

УДК: 638.162:582.57

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2026.1.120

## ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА И ВИДОВОГО СОСТАВА ПЫЛЬЦЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦВЕТОЧНОГО МЁДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО БОТАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Калюжная Т.В.\* - канд. ветеринар. наук, доц. каф. ветеринарно-санитарной экспертизы, доц. (ORCID 0000-0002-8682-1840); Шамонова А.А. – студ. 2 курса факультета ветеринарно-санитарной экспертизы

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

\*tomagafk087@mail.ru

**Ключевые слова:** цветочный мёд, пыльцевой анализ, мелиссопалинология, ботаническое происхождение, физико-химические показатели, органолептические свойства, качество мёда, монофлорный мёд.

**Keywords:** flower honey, pollen analysis, melissopalynology, botanical origin, physico-chemical parameters, organoleptic properties, honey quality, monoflorous honey.

Поступила: 28.02.2026

Принята к публикации: 05.03.2026

Опубликована онлайн: 01.04.2026



### РЕФЕРАТ

В данной работе проведено комплексное исследование 75 образцов цветочного мёда различного ботанического происхождения (гречишного, подсолнечникового, липового, разнотравья лесного и лугового) с целью установления корреляции между пыльцевым составом, физико-химическими показателями и органолептическими свойствами. Методом микроскопического пыльцевого анализа определено доминирующее ботаническое происхождение, подсчитано общее содержание пыльцевых зерен (ОСПЗ) и установлен качественный состав пыльцы, входящей в состав образцов мёда. Параллельно установлены основные физико-химические параметры: массовая доля воды, активность воды (Aw), кислотность, диастазное число, содержание гидроксиметилфурфурала (ГМФ) и электропроводность. Органолептическая оценка включала определение цвета, аромата, вкуса, консистенции и кристаллизации. В результате проведенных исследований установили, что монофлорные мёды (гречишный, подсолнечниковый, липовый) имеют четко выраженный пыльцевой состав с долей доминирующей пыльцы более 45% и специфический комплекс характеристик. Высокое ОСПЗ (>80 000 зерен/ 10 г) коррелирует с повышенным содержанием золы и электропроводностью, что особенно характерно для мёдов с преобладанием пыльцы растений семейств *Asteraceae* и *Fabaceae*. В результате оценки органолептических характеристик определили, что для каждой группы образцов мёда был свойственен специфический профиль. Кроме того, установили, что пыльцевой анализ эффективен не только для идентификации монофлорных мёдов, но и для географической привязки полифлорных образцов. Полученные данные имеют практическую ценность для разработки национальных и международных стандартов на мёд, а также для борьбы с фальсификацией.

## ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Натуральный цветочный мёд представляет собой сложную поликомпонентную систему, являющуюся результатом переработки нектара медоносными пчелами (*Apis mellifera L.*) [1, 2]. Его качество, потребительские свойства и биоактивный потенциал напрямую зависят от ботанического происхождения, которое, в свою очередь, определяется видовым составом медоносов в радиусе лёта пчелиной семьи [3, 4]. В связи с этим, объективная и точная идентификация происхождения мёда является ключевой задачей, как для науки, так и для практики пчеловодства и контроля качества пищевых продуктов [5, 6, 7].

Традиционные физико-химические методы (определение диастазного числа, электропроводности, соотношения сахаров) хотя и регламентированы стандартами (например, ГОСТ 19792-2017), зачастую не обладают достаточной селективностью для однозначного определения ботанического источника [8, 9]. В этой связи «золотым стандартом» идентификации выступает мелиссопалинология – метод микроскопического анализа пыльцевых зерен, содержащихся в мёде [10, 11]. Данный метод позволяет не только установить доминирующее растение (для монофлорных мёдов) или спектр растений (для полифлорных), но и оценить географическое происхождение продукта по наличию характерной для региона пыльцы [12, 13].

Количество пыльцы в мёде, выражаемое как общее содержание пыльцевых зерен (ОСПЗ), также является важным параметром. Оно варьирует в широких пределах и зависит от множества факторов: вида растения-медоноса, погодных условий во время сбора, породы пчел и технологических приемов откачки [14]. Предполагается, что ОСПЗ и состав пыльцевого спектра оказывают непосредственное влияние на такие характеристики, как минеральный состав, антиоксидантная активность, цвет и вкус мёда [15].

Целью данного исследования явилось установление количественных и каче-

ственных взаимосвязей между пыльцевым составом (видом и количеством пыльцы) и комплексом физико-химических и органолептических показателей цветочного мёда различного ботанического происхождения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования проводили поэтапно на базе учебно-исследовательского центра экспертизы пищевых продуктов и кормов для животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины» в 2025 г. В работе изучено 75 образцов натурального цветочного мёда, отобранных непосредственно с пасек следующих регионов Центральной России: Московская, Ярославская, Воронежская, Тульская и Калужская области в сезон 2025 г. Образцы предварительно классифицированы пчеловодами как: гречишный (n=15), подсолнечниковый (n=15), липовый (n=15), лесное разнотравье (n=15) и луговое разнотравье (n=15).

Пыльцевой анализ проводили согласно стандартной методике [8]. Так, 10 г мёда растворяли в 20 мл дистиллированной воды (40°C) и центрифугировали (4500 об/мин, 10 мин). Осадок, содержащий пыльцу, обрабатывали уксусным ангидридом и серной кислотой (ацетолиз) для очистки и окрашивания. Препараты готовили в глицериновом желе. Идентификацию и подсчет пыльцевых зерен (ПЗ) проводили под световым микроскопом при увеличении 400х. Для детального изучения морфологии экины пыльцы сложных таксонов (например, *Brassica spp.*, представителей семейства Rosaceae) использовалось увеличение 1000× с иммерсионным маслом. Для каждого образца анализировали не менее 500 ПЗ и рассчитывали общее содержание пыльцевых зерен (ОСПЗ) – (количество ПЗ в 10 г мёда); относительное содержание пыльцы (%) для каждого таксона. Кроме того, определяли ботаническое происхождение при этом монофлорным считали мёд, содержащий  $\geq 45\%$  пыльцы одного вида (для некоторых видов, например, липы,

порог снижали до 30% из-за низкой пыльцевой продуктивности) [9].

На следующем этапе проводили физико-химический анализ, определяя массовую долю воды рефрактометрическим методом используя рефрактометр ИРФ-454 Б2М (АО «КОМЗ»), активность воды (Aw) с помощью анализатора LabMasteraw (Novasina AG), свободную кислотность титрованием, диастазное число по методике Готе, содержание гидроксиметилфурфурала (ГМФ) спектрофотометрическим методом (Спектрофотометр UNICO 2100, UNICO Instrument Co. Ltd) и удельную электропроводность кондуктометрически при 20°C.

Для проведения органолептической оценки обращали внимание на цвет (по шкале Пфунда), аромат (интенсивность и тона), вкус (сладость, кислотность, горечь, послевкусие) и консистенцию.

Полученные результаты исследования проб меда обрабатывали с использо-

ванием программы Statistica 10.0. Кроме того, применяли однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и корреляционный анализ Пирсона. Различия считали достоверными при  $p < 0.05$ .

#### РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В результате пыльцевого анализа проб меда было подтверждено или уточнено его заявленное ботаническое происхождение (таблица 1). Так, после проведения пыльцевого анализа заявленное ботаническое происхождение подтвердилось для 68 из 75 образцов (90,7%). В частности, из 15 образцов, классифицированных пчеловодами как гречишные, 13 соответствовали критерию монофлорности ( $\geq 45\%$  пыльцы гречихи); для подсолнечникового меда подтверждено 14 образцов; для липового — 12 (с учетом пониженного порога 30%). Полифлорные образцы (лесное и луговое разнотравье) соответствовали заявленному типу по составу пыльцевого спектра.

Таблица 1 – Результаты пыльцевого анализа образцов мёда (M±m, n=15)

Группа образцов	Показатель			
	Подтвержденное доминирующее растение (род/вид)	Средняя доля доминирующей пыльцы, %	Диапазон ОСПЗ (тыс. зерен/10 г)	Основные компоненты пыльцевого спектра
Гречишный	<i>Fagopyrum esculentum</i>	52,4 ± 6,1	18,5 – 35,2	<i>Brassica spp.</i> , <i>Trifolium spp.</i> , <i>Asteraceae</i>
Подсолнечниковый	<i>Helianthus annuus</i>	68,9 ± 8,5	25,0 – 45,8	<i>Centaurea spp.</i> , <i>Fabaceae</i> , разнотравье
Липовый	<i>Tilia cordata/ platyphyllos</i>	31,7 ± 4,2*	8,2 – 15,7	<i>Rubus spp.</i> , <i>Filipendula ulmaria</i> , <i>Rosaceae</i>
Лесное разнотравье	Полидоминантный	-	45,6 – 102,3	<i>Rubus</i> , <i>Calluna</i> , <i>Salix</i> , <i>Tilia</i> , <i>Quercus</i>
Луговое разнотравье	Полидоминантный	-	60,1 – 88,9	<i>Trifolium</i> , <i>Medicago</i> , <i>Phacelia</i> , <i>Onobrychis</i> , <i>Asteraceae</i>

Примечание: \* – для липы характерна низкая пыльцевая продуктивность, порог доминирования принят за 30%.

Так, наибольшее ОСПЗ зафиксировано в полифлорных мёдах, особенно луговых, где преобладала пыльца бобовых (*Fabaceae*) и сложноцветных (*Asteraceae*), отличающихся высокой пыльцевой продуктивностью. Минимальные значения ОСПЗ были характерны для проб липового мёда.

Изучая результаты определения физико-химических показателей проб мёда, установили достоверные различия между группами мёда по всем изученным физико-химическим параметрам ( $p < 0,05$ ) (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели образцов мёда ( $M \pm m$ ,  $n=15$ )

Показатель	Наименование групп образцов				
	Гречишный	Подсолнечный	Липовый	Лесное разнотравье	Луговое разнотравье
Вода, %	18,1±0,3	17,5±0,4	18,8±0,5	18,3±0,6	17,9±0,4
Электропроводность, мСм/см	0,75±0,05 <sup>a</sup>	0,55±0,03 <sup>b</sup>	0,45±0,04 <sup>c</sup>	0,65±0,06 <sup>ab</sup>	0,80±0,07 <sup>a</sup>
Свободная кислотность, мэкв/кг	35,2±2,1	28,5±1,8	22,1±1,5	30,8±2,4	32,5±2,0
Диастазное число, ед. Готе	24,5±1,5	18,2±1,2	10,8±0,9 <sup>d</sup>	20,1±1,8	22,4±1,6
ГМФ, мг/кг	5,2±0,8	7,5±1,1	7,3±0,5	4,8±0,7	6,1±0,9

Примечание: Разные буквы в верхнем индексе указывают на достоверные различия между группами по строке ( $p < 0,05$ ).

Исходя из результатов, изложенных в таблице 2, установили сильную положительную корреляцию между ОСПЗ и удельной электропроводностью ( $r=0,82$ ,  $p < 0,01$ ). Наиболее высокой электропроводностью и кислотностью обладали гречишный и луговой мёды, что связано с высоким содержанием органических кислот и минеральных веществ, приносимых, в том числе, с пыльцой. Для проб липового мёда характерны минимальные значения диастазного числа и электропроводности.

В результате оценки органолептических характеристик определили, что для каждой группы образцов мёда был свойственен специфический профиль. Так, для гречишного мёда был характерен темно-янтарный цвет ( $138 \pm 5$  мм по шкале Пфунда), интенсивный пряный аромат, выраженный терпкий вкус и быстрая кристаллизация в мелкозернистую массу. Для подсолнечникового мёда характерен светло-янтарный цвет ( $78 \pm 4$  мм по шкале

Пфунда), нежный цветочно-медовый аромат, сладкий мягкий вкус, очень быстрая кристаллизация с образованием крупных кристаллов. Для липового мёда – экстра светло-янтарный цвет ( $42 \pm 8$  мм по шкале Пфунда), характерный аромат липы с мятными ногами, яркий сладкий вкус с легкой горчинкой в послевкусии, медленная кристаллизация. Полифлорные мёды отличались от остальных образцов мёда тем, что их органолептические характеристики варьировали. Так, их цвет в зависимости от образца был от светло-янтарного до темно-янтарного.

#### ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Таким образом, результаты исследования подтверждают взаимосвязь пыльцевого спектра и потребительских свойств мёда. Так, высокое ОСПЗ в луговом и лесном разнотравье является следствием богатого видового состава энтомофильных растений с высокой пыльцевой продуктивностью. Кроме того, сильная корреляция ОСПЗ с электропроводностью

объяснима, так как пыльцевые зерна являются носителями минеральных веществ (калий, кальций, магний), определяющих зольность и, следовательно, электропроводность продукта. Это делает электропроводность косвенным, но надежным маркером как ботанического происхождения (низкая у липы, акации; высокая у вереска, гречихи), так и потенциально – антиоксидантной активности.

При этом, низкое ОСПЗ и диастазное число в липовом мёде, несмотря на его высокие вкусовые достоинства, согласуется с литературными данными и объясняется особенностями физиологии липы как медоноса. Это указывает на необходимость использования пониженных пороговых значений доли пыльцы при идентификации некоторых видов монофлорных мёдов.

Установленные органолептические различия имеют прямую связь с пыльцевым составом. Например, темный цвет и терпкость гречишного мёда ассоциированы с полифенольными соединениями, источником которых является не только нектар, но и пыльца гречихи. Специфический аромат липового мёда обусловлен летучими соединениями нектара, однако наличие пыльцы других растений (малины, ивы) в спектре обогащает его оттенками.

Пыльцевой анализ эффективен не только для идентификации монофлорных мёдов, но и для географической привязки полифлорных образцов (наличие пыльцы *Calluna vulgaris* для вересковых угодий, *Quercus* для лесных массивов).

Полученные данные имеют практическую ценность для разработки национальных и международных стандартов на мёд, а также для борьбы с фальсификацией.

#### **INFLUENCE OF THE QUANTITY AND SPECIES COMPOSITION OF POLLEN ON THE PHYSICO-CHEMICAL AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF FLOWER HONEY DEPENDING ON ITS BOTANICAL ORIGIN**

**Kalyuzhnaya T.V.\*** - Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the

Department of Veterinary and Sanitary Expertise (ORCHID 0000-0002-8682-1840); **Shamonova A.A.** - 2nd-year student at the Faculty of Veterinary and Sanitary Expertise St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

\*tomagafk087@mail.ru

#### **ABSTRACT**

In this work, a comprehensive study of 75 samples of floral honey of various botanical origin (buckwheat, sunflower, lime, forest and meadow grasses) was carried out in order to establish a correlation between pollen composition, physico-chemical parameters and organoleptic properties. Microscopic pollen analysis was used to determine the dominant botanical origin, calculate the total content of pollen grains (OSPZ), and determine the qualitative composition of pollen in honey samples. In parallel, the main physico-chemical parameters were determined: water mass fraction, water activity (Aw), acidity, diastase number, hydroxymethylfurfural (HMP) content and electrical conductivity. The organoleptic assessment included the determination of color, aroma, taste, consistency and crystallization. As a result of the conducted research, it was established that monoflora honeys (buckwheat, sunflower, lime) have a clearly defined pollen composition with a dominant pollen content of more than 45% and a specific set of characteristics. A high WSP (>80,000 grains/ 10 g) correlates with an increased ash content and electrical conductivity, which is especially typical for honey with a predominance of pollen from plants of the Asteraceae and Fabaceae families. As a result of the evaluation of organoleptic characteristics, it was determined that each group of honey samples had a specific profile. In addition, pollen analysis is effective not only for authenticating monoflora honeys, but also for geographically linking polyflora samples. The data obtained are of practical value for the development and refinement of national and international standards for honey, to combat counterfeiting.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Калюжная, Т. В. Экспертиза меда по показателям качества / Т. В. Калюжная, В. В. Воронцова, Я. С. Карпова // Инновационное развитие. – 2017. – № 12(17). – С. 231-232.
2. Калюжная, Т. В. Оценка качества меда / Т. В. Калюжная, Я. С. Карпова // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 22–23 ноября 2018 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2018. – С. 94-95.
3. Kalyuzhnaya, T. V. Veterinary-sanitary examination honey / T. V. Kalyuzhnaya, Y. S. Karpova, V. V. Vorontsova // Advances of science : Proceedings of articles the IV International scientific conference, Karlovy Vary - Moscow, 29–30 марта 2018 года / Editor G.G. Babalova. – Karlovy Vary - Moscow: Международный центр научно-исследовательских проектов, 2018. – P. 118-121.
4. Сравнение качества меда натурального и крем-меда по физико-химическим показателям и пыльцевому составу / О. В. Шлямина, А. А. Саматова, А. Р. Макаева [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 10(211). – С. 223-230. – DOI 10.36718/1819-4036-2024-10-223-230.
5. Курманов, Р. Г. Органолептический и палинологический анализ меда: обзор современного состояния методик, характеристика монофлорных видов российского меда / Р. Г. Курманов // Инновации и продовольственная безопасность. – 2020. – № 3(29). – С. 19-31. – DOI 10.31677/2311-0651-2020-29-3-19-31.
6. Корниенко, Е. В. Палинологический анализ при проведении ветеринарно-санитарной оценки меда Омской области / Е. В. Корниенко // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2023. – № 3(51). – С. 105-111.
7. Маннапов, А. Г. Определение ботанического происхождения полифлорных медов / А. Г. Маннапов, О. А. Легочкин // Пчеловодство. – 2018. – № 7. – С. 50-53.
8. Аношкина, О. В. Влияние ботанического и географического происхождения меда на его минеральный состав / О. В. Аношкина, Е. П. Лапынина, М. А. Попкова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 1. – С. 5-14. – DOI 10.36508/RSATU.2023.83.57.002.
9. Шемякина, Е. В. Сравнительный мелиссопалинологический анализ меда / Е. В. Шемякина, Д. Д. Егоровых // Научные исследования студентов и учащихся : сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 частях, Пенза, 30 мая 2021 года. Том Часть 1. – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С. 169-171.
10. Егоровых, Д. Д. Определение географического положения пыльцевых зерен меда с помощью мелиссопалинологического анализа / Д. Д. Егоровых, Е. В. Шемякина // Научные исследования в современном мире: опыт, проблемы и перспективы развития : Сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции: в 2 частях, Уфа, 04 июня 2021 года. Том Часть 1. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2021. – С. 125-130.
11. Курманов, Р. Г. Использование палинологического и физико-химического методов анализа при характеристике российских монофлорных видов меда / Р. Г. Курманов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3(39). – С. 58-65.
12. Индивидуальный комплексный подход к идентификации меда с использованием инструментальных методов анализа и статистической обработки результатов / А. Л. Панасюк, Е. И. Кузьмина, Д. А. Свиридов, М. Ю. Ганин // Пищевые системы. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 211-223. – DOI 10.21323/2618-9771-2023-6-2-211-223.
13. Ligor M., Kowalkowski T., Buszewski B. Comparative study of the potentially toxic elements and essential microelements in honey // Molecules. — 2022. — Vol. 27,

No. 17. — Article 5474. — DOI: 10.3390/molecules27175474.

14. Wang X., Chen Y., Hu Y., Zhou J., Chen L., Lu X. Systematic review of the characteristic markers in honey of various botanical, geographic, and entomological origins // *ACS Food Science and Technology*. — 2022. — Vol. 2, No. 2. — P. 206–220. — DOI: 10.1021/acsfoodscitech.1c00422.

15. Yayinie M., Atlabachew M., Tesfaye A., Hilluf W., Reta C. Quality authentication and geographical origin classification of honey of Amhara region, Ethiopia based on physicochemical parameters // *Arabian Journal of Chemistry*. — 2021. — Vol. 14, No. 3. — Article 102987. — DOI: 10.1016/j.arabjc.2021.102987.

#### REFERENCES

1. Kalyuzhnaya, T. V. Examination of honey by quality indicators / T. V. Kalyuzhnaya, V. V. Vorontsova, Ya. S. Karpova // *Innovative development*. — 2017. — № 12(17). — Pp. 231-232.

2. Kalyuzhnaya, T. V. Honey quality assessment / T. V. Kalyuzhnaya, Ya. S. Karpova // *Knowledge of the young for the development of veterinary medicine and the agro-industrial complex of the country : proceedings of the international scientific conference of students, postgraduates and young scientists, St. Petersburg, November 22-23 in 2018*. Saint Petersburg: Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 2018, pp. 94-95.

3. Kalyuzhnaya, T. V. Veterinary-sanitary examination honey / T. V. Kalyuzhnaya, Y. S. Karpova, V. V. Vorontsova // *Advances of science : Proceedings of articles of the IV International scientific conference, Karlovy Vary - Moscow, March 29-30, 2018 / Editor G.G. Babalova. — Karlovy Vary - Moscow: International Center for Scientific Research Projects, 2018. - P. 118-121.*

4. Comparison of the quality of natural honey and cream honey by physico-chemical parameters and pollen composition / O. V. Shlyamina, A. A. Samatova, A. R. Makaeva [et al.] // *Bulletin of the KrasGAU*. — 2024. — № 10(211). — Pp. 223-230. — DOI

10.36718/1819-4036-2024-10-223-230.

5. Kurmanov, R. G. Organoleptic and palynological analysis of honey: a review of the current state of techniques, characteristics of monoflora species of Russian honey / R. G. Kurmanov // *Innovations and food safety*. — 2020. — № 3(29). — Pp. 19-31. — DOI 10.31677/2311-0651-2020-29-3-19-31.

6. Kornienko, E. V. Palynological analysis during the veterinary and sanitary assessment of honey in the Omsk region / E. V. Kornienko // *Bulletin of Omsk State Agrarian University*. — 2023. — № 3(51). — Pp. 105-111.

7. Mannapov, A. G. Determination of the botanical origin of polyflora honey / A. G. Mannapov, O. A. Legochkin // *Beekeeping*. — 2018. — № 7. — pp. 50-53.

8. Anoshkina O. V., Lapynina E. P., Popkova M. A. The influence of the botanical and geographical origin of honey on its mineral composition // *Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. — 2023. — Vol. 15, No. 1. — pp. 5-14. — DOI 10.36508/RSATU.2023.83.57.002.

9. Shemyakina, E. V. Comparative melissopalynological analysis of honey / E. V. Shemyakina, D. D. Egorov // *Scientific research of students and pupils : collection of articles of the International scientific and practical conference in 2 parts, Penza, May 30, 2021. Volume Part 1. Penza: Science and Enlightenment, 2021. pp. 169-171.*

10. Egorov, D. D. Determination of the geographical location of pollen grains of honey using melissopalynological analysis / D. D. Egorov, E. V. Shemyakina // *Scientific research in the modern world: experience, problems and prospects for development : Collection of scientific articles based on the materials of the V International Scientific and Practical Conference: in 2 Parts, Ufa, June 04, 2021 of the year. Volume Part 1. Ufa: Limited Liability Company Scientific Publishing Center Bulletin of Science, 2021, pp. 125-130.*

11. Kurmanov, R. G. The use of palynological and physico-chemical methods of analysis in the characterization of Russian monoflora honey species / R. G. Kurmanov //

Bulletin of Omsk State Agrarian University. — 2020. — № 3(39). — Pp. 58-65.

12. An individual integrated approach to the identification of honey using instrumental methods of analysis and statistical processing of results / A. L. Panasyuk, E. I. Kuzmina, D. A. Sviridov, M. Yu. Ganin // Food systems. — 2023. — Vol. 6, No. 2. — pp. 211-223. — DOI 10.21323/2618-9771-2023-6-2-211-223.

13. Ligor M., Kowalkowski T., Buszewski B. Comparative study of the potentially toxic elements and essential microelements in honey // *Molecules*. — 2022. — Vol. 27, No. 17. — Article 5474. — DOI: 10.3390/molecules27175474.

14. Wang X., Chen Y., Hu Y., Zhou J., Chen L., Lu X. Systematic review of the characteristic markers in honey of various botanical, geographic, and entomological origins // *ACS Food Science and Technology*. — 2022. — Vol. 2, No. 2. — P. 206–220. — DOI: 10.1021/acscitech.1c00422.

15. Yayinie M., Atlabachew M., Tesfaye A., Hilluf W., Reta C. Quality authentication and geographical origin classification of honey of Amhara region, Ethiopia based on physicochemical parameters // *Arabian Journal of Chemistry*. — 2021. — Vol. 14, No. 3. — Article 102987. — DOI: 10.1016/j.arabjc.2021.102987.