

Palynological characteristic of honey from Altai Territory

G.I. Nenasheva¹, M.S. Ivanova¹, N.S. Malygina², T.M. Kopytina¹

¹ Altai State University

Barnaul, Russia, E-mail: ngi_geo@mail.ru, ivanovam84@gmail.com, tatkop70@mail.ru

² Institute for Water and Environmental Problems Siberian branch of the Russian Academy of Sciences

Barnaul, Russia, E-mail: natmgn@gmail.com

Submitted: 24.06.2017. Accepted: 15.10.2017

The present paper contains results of the palynological research in Altai Territory which takes first place in the Siberian Region and fourth place in Russia in honey production. The development of criteria of the palynological authenticity of Altai honey is of great practical importance, since beekeeping is one of the priority directions of the of the region's economy development. We studied the honey resources of the mountain forest (Charysh, Soloneshnoe and Altaiskoe Districts), foothills-forest steppe (Smolenskoe District) and pinery (Pervomaiskoe District) zones of Altai Territory. The palynological analysis of 103 honey examples from 18 apiaries was carried out. The melisopalynological analysis of honey examples revealed that the pollen composition of honey reflects the type of vegetation in a locality where the honey was produced. We studied both polyflorous and monoflorous honey. In samples studied the pollen of 25 plant families was identified, herewith the families Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Polygonaceae, Rosaceae dominate. To visualize the data the ternary plots were constructed. The plots demonstrate a composition of plants families in honey samples from forest-steppe, subtaiga, foothills forest-steppe and mountain forest zones. The analysis of the plot illustrating a composition of plant families in the forest-steppe and the foothills forest-steppe zones revealed the prevalence of Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae and Polygonaceae, whereas in a composition of plant families in the forest-steppe subtaiga and mountain forest zones Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae and Polygonaceae prevail. The analysis of the plot illustrating a composition of plant families in the the foothills forest-steppe and the mountain forest zones revealed the prevalence of Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae and Polygonaceae. For the analysis of the melisopalynological data an agglomeration hierarchical clustering was used. The central objects determining the formation of classes were identified, their contribution to the formation of honey samples pollen spectra was calculated. For honey from forest-steppe subtaiga, foothills forest-steppe and mountain forest zones originated from five districts of Altai Territory the minimum thresholds which determine their palynological authenticity were given.

Key words: Altai Territory; honey; melliferous resources; palynology (melissopalynology); pollen

Палинологическая характеристика медов Алтайского края

Г.И. Ненашева¹, М.С. Иванова¹, Н.С. Малыгина², Т.М. Копытина¹

¹ Алтайский государственный университет

Барнаул, Россия, E-mail: ngi_geo@mail.ru, ivanovam84@gmail.com, tatkop70@mail.ru

² Институт водных и экологических проблем СО РАН

Барнаул, Россия, E-mail: natmgn@gmail.com

Исследованы медоносные ресурсы горно-лесной (Чарышский, Солонешенский, Алтайский районы), предгорно-лесостепной (Смоленский р-н) и лесостепной подтаежной (Первомайский р-н) зон Алтайского края (Россия). Проведен палинологический анализ 103 образцов меда, полученных с 18 пастек на территории исследования. Применена агломерационная иерархическая кластеризация к анализу мелиссопалинологических данных.

Ключевые слова: Алтайский край; мед; медоносные ресурсы; палинология (мелиссопалинология); пыльца

Введение

Общественное производство изменяет окружающую среду, воздействуя прямо или косвенно на все компоненты экосистемы. Это воздействие и его негативные последствия особенно усилились в эпоху современной научно-технической революции, когда масштабы человеческой деятельности, охватывающей почти всю географическую оболочку Земли, стали сравнимы с действием глобальных природных процессов. Ухудшение экологической обстановки способствует повышению уровня интереса к качеству продуктов. В Алтайском крае разработана и утверждена ведомственная целевая программа «Развитие пчеловодства в Алтайском крае на 2017–2019 годы», направленная на создание условий для устойчивого развития пчеловодства в регионе и наращивания уровня производства мёда, выведения его качественной продукции на международные рынки. Необходимо определение особых свойств алтайского мёда – спецификация – важная задача в практике охраны географического происхождения мёда. Главное требование спецификации продукта – определение методов, применяемых производителем для подтверждения происхождения продукта. Общеизвестно, что некоторые физико-химические показатели могут быть использованы для определения ботанического происхождения мёда (Von Der Ohe et al., 2004; Ivashevskaya et al., 2007), но они бесполезны для установления географического происхождения.

В мировой практике для идентификации мёда по географическому происхождению определяют спектр пыльцы по палинологическим данным (Maurizio, 1951; Louveaux et al., 1978; Moar, 1985; Ramalho et al., 1991; Anklam, 1998; Bogdanov, Martin, 2000; Ruoff, 2006; Salonen et al., 2009). Мелиссопалинологический метод анализа представляет собой важный инструмент, используемый при решении целого ряда задач, связанных с определением ботанического и географического происхождения мёда и других продуктов пчеловодства.

Результаты мелиссопалинологических исследований могут послужить надёжной основой для установления медоносной базы как отдельных регионов, так и всей страны в целом. На основании оценки посещаемости растений пчёлами составляют внушительные списки медоносов для отдельных территорий. Согласно литературным данным, количество медоносов в России исчисляется тысячами (Kurmanov, Ishbirdin, 2014). Однако сделать достоверные выводы о ресурсной роли и реальном вкладе отдельных растений в медосбор невозможно без проведения мелиссопалинологических исследований.

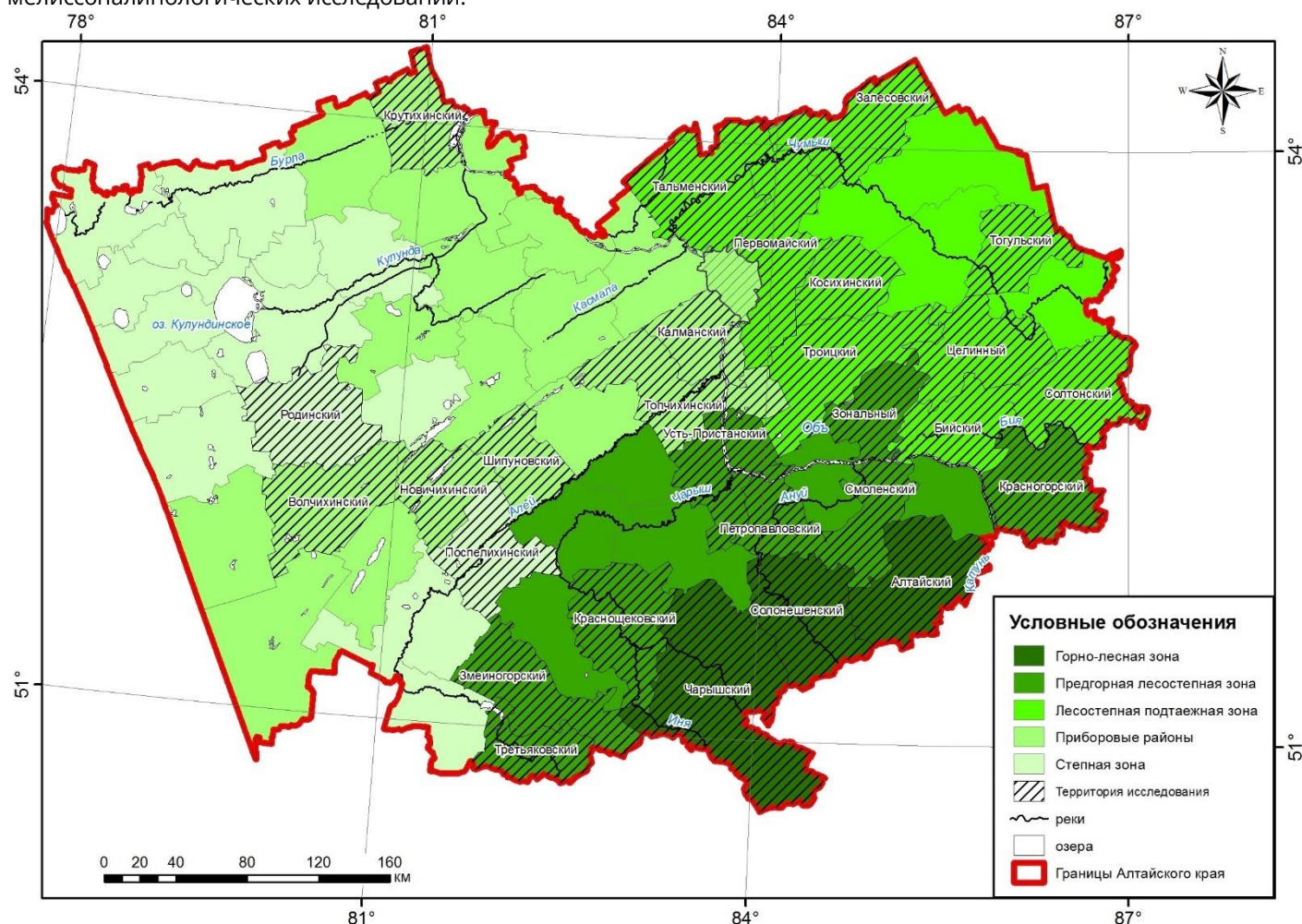


Рис. 1. Физико-географическое зонирование Алтайского края в зависимости от условий для пчеловодства по В. И. Верещагину (Vereshchagin, 1961) (с дополнениями авторов (Nenasheva et al., 2015)).

При проведении данного исследования авторы придерживались зонирования по В. И. Верещагину (Vereshchagin, 1961), согласно которому территория Алтайского края разделена на пять физико-географических зон в зависимости от

условий для пчеловодства: горно-лесную, предгорную лесостепную, лесостепную подтаежную, степную; в отдельную зону выделены районы, прилегающие к ленточным борам. На карте (рис. 1) штриховкой показаны районы, охваченные исследованиями в рамках реализации проекта, а также дополнительно исследованные. Территория исследования принадлежит зонам: горно-лесной (Чарышский, Солонешенский, Алтайский районы), предгорной лесостепной (Смоленский р-н), лесостепной подтаежной (Первомайский р-н).

Материалы и методы исследований

Мелиссопалинологические исследования проводились в соответствии с Национальным стандартом ГОСТ Р 54644-2011 «Мед натуральный» (ISC Р 54644-2011, 2012), ГОСТом 31769-2012 «Мед. Метод определения частоты встречаемости пыльцевых зерен» (ISC 31769-2012, 2014), рекомендациями CODEX STAN 12-1981 (Codex Standard ..., <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>) и Директивами Европейского Союза – COUNCIL DIRECTIVE 2001/110/EC (2002).

Объектом исследования явились меда и медоносные ресурсы территорий Алтайского, Первомайского, Смоленского, Солонешенского и Чарышского районов Алтайского края (Россия).

В вегетационный период 2015 г. была собрана пыльца 341 представителя видов растений, произрастающих на территории указанных районов, и изготовлены препараты рецентной пыльцы. 103 образца меда были получены в 2012 и 2015 гг. с 18 пастек, находящихся на территории исследуемых районов. При приготовлении препаратов рецентной пыльцы использовалась пыльца как со свежих, так и с гербаризированных растений. Пыльник помещали на предметное стекло, добавляли 2–3 капли 96%-го спирта и 2–3 капли дистиллированной воды и подогревали стекло до полного исчезновения влаги. После чего пыльник разрушали препаратной иглой, фиксировали пыльцу каплей 70%-го спирта, подкрашенного 1–2%-м фуксином, и заключали в глицерин-желатин (Handbook ..., 2004).

При приготовлении препаратов пыльцы из мёда для определения относительной частоты пыльцевых зерен в меде отбирали репрезентативную пробу массой не менее 200 грамм в соответствии с ГОСТ 31766-2012 (ISC 31766-2012, 2013). Подготовленный образец меда массой $10,0 \pm 0,1$ г растворяли в 20 см³ дистиллированной воды, нагретой до 40 °С. Полученный раствор центрифугировали в течение 10 минут (ускорение 1000 g), затем надосадочную жидкость осторожно сливали, а к полученному осадку добавляли 20 см³ дистиллированной воды и перемешивали. После этого полученную суспензию снова центрифугировали в течение 5 минут.

Вновь полученную надосадочную жидкость декантировали, центрифужную пробирку помещали на фильтровальную бумагу под углом 45° для удаления остатков жидкости. Полученный осадок тщательно перемешивали дозатором со сменным наконечником, переносили на предварительно разогретое до 40 °С предметное стекло и распределяли по площади 22 × 22 мм. Подсушенный осадок на предметном стекле покрывали покровным стеклом с нанесенной на него каплей разогретого глицерин-желатина для фиксации пыльцевых зерен и препарат снова подогревали в течение 5 минут при температуре не выше 40 °С. Препарат был готов к просмотру только после полного застывания глицеринового желатина.

Каждый препарат просматривался при помощи микроскопа *Axiostar plus* (для работы по методу проходящего света и флуоресценции при увеличении в 400, 600 раз). Для оценки содержания пыльцевых зерен в меде анализировались готовые препараты, увеличение было подобрано таким образом, чтобы в каждом поле зрения было счетное количество пыльцевых зерен. Те пыльцевые зерна, которые находились в перге, не учитывались. Поля зрения, в которых проводили подсчет, были равномерно распределены по рядам. Интервал между счетными полями зависел от плотности пыльцевых зерен. В каждом ряду насчитывалось не менее 100 пыльцевых зерен. Первые пять рядов были равномерно распределены по площади препарата. Сумма подсчитанных пыльцевых зерен составляла не менее 1000 для каждого образца меда.

Для идентификации пыльцы медоносных растений использовались эталонные препараты рецентной пыльцы, а также палинологические пособия, атласы и материалы международных палинологических баз данных (Hyde, Adams, 1959; Dzyuba, 2005; Krivtsov et al., 2007). Пыльцевые зерна дифференцировались, по возможности, до рода. При представлении результатов анализа относительно пыльцевых зерен видов растений, выделяющих нектар, указывали частоту встречаемости пыльцевых зерен относительно общего количества пыльцевых зерен всех видов. Число пыльцевых зерен определяемого вида медоноса рассчитывали в соответствии с ISC 31769-2012, 2014.

Статистический анализ данных проводили с помощью *XLSTAT 2014 Final Full Version*, которая является надстройкой *Microsoft Excel*. При проведении статистического анализа данных использовали агрегационную иерархическую кластеризацию (Agglomerative Hierarchical Clustering – АНЧ) и тернарные диаграммы (Ternary diagrams) (Jobson, 1992; Clustering and Classification, 1996; Everitt, 2001). Результаты АНЧ отображались в виде таблиц и/или дендрограмм, которые показывали постепенную группировку данных. Это дало возможность получить представление о подходящем количестве классов, в которые были сгруппированы данные.

Для анализа и визуализации полученных результатов использовали тернарные диаграммы в виде отображения в треугольнике множества точек, которые имеют свои координаты, с условием, что сумма координат постоянна. Ternary diagrams (инструмент в *XLSTAT*) позволяет быстро создать тернарную диаграмму, представляющую точки и проекционные линии, соединяющие каждую точку на каждой оси. При этом использовали следующий подход: проекция параллельна оси *A* на оси *B* и соответствует координате точки вдоль оси *B*, где *B* отмечена после поворота против часовой стрелки.

Результаты и их обсуждение

По результатам собственных наблюдений и анализа литературных данных (The identification manual ..., 2003), в районах исследования произрастает от 276 до 415 видов медоносных растений (табл. 1). На территории исследованных районов выявлено 506 видов-медоносов, из них нектароносов – 32, пыльценосов – 118, нектаро-пыльценосов – 356.

Таблица 1. Соотношение медоносов во флорах районов исследования

Районы	Общее кол-во видов растений	Кол-во медоносов	% медоносов от числа видов всей флоры
Первомайский	477	276	57,86
Алтайский	577	326	56,49
Смоленский	570	343	60,17
Солонешенский	679	364	53,61
Чарышский	931	415	44,57

Наиболее богаты видами-медоносами Чарышский и Солонешенский районы, однако в этих районах представленность медоносов на общем фоне флористического богатства меньше. В Чарышском и Солонешенском районах более разнообразные растительные сообщества, в которых произрастает больше видов, не являющиеся медоносами, по сравнению с другими районами. Медоносность многих видов, входящих в состав растительности горных ландшафтов, пока мало изучена.

Таблица 2. Соотношение групп медоносных растений по районам исследования (число видов, шт.)

Районы	Нектароносные	Пыльценовые	Нектаро-пыльценовые	Всего медоносов
Первомайский	18	78	180	276
Алтайский	23	87	216	326
Смоленский	21	91	231	343
Солонешенский	23	93	248	364
Чарышский	33	98	284	415

Анализ образцов меда изученных районов Алтайского края доказал, что пыльцевой состав меда отражает тип растительности той местности, где мед был собран. Исследованные образцы – это полифлорные и монофлорные меда. В изученных образцах была определена пыльца 25 семейств растений. Из 15 ведущих семейств преобладающими являются Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Polygonaceae, Rosaceae (табл. 3).

Таблица 3. Представленность пыльцы в изученных образцах по районам и семействам

Таксоны	Первомайский		Алтайский		Смоленский		Солонешенский		Чарышский	
	КЗ, шт.	ЧВ, %	КЗ, шт.	ЧВ, %	КЗ, шт.	ЧВ, %	КЗ, шт.	ЧВ, %	КЗ, шт.	ЧВ, %
Apiaceae	133	12,37	890	76,86	5	0,48	910	76,54	740	59,92
Asteraceae	36	3,35	120	10,36	71	6,84	43	3,62	60	4,86
Boraginaceae	-	-	-	-	2	0,19	-	-	-	-
Brassicaceae	171	15,91	80	6,91	376	36,23	122	10,26	148	11,98
Fabaceae	266	24,74	-	-	152	14,65	40	3,36	102	8,26
Phacelia (Hydrophyllaceae)	57	5,3	-	-	1	0,09	-	-	-	-
Lamiaceae	-	-	-	-	-	-	34	2,86	-	-
Liliaceae	-	-	-	-	-	-	4	0,34	-	-
*Pinaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,16
Fagopyrum (Polygonaceae)	304	28,28	-	-	277	26,69	1	0,08	20	1,62
Polemoniaceae	-	-	-	-	-	-	6	0,5	-	-
Ranunculaceae	13	1,21	-	-	67	6,45	-	-	-	-
Rosaceae	95	8,84	68	5,87	87	8,38	29	2,44	90	7,29
Tiliaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,08
Valerianaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	72	5,83
Итого:	1075	100	1158	100	1038	100	1189	100	1235	100

КЗ – общее количество учтенных пыльцевых зерен; ЧВ – частота встречаемости, * – пыльца хвойных растений.

С целью визуализации результатов оценок связей между составом пыльцы, обнаруженной в образцах меда из разных изученных пчеловодческих зон Алтайского края были построены тернарные диаграммы, для каждой из трех пар пчеловодческих зон. Анализ тернарных диаграмм, отражающих распределение семейств в паре лесостепной подтаежной и предгорной лесостепной зонах (рис. 2), показал, что преобладают семейства Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Polygonaceae, в то время как в паре лесостепной подтаежной и горно-лесной зонах (рис. 3) доминируют Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Polygonaceae. В образцах меда из пары предгорной лесостепной и горно-лесной зон преобладает пыльца семейств Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Asteraceae, Rosaceae (рис. 4).

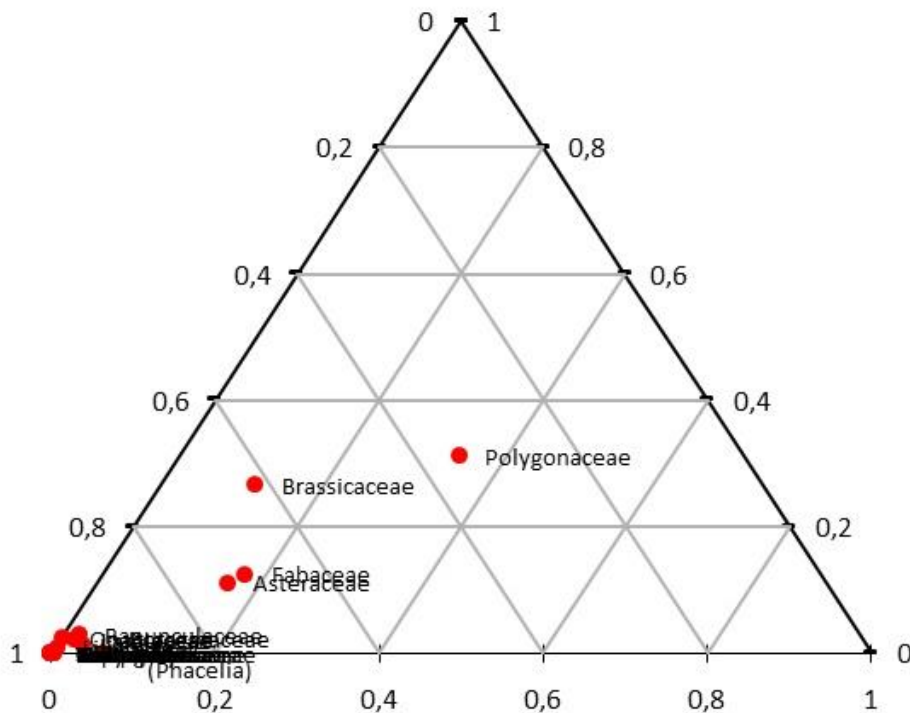


Рис. 2. Тернарная диаграмма распределения пыльцы растений различных семейств, определенной в образцах меда из лесостепной подтаежной и предгорной лесостепной зон.

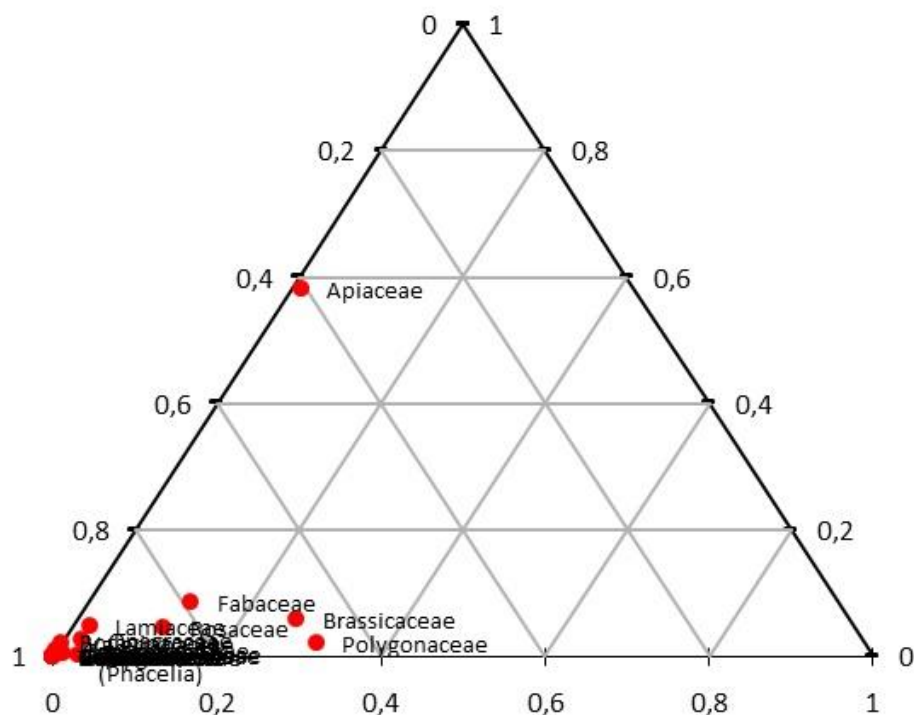


Рис. 3. Тернарная диаграмма распределения пыльцы растений различных семейств, определенной в образцах меда из лесостепной подтаежной и горно-лесной зон.

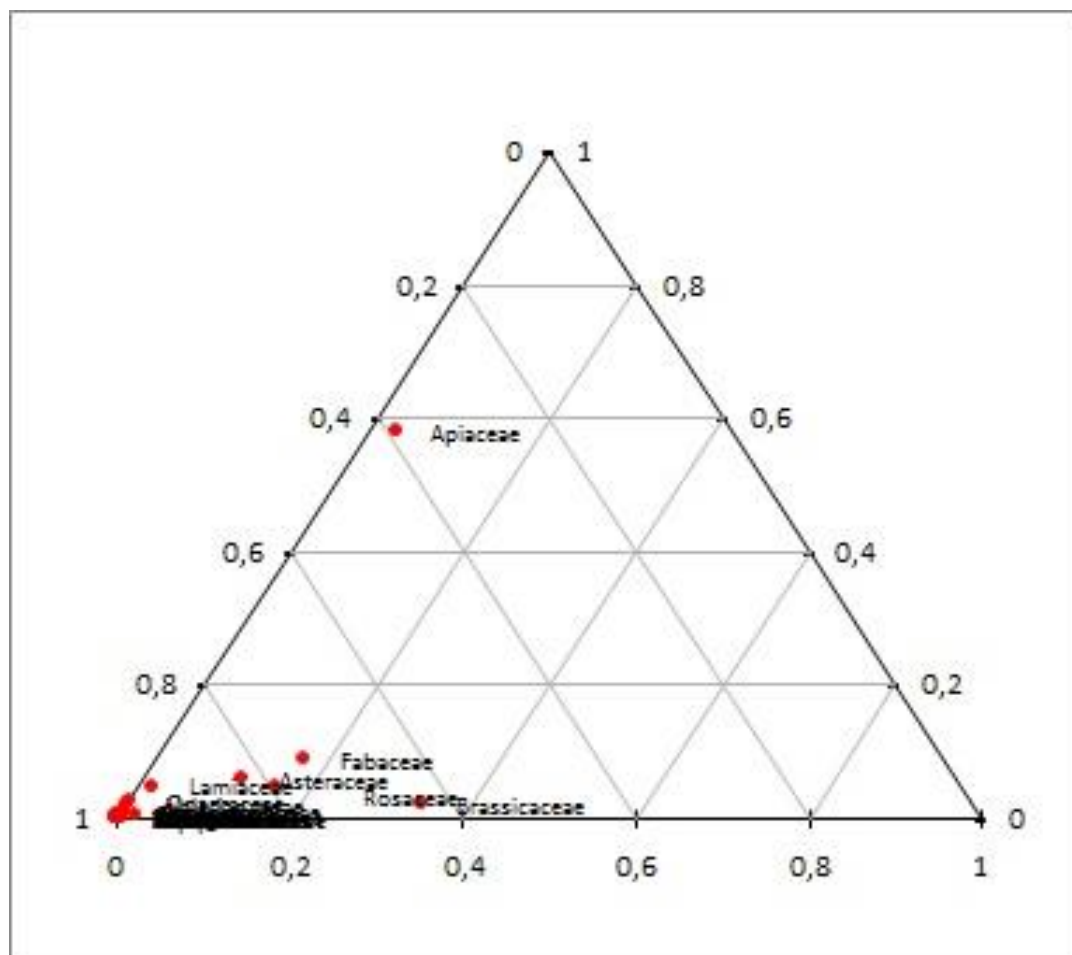


Рис. 4. Тернарная диаграмма распределения пыльцы растений различных семейств, определенной в образцах меда из предгорной лесостепной и горно-лесной зон.

Комбинированное использование результатов мелиссопалинологического анализа мёдов и агломерационной иерархической кластеризации (Agglomerative Hierarchical Clustering – АНЧ) показало возможность надежного определения ботанического и географического происхождения мёдов на северо-западе Испании, в Судане, Алжире, Финляндии и ряде других регионов (Corbella, Cozzolino, 2008; Salonen et al., 2009; Moussa et al., 2012; El-Nebir et al., 2013; Escuredo et al., 2012) и их палинологической аутентичности.

Агломерационная иерархическая кластеризация была применена к полученным нами данным мелиссопалинологических исследований мёдов из модельных районов Алтайского края. Выбранными параметрами при статистическом анализе были: Proximity Type – Dissimilarities, Euclidean distance и Ward's method как метод агломерации. Число классов было от 2 до 5, при этом рассчитывались: descriptive statistics, proximity matrix, results in the original space, node statistics, centroids, central objects, results by class, results by objects. Следует отметить, что предварительно используемые результаты мелиссопалинологического анализа были откалиброваны.

По результатам АНЧ во всех исследованных районах было выделено по пять классов таксонов, идентифицированных в мёдовых образцах, при этом центральными объектами при выделении классов в большинстве случаев были одни и те же таксоны: семейства Asteraceae, Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Polygonaceae, Rosaceae. Пыльца таксонов пяти доминирующих семейств (центральных объектов) по отдельности составляла от 1,8 до 52,9 % пыльцы, идентифицируемой в анализируемых образцах меда, а в сумме до 73,5 % от общего количества пыльцы во всех образцах.

Суммарный вклад центральных таксонов, относящихся к восьми семействам, в общее количество пыльцы, идентифицированной в образцах для пяти районов, колебался от 69,9 до 97,4 %. Остальные анализируемые таксоны (не центральные) также распределялись по классам, тем самым увеличивая вклад данного класса в общее количество определенной пыльцы.

В качестве примера приведены результаты для Первомайского района (рис. 5), относящегося к лесостепной зоне. Центральными объектами (таксонами) для выделенных пяти классов стали следующие семейства: Rosaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Polygonaceae, в сумме определившие 69,9 % пыльцы, идентифицируемой в образцах. Появление семейства Polygonaceae как центрального объекта (таксона) для отдельно выделенного класса, представленного пыльцой только этого семейства и определившего порядка 1/3 пыльцы от всего количества пыльцы, идентифицированной для данного района, связано с его значительным (в площадном отношении) распространением на территории анализируемого административного района.

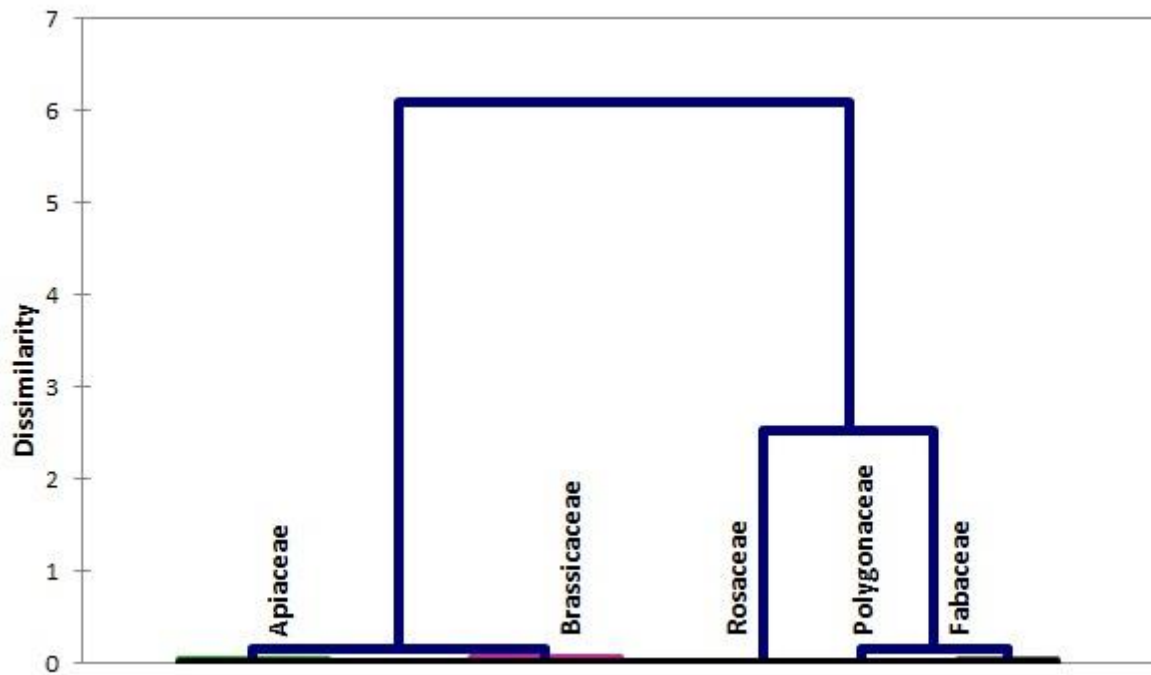


Рис. 5. Дендрограмма таксонов, определенных в образце меда из Первомайского р-на (подписаны только центральные объекты – классы).

В Смоленском р-не центральными объектами (таксонами) для выделенных на основе АНС анализа классов стали семейства Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Rosaceae, Polygonaceae (рис. 6), суммарное содержание определенной пыльцы которых составило 81,5 %.

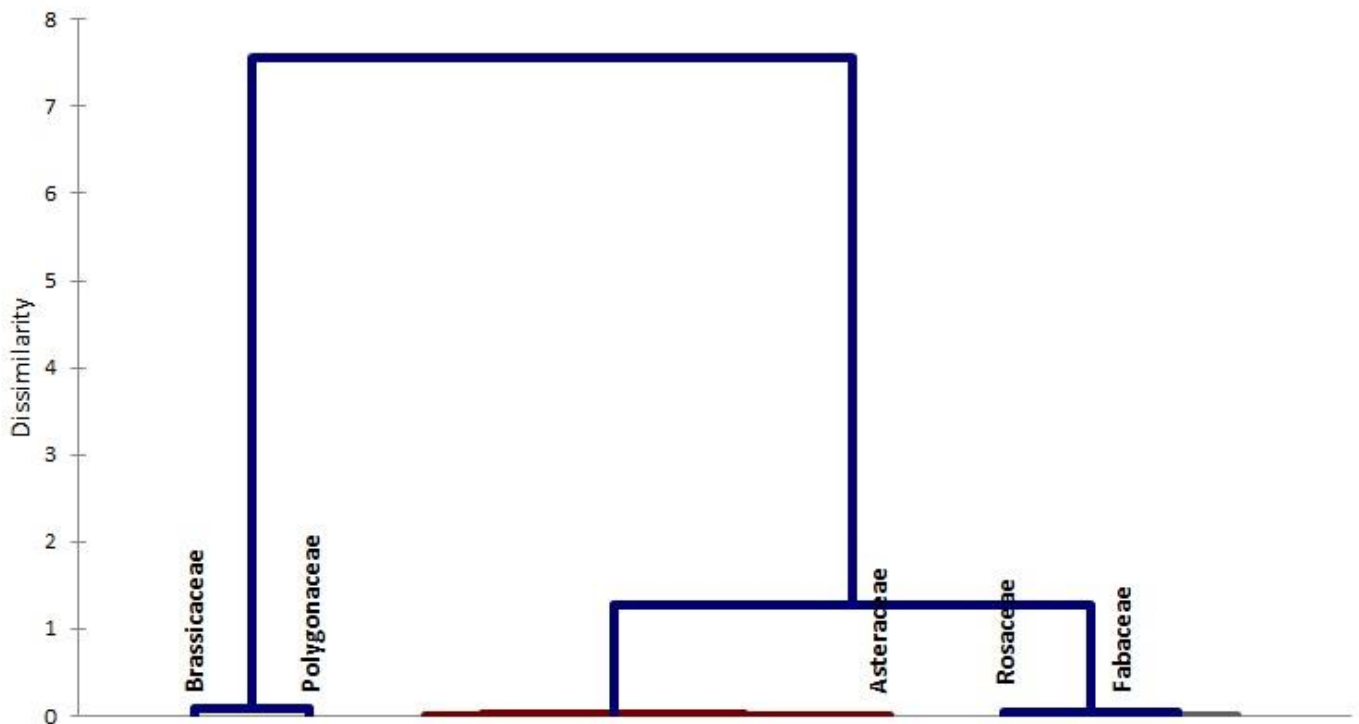


Рис. 6. Дендрограмма таксонов, определенных в образце меда из Смоленского района (подписаны только центральные объекты – классы).

Анализ дендрограмм для Алтайского, Солонешенского и Чарышского районов, показал, что ведущими таксонами для данной зоны являются семейства Asteraceae, Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Rosaceae, так же, как и для каждого района в отдельности. Суммарный вклад таксонов, формирующих центральные объекты превышал 85 % от общего количества пыльцы, выделенной из образцов меда.

Применение АНС метода в анализе мелиссопалинологических данных позволило выделить для каждого района в отдельности и для природных зон по пять классов таксонов, формирующих пыльцевой состав мёдов. При этом были определены центральные объекты (таксоны), определяющие формирование классов, а также рассчитан их вклад в формирование пыльцевых спектров, определяемых в образцах мёда. Остальные таксоны, формирующие пыльцевой состав, также были отнесены к одному из 5 классов на основе применения АНС анализа.

Применение агломерационной иерархической кластеризации к результатам мелиссопалинологического анализа образцов мёда Алтайского края, отобранных в ходе выполнения исследований в Алтайском, Первомайском, Смоленском, Солонешенском и Чарышском районах, позволило предложить критерии палинологической аутентичности для лесостепной подтаежной, предгорной лесостепной и горно-лесной зон Алтайского края.

Мёда лесостепной подтаежной зоны на основе выявленных центральных таксонов, должны как минимум содержать пыльцу семейств *Apiaceae*, *Rosaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Polygonaceae* в процентном выражении, представленном в табл. 4.

Таблица 4. Минимальный вклад основных таксонов в пыльцевой спектр мёдов лесостепной подтаежной, предгорной лесостепной и горно-лесной зон (%)

Таксон	Лесостепная подтаежная зона	Предгорная лесостепная зона Вклад, %	Горно-лесная зона
<i>Rosaceae</i>	≥ 8	≥ 8	≥ 5
<i>Asteraceae</i>	≥ 4	≥ 6	≥ 8
<i>Brassicaceae</i>	≥ 11	≥ 20	≥ 3
<i>Fabaceae</i>	≥ 17	≥ 12	≥ 8
<i>Polygonaceae</i>	≥ 34	≥ 21	±
<i>Apiaceae</i>	≥ 12	±	≥ 50

± – необязательное наличие

Для предгорной лесостепной зоны должны определяться те же таксоны, что и для лесостепной подтаежной зоны с преобладанием *Brassicaceae* и *Polygonaceae*. Для горно-лесной зоны необходимо присутствие в образцах мёда тех же таксонов, что и для двух первых зон, а наличие пыльцы растений семейства *Polygonaceae* возможно, но не обязательно. Характерной особенностью этой зоны является необходимое наличие значительного количества (более 50 %) пыльцы семейства *Apiaceae*. Полученные результаты позволили количественно представить минимальные пороговые значения для мёдов из лесостепной подтаежной, предгорной лесостепной и горно-лесной зон пяти административных районов Алтайского края, которые определяют палинологическую аутентичность мёдов исследуемых территорий.

Полученные в исследовании данные могут быть учтены в разрабатываемом региональном мелиссопалинологическом стандарте, а именно, значениях минимального вклада основных таксонов в пыльцевой спектр мёдов исследуемых лесостепной подтаежной, предгорной лесостепной и горно-лесной зон, что позволит ввести критерии, определяющие региональные виды мёдов.

Стоит отметить, что для разработки всеобъемлющего (полноценного) регионального нормативного документа необходимо дополнительно провести мелиссопалинологические исследования и остальных приборовых районов и степной зоны на территории Алтайского края. При этом обязательно нужно определять не только доминирующие таксоны, как регламентирует ГОСТ, но и все остальные, поскольку именно сочетание выделенных таксонов в пыльцевых спектрах мёдов позволят определять его аутентичность.

Заключение

Проведенные мелиссопалинологические исследования показали, что дополнительное применение методов статистического анализа позволяет выделить для каждой из зон исследования ведущие таксоны медоносных растений, которые формируют пыльцевой состав мёдов, и определить их минимальные пороговые значения, что можно использовать для установления аутентичности мёдов алтайского края.

Благодарности

Исследования проведены при поддержке РФФИ (грант №17-45-220334 p_a).

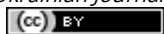
References

- Anklam, E. (1998). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63(4), 549–562.
- Clustering and Classification (1996). P. Arabie, L.J. Hubert, G.De Soete (Eds.). World Scientific Publ., River Edge, NJ.
- Bogdanov, S., Martin, P. (2002). Honey authenticity. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, 93, 232–254.

- Codex Standard for Honey 12-1981. Codex Alimentarius. Retrieved from: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%252BTAN%252B12-1981%252Fcxs_012e.pdf/ Accessed on 25.09.2017
- Corbella, E., Cozzolino, D. (2008). Combining multivariate analysis and pollen count to classify honey samples accordingly to different botanical origins. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 68(1), 102–107.
- Council Directive 2001/110/EC. (2002). Introduced of 20 December 2001 relating to honey. *Official Journal of the European Communities*, 12.1, 47–52. Retrieved from: <http://www.ihc-platform.net/honeydirective2001.pdf/> Accessed on 25.09.2017
- Dzyuba, O.F. (2005). Atlas of pollen grains (unacetolized and acetolized), most common in the air basin of Eastern Europe. Moscow (in Russian).
- El-Nebir, M.A., El-Niweiri, M., Abdel Magid, T.D. (2013). Identification of botanical origin and potential importance of vegetation types for honey production in the Sudan. *Jour. of natural resources and environmental studies*, 1(2), 13–18.
- Escuredo, O., Fernández-González, M., Seijo, M.C. (2012). Differentiation of Blossom Honey and Honeydew Honey from Northwest Spain. *Agriculture*, 2, 25–37.
- Everitt, B.S., Landau, S., Leese, M. (2001). Cluster analysis. London: Arnold, 237.
- Handbook of botanical microtechnology. Bases and methods. (2004). R.P. Barykina, T.D. Veselova, A.G. Devyatov, Kh.Kh. Dzhililova, G.M. Il'ina, N.V. Chubatova (Eds.). Moscow: Publishing house of the Moscow University (in Russian).
- Hyde, H.A., Adams, K.P. (1959). An atlas of Airborne Pollen Grains. London.
- ISC 31766-2012. (2013). Monofloric honeys. Specifications. Introduced 2013-07-01. Moscow: Standartinform (in Russian).
- ISC 31769-2012. (2014). Honey. Determination of the relative frequency of pollen. Introduced 2013-07-01. Moscow: Standartinform (in Russian).
- ISC P 54644-2011. (2012). Honey natural. Specification. Introduced. 2013-01-01. Moscow: Standartinform (in Russian).
- Ivashevskaya, E.B., Lebedev, V.I., Ryazanov, O.A., Pozdnyakovskiy, V.M. (2007). Expertise of beekeeping products. Quality and safety. Novosibirsk: Siberian University Publishing House (in Russian).
- Jobson, J.D. (1992). Applied Multivariate Data Analysis. Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag., II, 483–568.
- Krivtsov, N.I., Savin, A.P., Polevova, S.V., Bilash, N.G., Dokunin, Yu.V. (2007). Nectariferous plants of the Ryazan region and their pollen. Ryazan (in Russian).
- Kurmanov, R.G., Ishbirdin, A.R. (2014). Melissopalynology. Ufa: Bashkirskiy gosudarstvennyy universitet (in Russian).
- Louveaux, J., Maurizio, A., Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59(4), 139–157.
- Maurizio, A. (1951). Pollen analysis of honey. *Bee World*, 32(1), 1–5.
- Moar, N.T. (1985). Pollen analysis of New Zealand honey. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 28(1), 39–70.
- Moussa, A., Noureddine, D., Saad, A., Abdelmalek, M., Salima, B. (2012). The Influence of Botanical Origin and Physico-chemical Parameters on the Antifungal Activity of Algerian Honey. *Plant Pathology & Microbiology*, 3(5), 132.
- Nenasheva, G.I., Malygina, N.S., Ivanova, M.S., Ryabchinskaya, N.A. (2015). Normative and methodological aspects of melissopalaminological studies of honey. *Bulletin of the Altai Science*, 3, 404–409 (in Russian).
- Ramalho, M., Guibu, L. S., Giannini, T. C., Kleinert-Giovannini, A., Imperatriz-Fonseca, V. L. (1991). Characterization of some southern Brazilian honey and bee plants through pollen analysis. *Journal of Apicultural Research*, 30(2), 81–86.
- Ruoff, K. (2006). Authentication of the botanical origin of honey. Helsinki.
- Salonen, A., Ollikka, T., Grönlund, E., Ruottinen, L., Julkunen-Tiitto, R. (2009). Pollen analyses of honey from Finlandm. *Grana*, 48(4), 281–289.
- The identification manual of plants of the Altai Territory (2003). Novosibirsk: Novosibirsk: Publishing house of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Geo branch.
- Vereshchagin, V.I. (1961). Honey plants of the Altai Territory. Barnaul: The Altai Book Publishers (in Russian).
- Von der Ohe, W., Persano Oddo, L., Piana, M.L., Morlot, M., Martin, P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35, 18–25.

Citation:

Nenasheva, G.I., Ivanova, M.S., Malygina, N.S., Kopytina, T.M. (2017). Palynological characteristic of honey from Altai Territory. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), 56–64.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License
