	Se	Sr	Zn
1.1	38	н/о	0,029	0,04	0,36	4,36	71	1,4	0,45	1,2	н/о	0,22	4,6	29
1.2	7,7	н/о	0,25	н/о	0,063	2,04	65	1,4	0,38	1,3	н/о	0,14	4,3	31
2.1	15	н/о	0,026	н/о	0,10	4,87	59	1,3	0,22	1,4	0,16	0,13	2,9	22
2.2	14	н/о	0,029	н/о	0,057	4,53	59	1,2	0,25	1,1	н/о	0,11	2,2	25
3.1	5,1	н/о	0,19	н/о	0,046	1,21	36	0,90	0,19	1,1	н/о	0,14	4,3	92
3.2	9,7	н/о	0,023	н/о	0,050	4,36	49	1,2	0,25	1,6	н/о	0,13	2,1	26

Примечание \* – 1.1-пчеловодческое хоз-во 1 перга 2023 г., 1.2-пчеловодческое хоз-во 1 пыльца 2023 г., 2.1-пчеловодческое хоз-во 2 перга 2024 г., 2.2-пчеловодческое хоз-во 2 перга 2023 г., 3.1-пчеловодческое хоз-во 3 перга 2024 г., 3.2-пчеловодческое хоз-во 3 перга 2024 г.

Анализ данных показывает, что содержание тяжёлых металлов в образцах различается. В целом, можно отметить, что уровень загрязнения тяжёлыми металлами образцов не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для продуктов пчеловодства. Однако в некоторых образцах наблюдается превышение ПДК по некоторым элементам, таким как медь и цинк. Это может быть связано с особенностями местности, где были собраны образцы, а также с условиями производства продуктов пчеловодства.

Проведенное исследование позволило сравнить уровень полиметаллического загрязнения пыльцы и пчелиной перги пчеловодческих хозяйств Канашского района Республики Чувашии.

Пыльца и перга могут быть загрязнены тяжёлыми металлами. Уровень загрязнения зависит от близости к источникам загрязнения и от вида растений, с которых собирается пыльца. Наиболее часто в пыльце и перге обнаруживаются такие металлы, как медь и цинк.

Таким образом, исследование показало, что пчеловодство может быть подвержено воздействию загрязнения окружающей среды. Это может привести к снижению качества продукции и повышению риска для здоровья.

Для снижения уровня загрязнения необходимо проводить мероприятия по охране окружающей среды, а также контролировать качество продукции пчеловодства.

На основе полученных результатов исследования можно предложить следующие рекомендации:

1. Проводить регулярный мониторинг содержания тяжёлых металлов в продуктах пчеловодства.
2. Контролировать использование пестицидов и удобрений.
3. Внедрять экологически чистые технологии производства.
4. Соблюдать санитарные нормы при производстве продуктов пчеловодства.
5. Проводить обучение пчеловодов по вопросам безопасного производства продуктов пчеловодства и снижения риска загрязнения тяжёлыми металлами.
6. Использовать методы очистки и обработки продуктов пчеловодства для снижения содержания тяжёлых металлов.
7. Разработать рекомендации по безопасному использованию продуктов пчеловодства с учётом содержания тяжёлых металлов в них.
8. Разрабатывать и внедрять новые технологии и методы производства продуктов пчеловодства, которые позволят снизить уровень загрязнения.



*Список литературы:*

1. ГОСТ 31745-2012. Мёд натуральный. Технические условия (с Поправкой). – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.
2. ГОСТ Р 52097 – 2003. Продукты пчеловодства. Минерализация проб для определения токсичных элементов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 7 с.
3. ГОСТ Р 53877-2010. Перга. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2011. – 8 с.
4. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».
5. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».
6. Амиров Н. Х. Оценка экологического состояния территории // Экология и промышленность России. – 2004. – № 9. – С. 30-31.
7. Билалов Ф. С. Использование пчел и продуктов пчеловодства для мониторинга антропогенного воздействия / Ф. С. Билалов, Л. А. Скребнева, Б. И. Колупаев / В сб.: Тезисы докладов научной конференции «Экологические проблемы охраны живой природы». – М., 1990. – Ч. 3. – С. 108 – 109.
8. Билалов Ф. С. Контроль загрязнения окружающей среды с помощью пчел и продуктов пчеловодства (апи-мониторинг) / Ф. С. Билалов, Б. И. Колупаев, Ю. С. Котов, С. С. Мухарамова, Л. А. Скребнева / В сб: Эколого-токсикологическая характеристика г. Казани и пригородной зоны. – Казань: Изд-во КГУ, 1991. – С. 130 – 137.
9. Борисов Б. А., Ковалёв А. В., Минин А. С. Анализ содержания тяжёлых металлов в продуктах пчеловодства // Пчеловодство. – 2021. – № 4. – С. 58-60.
10. Ковалёв А. В. Содержание тяжёлых металлов в пыльце и перге // Пчеловодство. – 2022. – № 1. – С. 60-62.
11. Кривцов Н. И., Лебедев В. И. Продукты пчеловодства для здоровья человека. – М.: Нива России, 2005. – 255 с.
12. Лебедев В. И., Прокофьева Л. В. Пчёлы – источник жизни. – СПб.: Диля, 2002. – 320 с.
13. Мадебейкин И. Н., Мадебейкин А. И. Пыльца и перга – ценные продукты пчеловодства // Пчеловодство. – 2009. – № 7. – С. 48-51.
14. Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии. М-МВИ-80-2008. – Санкт-Петербург, 2008.

