

УДК 638.1 (075.32)

Р. В. Кайгородов^{a,b}, И. Н. Карташова^a

^a Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

^b Тобольская комплексная научная станция УРО РАН, Тобольск, Россия

ДИНАМИКА МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПРОПОЛИСА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

Проведено изучение минерального состава прополиса разного ботанического происхождения и оценка изменений минерального состава сырья, продуктов и отходов переработки с использованием разных типов экстракции. В лабораторных условиях воспроизведена схема промышленной переработки. Объекты исследований – образцы прополиса умеренной зоны с деревьев рода тополь (*Populus* L.), продукты и отходы экстракции сырья прополиса. Минеральный состав прополиса и продуктов его переработки анализировали методом оптической эмиссионной спектрометрии и индуктивно связанной плазмы. Установлены различия минерального состава прополиса с т. дрожащего (*P. tremula* L.) и т. черного (*P. nigra* L.). В качестве экстрагирующих веществ исследованы: вода, водный раствор нитрата аммония одномолярный, 30-, 70- и 96%-ный этиловый спирт. Установлены различия в содержании водорастворимых, обменных и спирторастворимых фракций минеральных элементов в жидких экстрактах и валовое содержание элементов в прополисе и остатках после разных способов экстрагирования биологически активных веществ. Показана возможность извлечения микроэлементов из прополиса и остатков его переработки путем использования разных экстрагирующих веществ с целью регуляции минерального состава получаемых продуктов. Предложен способ очистки сырья прополиса от токсичных элементов: свинца и кадмия, основанный на ионно-обменных процессах с использованием экстракции раствором нитрата аммония.

Ключевые слова: прополис нативный; минеральные элементы; тяжелые металлы; продукты переработки; отходы переработки; очистка сырья.

R. V. Kaigorodov^{a,b}, I. N. Kartashova^a

^a Perm State University, Perm, Russian Federation

^b Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the RAS, Tobolsk, Russian Federation

DYNAMICS OF MINERAL COMPOSITION OF PROPOLIS AT ITS INDUSTRIAL PROCESSING

The aim this study was analysis of mineral content of propolis with different botanical origin and this dynamics by industrial processing. In laboratory experiment was the scheme of industrial processing of propolis is reproduced. The samples of propolis from temperate zone collected from a poplar trees (*Populus* L.), propolis extracts and this waste were evaluated. Mineral composition was using optical emission spectroscopy with inductively coupled plasma (ICP OES) determined. The influence of botanical origin of propolis was established. Propolis from *Populus nigra* L. differed in higher mineral content, than propolis from a *Populus tremula* L. As the extracting substances were used the water distilled, 1 M solution of nitrate of ammonium and ethanol (30, 70 and 96%). It is revealed that the mineral composition of different fraction: water-soluble, salt-soluble, ethanolic-soluble of propolis extracts depends from type of extraction. It was showed that mineral content of propolis extract can be change using different extraction methods. The way of cleaning of raw materials of propolis of toxic elements lead and cadmium is offered based on ion-exchange processes with extraction using the ammonium nitrate solution. The received results can be used for optimization of industrial processing of propolis.

Key words: propolis; mineral content; heavy metals; processing products; processing waste; cleaning of raw propolis.

Пчелиный прополис выступает важным источником биологически активных веществ растительного происхождения [Bankova, De Castro, Marcucci, 2000].

Наиболее распространенными способами извлечения биологически активных веществ прополиса являются водная, спиртовая и водно-спиртовая экстракции. Водорастворимые и спирторастворимые компоненты прополиса обладают высокой биологической активностью и представляют наибольший интерес для косметической, пищевой и фармацевтической промышленности [Вахонина, 2011; Greenaway, Scaysbrook, Whatley, 1990; Marcucci, 1995; Bankova, De Castro, Marcucci, 2000].

Основными действующими компонентами прополиса, представляющими промышленное значение, выступают органические соединения: флавоноиды, аминокислоты, сложные эфиры, ферменты, сахара и др. [Marcucci, 1995]. В процессе экстракции с использованием разных технологий из нативного прополиса извлекаются биологически активные и прочие полезные вещества органической природы, а в остатке прополиса после экстракции происходит относительное концентрирование гидрофильных минеральных веществ.

Состав минеральных соединений прополиса и остатков его переработки изучен крайне слабо. Известно, что в прополисе преимущественно содержатся K, Ca, P, Na, Mg, S, Cl, Al, Fe, V, Mn, Zn, Cu, Si, Sr, Se, F, Co [Ghisalberti, 1974; Walker, Crane, 1987; Greenaway, Scaysbrook, Whatley, 1990; Marcucci, 1995; Burdock, 1998; Bankova, De Castro, Marcucci, 2000]. Вследствие высокого содержания жироподобных веществ и восков прополис обладает способностью к повышенному накоплению тяжелых металлов – свинца, кадмия [Bogdanov, 1988; Fleche et al., 1997; Bogdanov, Kilchenmann, Imdorf, 1998].

Исследования направлены, как правило, на определение общего содержания макро-, микро- и токсичных элементов в прополисе. Формы нахождения химических элементов, закономерности формирования состава и свойств минеральных и органоминеральных компонентов в продуктах пчеловодства, изменение минерального состава исходных компонентов продукции пчеловодства при их преобразовании пчелами, при дальнейшей промышленной переработке остаются в настоящее время не изученными.

Особого внимания заслуживает проблема накопления в прополисе токсичных элементов, главным образом, свинца и кадмия, поступающих в прополис из атмосферы, пчеловодческого инвентаря и препаратов [Finger et al., 2014; Fleche et al., 1997]. Определенная часть сырья прополиса не отвечает требованиям безопасности, необходимым при производстве лекарственных и косметических средств [Fleche et al., 1997]. В условиях возрастающего дефицита сырья прополиса необходима разработка технологий по удалению токсичных элементов в процессе подготовки сырья к переработке.

Цель настоящего исследования – изучение ди-

намики минерального состава в ходе промышленной переработки прополиса с использованием разных экстрагирующих веществ. Изучалось изменение содержания питательных и токсичных элементов в продуктах (экстрактах) и остатках переработки прополиса.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследований послужили образцы прополиса нативного (свежее сырье) из Пермского края, собранных с растений рода тополь: тополь черный, тополь дрожащий, а также продукты и отходы разных стадий промышленной переработки прополиса.

Нативный прополис разного ботанического происхождения

Изучено два типа прополиса с разным ботаническим происхождением:

- прополис с тополя черного – *Populus nigra* L.;
- прополис с тополя дрожащего (осина) – *Populus tremula* L.

Географическое происхождение обоих ботанических типов образцов – Пермский край: таежная и подтаежная ландшафтные зоны. Отбор образцов проводили на пасеках Чайковского, Пермского, Александровского, Карагайского муниципальных р-нов в июле 2015 г. Образцы, отобранные авторами на территориях крупных населенных пунктов (г. Пермь, Чайковский, Александровск), имели преимущественно происхождение с тополя черного. Образцы, собранные с пасек, расположенных за территорией городов, имели происхождение с осины (тополя дрожащего).

Остатки прополиса после экстракции

Исследованы остатки прополиса после водной, водно-спиртовой экстракции и глубокой переработки (после 4-кратной водно-спиртовой экстракции).

Фракции ступенчатой переработки прополиса

Исследованы образцы, полученные разными способами экстрагирования, проб прополиса тополиного (Пермский край): водная, солевая, спиртовая, водно-спиртовая экстракции.

В лабораторном эксперименте была воспроизведена схема промышленной переработки прополиса.

Схема экстрагирования прополиса в лабораторных условиях:

1. Водная экстракция: навеску нативного прополиса 5.0 г кипятили в четырех порциях дистиллированной воды по 25 мл в течение 60 мин. для каждой порции. Полученную суспензию

фильтровали через складчатый фильтр с диаметром пор 4–7 мкм. Жидкую фазу (водная суспензия с размерами частиц менее 7 мкм) объединяли в единую пробу в мерной колбе на 100 мл и использовали для определения состава. Затем твердый остаток (осадок с размерами частиц более 7 мкм) подвергали спиртовой экстракции (см. водно-спиртовая экстракция).

2. Водно-спиртовая экстракция: твердый остаток водной экстракции обрабатывали четырьмя порциями этанола (30%) по 25 мл в течение 60 мин. для каждой порции на автоматическом шейкере. Жидкую фазу объединяли в единую пробу в мерной колбе на 100 мл. В твердом остатке определяли валовое содержание элементов. Из жидкой фазы отгоняли спирт и в твердом остатке определяли валовое содержание элементов.

3. Спиртовая экстракция: пробы нативного прополиса по 5.0 г экстрагировали с использованием

96- и 70%-ного этанола. Экстрагирование проводили порциями по 25 мл в течение 60 мин. для каждой порции на автоматическом шейкере и объединяли жидкие фазы в мерных колбах на 100 мл (для анализа не использовали). Анализ химического состава проводили в твердых остатках прополиса.

4. Солевая экстракция: для определения элементов, адсорбированных на коллоидных частицах прополиса и входящих в состав солерастворимых веществ, проводили экстракцию прополиса (навеска 5.0 г) 1 М раствором NH_4NO_3 порциями по 25 мл в течение 60 мин. для каждой порции на автоматическом шейкере. Жидкую фазу объединяли в мерной колбе на 100 мл. Определение состава проводили в жидкой и твердой фазах.

Содержание элементов определялось как в жидких, так и в твердых фракциях экстрактов по следующей схеме (табл. 1).

Таблица 1

Схема исследования химического состава прополиса

Происхождение пробы	Экстракция	Анализируемая фаза	Испытуемая минеральная фракция
Россия, Пермский край (тополь черный, т. дрожачий)	Водная	Жидкая	Водорастворимая
	Водно-спиртовая (30%-ный этанол после водной экстракции)	Жидкая, твердая	Спирторастворимая, валовая
	Спиртовая 70- и 96%-ный этанол	Жидкая, твердая	Валовая
	Солевая	Жидкая, твердая	Обменная, валовая

Лабораторный эксперимент по переработке прополиса осуществлялся на базе лаборатории почвенных ресурсов и качества биологической продукции кафедры физиологии растений и микроорганизмов биологического факультета.

Определение минеральных элементов

Содержание макро-, микро- и токсичных элементов в прополисе и продуктах экстракции (жидкая, твердая фаза) определяли методом оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на приборе Perkin Elmer 7000 RL с использованием мультиэлементного стандартного раствора Merck IV (23 элемента). Нижний предел обнаружения элементов составлял 0.3 мг/кг. Пробы анализировали в 4-кратной повторности. Исследования проводили на базе лаборатории экотоксикологии Тобольской комплексной научной станции УрО РАН (г. Тобольск).

Статистическая обработка данных

Для математической обработки результатов использовали статистическую программу SigmaPlot 11.0. Определяли характер распределения, точность опыта, рассчитывали средние величины, стандартное отклонение, критерии Стьюдента и Фишера.

Результаты и их обсуждение

Минеральный состав прополиса разного ботанического происхождения. Исследованные образцы прополиса разного ботанического происхождения (тополь черный и тополь дрожачий) существенно отличались друг от друга по содержанию минеральных элементов (табл. 2). Прополис с тополя черного имел повышенное содержание большинства химических элементов по сравнению с прополисом с тополя дрожачего, за исключением натрия и хрома. Достоверность различий подтверждается величиной НСР_{05} (наименьшая существенная разница на 5%-ном уровне значимости). Количество кобальта и никеля в пробах прополиса нативного обоих типов достоверно не отличалось.

Содержание свинца в исследованном прополисе с тополя черного и тополя дрожачего существенно превышало уровни, допустимые согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 и «Единым санитарно-гигиеническим требованиям таможенного союза». В странах ЕС содержание тяжелых металлов в прополисе нормируется согласно требованиям Европейской фармакопеи для сырья фармацевтической промышленности растительного происхождения. Согласно европейским нормативам, исследованный прополис с тополя имеет недопустимо вы-

сокое содержание свинца и кадмия. Прополис с тополя дрожашего, напротив, соответствует требованиям ЕС по содержанию этих элементов.

Таблица 2

Содержание минеральных элементов в прополисе нативном разного ботанического происхождения и в остатках после экстракции, мг/кг

Элемент	Нативный прополис (ботаническое происхождение)		Нормативные требования
	Тополь черный n = 13	Тополь дрожаший n = 13	
Al	252.50	201.80	--
Ca	701.00	616.80	--
Fe	403.90	258.90	--
K	431.10	302.90	--
Mg	165.60	143.10	--
Na	203.60	249.10	--
Co	1.76	1.40	--
Cr	2.57	3.55	--
Cu	11.32	8.17	--
Mn	15.51	10.65	--
Ni	6.51	5.33	--
Zn	94.18	16.10	--
Cd	0.22	0.16	1.0*
Pb	11.81**	3.40**	1.0*

Примечание. n – количество проб; * - допустимый уровень согласно СанПиН 2.3.21078-01; ** - превышение ПДК; ± – стандартное отклонение, -- - не нормируется.

Динамика минерального состава прополиса в ходе промышленного выделения действующих веществ. Изучено изменение минерального состава прополиса в процессе выделения действующих веществ, согласно схеме технологической переработки. Содержание химических элементов в

остатках прополиса после экстракции (твердая фаза) и экстрактах (жидкая фаза) прополиса представлено в табл. 3 и 4. Изменения состава продуктов и остатков экстракции оценивали по повышению или понижению содержания элемента относительно сырья (прополиса нативного).

Таблица 3

Состав остатков (твердая фаза) прополиса после разных типов экстракции

Способ экстракции	Тип прополиса	Содержание минеральных элементов, мг/кг									
		Al	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Na	Ni	Pb	Zn
Нативный (до экстракции)	Т. черный	140	380	13.6	183	114	11.2	74	8.1	5.6	27
	Т. дрожаший	96	331	12.3	99	115	89	89	8.0	4.2	13.4
Водно-спиртовая (30%-ный этанол)	Т. черный	178	82	15	204	32	3.5	19	10	4.3	8.5
	Т. дрожаший	109	42	12	92	17	3.4	26	9.6	1.8	3.3
Спиртовая (70%-ный спирт)	Т. черный	271	1655	24	398	467	40	30	15	9.5	70
	Т. дрожаший	160	814	15	193	192	43	38	11	5.6	85
Спиртовая (96%-ный спирт)	Т. черный	377	2185	20	492	694	58	135	12	13	89
	Т. дрожаший	202	902	14	277	297	55	100	11	5.1	42
Солевая (1M NaNO ₃)	Т. черный	127	368	14	159	77	8.3	26	10	6.1	17
	Т. дрожаший	93	189	12	110	58	11	19	8.1	1.5	17

Таблица 4

Состав экстрактов (жидкая фаза) прополиса после разных типов экстракции

Способ экстракции	Тип прополиса	Элемент									
		Al	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Na	Ni	Pb	Zn
Водная (суспензия)	Т. черный	180	6850	16	384	1890	172	1610	13	17	412
	Т. дрожаший	257	3000	20	521	1110	143	1188	16	9.2	316
Водно-спиртовая (30%-ный этанол)	Т. черный	24	32	9	88	134	2.0	89	5.3	1.8	5.4
	Т. дрожаший	24	32	10	89	139	2.0	77	4.6	1.1	5.7
Солевая (1M NaNO ₃)	Т. черный	4.6	371	1.9	1.7	152	11	137	1.4	0.7	13
	Т. дрожаший	2.4	158	1.7	0.7	52	8.0	97	1.4	0.42	6.8

В прополисе (твердые остатки) после водно-спиртовой экстракции существенно снижается содержание большинства элементов, что свидетельствует об их переходе в водную фазу. В водном

экстракте (суспензии) наблюдалось повышение содержания большинства элементов. После экстрагирования 70%-ным этанолом часть элементов (K, Na, Mn) из-за присутствия в растворителе водной

фазы (30%) извлекается в экстракт, другая часть концентрируется в твердом остатке прополиса.

При обработке прополиса 96%-ным спиртом в остатке прополиса повышается содержание большинства элементов, в водно-спиртовом экстракте одновременно наблюдается уменьшение концентрации многих элементов, что связано с извлечением 96%-ным спиртом гидрофобных органических компонентов прополиса (фенольные соединения, воски, смолы) в жидкую фазу и с относительным концентрированием минеральных компонентов в твердой фазе остатка.

Солевая экстракция прополиса в промышленной переработке прополиса не используется, но может представлять интерес для извлечения обменных катионов, входящих в состав коллоидов прополиса. Наши исследования показали, что при обработке прополиса 1-молярным раствором аммонийной селитры наблюдается выделение в раствор обменных катионов натрия, магния и свинца. Остальные катионы металлов ведут себя неоднозначно, что может быть связано с образованием промежуточных комплексных соединений, и требуются дополнительные исследования обменной способности коллоидов прополиса. Солевая экстракция прополиса может быть

направлена на удаление свинца перед дальнейшей промышленной переработкой для получения безопасных продуктов.

Таким образом, в процессе экстракции содержание и соотношение минеральных элементов в экстрактах и остатках прополиса существенно меняется. Динамика минерального состава прополиса в ходе промышленной переработки зависит от природных свойств нативного прополиса, т.е. от его происхождения и свойств (концентрация, формы нахождения элементов), а также от характера экстрагирующего вещества и от способа экстракции.

При извлечении гидрофобных органических компонентов 96%-ным спиртом в остатке прополиса (твердая фаза) увеличивается доля минеральных веществ. Разбавленный (70%-ный) спирт позволяет экстрагировать, помимо органических компонентов, часть минеральных соединений, что является важным для производства биологически активных добавок.

Минеральный состав отходов прополиса после экстракции. Результаты исследований (табл. 5) показали существенные различия минерального состава остатков прополиса с разной степенью переработки.

Таблица 5

Минеральный состав отходов прополиса после разной глубины переработки

Элемент	Отходы после водной экстракции, n = 5	Отходы после водно-спиртовой экстракции (шрот), n = 5
Al	1068.6±111.70	1458.3±357.90
Ca	1456.0±32.80	2173.4±546.10
Fe	1815.7±90.70	2238±509.10
K	284.7±43.20	365.9±75.50
Mg	394.4±61.30	411.6±106.40
Na	282.9±33.40	281.6±61.40
B	2.61±0.38	4.09±1.35
Co	2.26±0.28	2.28±0.34
Cr	8.92±2.38	13.67±5.28
Cu	15.90±2.01	20.13±3.49
Mn	26.83±3.26	27.95±7.47
Ni	12.88±1.99	15.05±3.16
Zn	122.3±11.80	147.5±33.60
Cd	0.38±0.05	0.39±0.07
Pb	22.43±3.55	39.28±11.36

Отходы прополиса после водной экстракции имеют пониженное содержание большинства минеральных элементов по сравнению с остатками прополиса после дополнительного водно-спиртового извлечения веществ. Количественные различия минерального состава прополиса могут быть связаны как со свойствами исходного сырья, так и со спецификой переработки прополиса (технологии). Повышенное содержание минеральных элементов в остатках прополиса, включая токсичные, может свидетельствовать об их высоком содержании в сырье (нативный прополис).

При неполном извлечении биологически активных органических соединений (с использованием слабых органических растворителей или воды) в экстракты прополиса могут поступать минеральные элементы, в том числе и тяжелые металлы.

Для ориентировочной оценки уровня поступления минеральных элементов в водно-спиртовой экстракт был проведен сравнительный анализ минерального состава остатков прополиса из запасов до и после глубокой переработки (табл. 6).

На основании полученных данных были рассчитаны коэффициенты перехода элементов в экстракт (K_m):

$$K_{\text{п}} = 1 - \left(\frac{b}{a} \right),$$

где a – содержание элемента в остатке до экстракции; b – содержание элемента в остатке после экстракции.

Согласно проведенным расчётам, большая часть макро- и микроэлементов в ходе выделения биологически активных веществ прополиса из запасов переходит в экстракт. Доля извлечения элементов в экс-

тракт колеблется при этом от 3 до 39% от исходного содержания в прополисе из складских помещений (запасы) и зависит как от химических свойств самого элемента, так и от условий извлечения (исходное сырье, растворитель, температура, давление и др.). Только натрий и никель концентрируются в остатке после глубокой переработки и не извлекаются в экстракт.

Таблица 6

Минеральный состав остатков прополиса и после дополнительной экстракции (глубокая переработка), мг/кг

Элемент	Остатки прополиса до глубокой переработки (a)	Отходы после 4-кратной водно-спиртовой экстракции (b)	Коэффициент перехода в экстракт, $K_{\text{п}}$
Макроэлементы			
Al	1919	1500	0.22
Ca	2620	2297	0.12
Fe	2950	2565	0.13
K	466	357	0.23
Mg	516	399	0.24
Na	254	272	-0.07*
Микроэлементы			
B	5.83	5.21	0.11
Co	2.73	2.23	0.18
Cr	22.11	13.41	0.39
Cu	22.04	20.47	0.07
Mn	38.03	31.41	0.17
Ni	19.34	39.57	-1.05*
Zn	188.20	183.10	0.03
Токсичные элементы			
Cd	0.49	0.49	0
Pb	56.46	52.76	0.05

* – элемент в экстракт не переходит, т.е. концентрируется в остатке.

Из токсичных элементов в экстракт переходит свинец (5% от содержания в прополисе из запасов). Кадмий при данных условиях экстракции равномерно распределяется в экстракте и в остатке глубокой переработки, что говорит о его частичном переходе в экстракт. Необходим более тщательный оперативный контроль безопасности исходного сырья и оптимизация технологии выделения биологически активных компонентов из прополиса и его остатков (из запасов).

При переработке прополиса и промежуточных продуктов его переработки существует возможность корректировки в экстрактах и отходах экстракции минерального состава и особенно уровня содержания токсичных элементов. Применение ионнообменных процессов и использование метода разбавления компонентов продукта, например, мёдом, основой для апигранул и другими композиционными добавками позволит уменьшить содержание токсичных элементов до безопасного нормативного уровня.

Регулировать состав продуктов экстракции и остатков переработки прополиса возможно с ис-

пользованием органических растворителей разной концентрации. Изменение силы растворителя позволит перераспределять переход минеральных элементов и органических действующих веществ в промежуточные и конечные продукты экстракции прополиса и даст возможность более эффективного использования сырья и запасов прополиса, его полезных компонентов в производстве БАД.

Отходы глубокой переработки прополиса, состоящие преимущественно из минеральных веществ, могут использоваться в производстве подкормок для растений, а также служить сырьем для получения биоминералов.

Библиографический список

- Вахонина Е.А.* Совершенствование технологии производства и переработки прополиса: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Рыбное, 2005. 19 с.
- Bankova V.S., De Castro S.L., Marcucci M.C.* Propolis: recent advances in chemistry and plant origin // *Apidologie*. 2000. Vol. 31. P. 3–15.

- Bogdanov S.* Bienenvolk und Schadstoffbelastung // Schweiz. Bienen-Zeitung. 1988. № 111(11). S. 571–575.
- Bogdanov S., Kilchenmann V., Imdorf A.* Acaricide residues in some bee products // Apiculture Research. 1998. № 37 (2). P. 57–67.
- Budrock G.A.* Review of the Biological Properties and Toxicity of Bee Propolis (Propolis) // Food and Chemical Toxicology. 1998. № 36. P. 347–363.
- Finger D.* et al. Propolis as an indicator of environmental contamination by metals // Bulletin of environmental contamination and toxicology. 2014. Vol. 92(3). P. 259–264.
- Fleche C.* et al. Contamination des produits de la ruche et risques pour la sante humaine : situation in France // Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics). 1997. Vol. 16(2). S. 609–619.
- Ghisalberti E.L.* Propolis a review // Bee World. 1974. № 55. P. 59–84.
- Greenaway W., Scaysbrook T., Whatley F.R.* The compositions and plant origin of propolis: a report of work at Oxford // Bee World. 1990. №71. P. 107–118.
- Marcucci M.C.* Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. // Apidologie. 1995. Vol. 26. P. 83–93.
- Walker P., Crane E.* Constituents propolis // Apidologie. 1987. №18. P. 327–334
- Bogdanov S.* Bienenvolk und Schadstoffbelastung Schweiz. Bienen-Zeitung. 1988, N 111(11), s. 571-575.
- Bogdanov S., Kilchenmann V., Imdorf A.* Acaricide residues in some bee products. *Apiculture Research*. 1998, N 37 (2), pp. 57- 67.
- Budrock G.A.* Review of the Biological Properties and Toxicity of Bee Propolis (Propolis). *Food and Chemical Toxicology*. 1998, N 36, pp. 347-363.
- Finger D., Filho I.K., Torres Y.R., Quinaia S.P.* Propolis as an indicator of environmental contamination by metals. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*. 2014, V. 92(3), pp. 259-264.
- Fleche C., Clement M.-E., Zeggane S., Faucon J.-P.* Contamination des produits de la ruche et risques pour la sante humaine : situation in France. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. 1997, V. 16(2), pp. 609-619.
- Ghisalberti E.L.* Propolis a review. *Bee World*. 1974, N 55, pp. 59-84.
- Greenaway W., Scaysbrook T., Whatley F.R.* The compositions and plant origin of propolis: a report of work at Oxford. *Bee World*. 1990, N 71, pp. 107-118.
- Marcucci M.C.* Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie*. 1995, V. 26, pp. 83-93.
- Vachonina E.A.* *Soveršenstvovanie tehnologii proizvodstva i pererabotki propolisa. Avtoref. diss. kand. s.-ch. nauk.* [Improvement of technology of production and processing of propolis. Abstract PhD]. Rybnoe, 2005. 19p.
- Walker P., Crane, E.* Constituents propolis. *Apidologie*. 1987, N 18, pp. 327-334

References

Поступила в редакцию 15.02.2016

Об авторах

Кайгородов Роман Владимирович, кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии растений и микроорганизмов ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; r-kaigorodov@yandex.ru; (342)2396317

младший научный сотрудник лаборатории экотоксикологии
Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, 626152, Тюменская область, Тобольск, ул. имени Академика Юрия Осипова, 15

Карташова Ирина Николаевна, студентка биологического факультета ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; irina.kartashova.2014@mail.ru; (342)2396317

About the authors

Kaigorodov Roman Vladimirovitsch, Candidate of biology, associate professor of the Department of Plant physiology and Microorganisms Perm State University. 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990; r-kaigorodov@yandex.ru; (342)2396317

Researcher of Laboratory of ecotoxicology Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, st. named of academician Yuri Osipov. 15, Tobolsk, Tyumen region, Russia, 626152

Kartashova Irina Nikolaevna, Student of Biological faculty Perm State University. 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990; irina.kartashova.2014@mail.ru; (342)2396317