

УДК 638.178.2

СИБИРСКАЯ ПЧЕЛИНАЯ ОБНОЖКА – БИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕСУРС АНТИОКСИДАНТОВ. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Л. А. Осинцева, доктор биологических наук

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: lao08@mail.ru

Ключевые слова: обножка, юг Западной Сибири, флавоноиды, витамины, ботаническое происхождение.

Реферат. Пыльцевая обножка медоносных пчёл относится к категории биологических ресурсов, которые являются источником биологически активных веществ (БАВ) как для медоносных пчёл, так и для человека. Из широкого спектра известных БАВ обножки интерес для диетологии и медицины представляют вещества с антиоксидантной активностью, изучению которых посвящена эта работа. Образцы отбирали на стационарных пасеках, размещённых в лесостепной (Новосибирский район) и подтайжной (Залесовский район Алтайского края) природно-климатических зонах юга Западной Сибири и в районе Васюганских болот (Коченёвский район) в течение 10 лет (2005–2015 гг.). Установлено, что содержание флавоноидов (от 2,73 до 7,47%), витаминов С ($67,81 \pm 2,07$ мг/100 г) и Е ($33,67 \pm 0,77$ мг/100 г), восстанавливающих веществ (показатель окисляемости $2,92 \pm 1,21$ с) в обножке медоносных пчёл, получаемой на пасеках юга Западной Сибири, позволяет рассматривать этот продукт в качестве природного источника антиоксидантов. Показано влияние района сбора (влияние фактора 95,3%) и ботанического происхождения обножки на изучаемые показатели. Обсуждаются направления дальнейших исследований.

SIBERIAN BEE POLLEN LOAD BIOLOGICAL RESOURCE OF ANTIOXIDANTS. THE FACTORS THAT DETERMINE THEIR CONTENT

A. L. Osintseva, doctor of biological Sciences

Novosibirsk State Agrarian University

Key words: pollen, parts of the South of Western Siberia, flavonoids, vitamins, botanical origin.

Abstract. Honey bee collected pollen belong to the category of biological resources that are a source of biologically active substances (BAS), for both honey bees and to humans. From a wide range of known biologically active substances of pollen are of interest to nutrition and medicine represent substances with antioxidant activity, the study of which this work is devoted. The samples were collected in stationary apiaries located in the forest-steppe (Novosibirsk region) and subtaiga (Zalesovsky district) climatic zones of South-Western Siberia and in the area of the Vasyugan marshes (Kochenevsky district) for 10 years (2005–2015) in the territory of the Novosibirsk region and the Altai territory. The vitamin content was performed by UR-spectrometry, flavonoids and reducing agents in accordance with the Protocol, regulated by the State standard of the Russian Federation. The content of flavonoids (from 2,73 to 7,47%), vitamin C ($67,81 \pm 2,07$ mg/100g) and E ($33,67 \pm 0,77$ mg/100g), reducing substances (a measure of the oxidizability of $2.92 \pm 1,21$ c) in the pollen loads of honey bees collected in the southern area of West Siberia allows us to consider this product as a natural source of antioxidants. The role of the district where collect pollen (the impact factor 95.3%) and the Botanical origin of pollen load on the studied indicators. Discusses directions for further research.

Известно, что питание населения региона Западной Сибири в трудоспособном возрасте не сбалансировано в количественном и качественном отношении, а нарушения структуры питания носят массовый характер и способствуют возрастанию риска сердечно-сосудистых заболеваний [1]. Например, оценка витаминного статуса жителей г. Омска, проведённая сотрудниками Омского медицинского университета, показала, что недостаток витаминов у большинства (63%) обследованных носит сочетанный характер. Выявлен выраженный недостаток

в сыворотке крови у обследуемых лиц (106 мужчин и 135 женщин в возрасте от 18 до 75 лет) витамина D и фолиевой кислоты. Установлено, что значительная часть населения испытывает недостаток витаминов B₁, B₆ и E [2]. По данным Росстата, среднелюдное потребление большинства витаминов у взрослого населения не достигает рекомендуемых норм. Адекватно обеспечено всеми витаминами примерно 20% обследованных лиц. Полигиповитаминозное состояние (недостаток трех и более витаминов) отмечается у 22–38% взрослых [3]. Надежным способом улучшения витаминного статуса населения является обогащение рационов за счет продуктов пчеловодства, в состав которых входят БАВ.

Пыльцевая обножка медоносных пчёл является источником питательных и биологически активных веществ (БАВ) как для медоносных пчёл, так и для человека и поэтому используется в апитерпии как самостоятельный продукт и в композиции с другими продуктами пчеловодства, в качестве ингредиента продуктов питания и в составе функциональных продуктов [4]. Основные биологически активные компоненты обножки – производные соединений фенольной группы и главным образом флавоноиды – вторичные метаболиты растений. Они характеризуются различными важными физиологическими и фармакологическими эффектами: антиокислительными, антиканцерогенными, кардиостимулирующими. Они могут также косвенно поддерживать иммунитет, активизируя эндогенные системы защиты и модулируя физиологические процессы. В пыльцевой обножке обнаружены различные классы этих веществ (флавонолы, катехины, лейкоантоцианы и др.), которые оказывают на организм человека разнонаправленное терапевтическое воздействие. Содержание флавоноидов в пыльцевой обножке определяет ценность и качество этого продукта пчеловодства и регламентировано нормативной документацией ГОСТ 28887–90 Пыльца цветочная (обножка) [5].

Главная трудность в использования обножки в терапии – это изменчивость её состава и, следовательно, биологической активности в зависимости от ботанического происхождения [6]. Это показано как для обножки, собираемой медоносными пчёлами, так и для обножки других видов общественных и одиночных пчёл [7, 8].

Не только количественное содержание, но и качественный состав веществ фенольной группы является видоспецифичным, и это позволило экспериментально показать возможность их использования в качестве биохимических маркеров растительного происхождения обножки [9–11].

Фрагментарность и недостаточная изученность уровня биологически активных веществ пыльцевой обножки, собираемой медоносными пчёлами на юге Западной Сибири, определяют цель наших исследований по изучению вопроса о содержании витаминов, флавоноидов и восстанавливающих веществ в пчелиной обножке разных районов сбора и ботанического происхождения.

Пыльцевую обножку собирали при помощи пыльцеуловителей, ежедневно извлекая её из сборных ёмкостей в течение периода сбора (последняя декада мая, июнь, июль, первая декада августа). В период интенсивного медосбора (когда суточные привесы контрольного улья превышают 1,5 кг) отбор обножки не проводился. Работа выполнялась на стационарных пасеках, размещённых в лесостепной (Новосибирский район) и подтаёжной (Залесовский район Алтайского края) природно-климатических зонах юга Западной Сибири и в районе Васюганских болот (Коченёвский район). Образцы отбирались в течение 10 лет (2005–2015 гг.). Всего изучено 106 образцов.

Погодные условия различных лет сбора отличались и характеризовались как жаркими и засушливыми, жаркими и влажными, так и прохладными и засушливыми, прохладными и влажными сезонами, т.е. представляли весь спектр погодных условий, характерных для природно-климатических зон юга Западной Сибири.

Отобранную из пыльцеуловителей обножку высушивали при комнатной температуре без доступа солнечного света или в инфракрасной сушилке при температуре 40–42°C до влажности 8–10%. До проведения лабораторных исследований обножку хранили в бумажных пакетах без доступа света при комнатной температуре от 2 недель до 2 месяцев.

Аналитические исследования выполнялись на базе Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ.

Полифлорные образцы обножки (20 г) с каждой пасеки разделяли по цвету и определяли долю цветового оттенка весовым методом. Ботаническое происхождение обножки устанавливали микроскопированием пыльцевых зёрен в составе обножки, руководствуясь рекомендациями Р. Г. Курманова, А. Р. Шибирдина [12]. Для идентификации пыльцевых зёрен использовали препараты пыльцы, собранной с цветущей растительности на пасеках, где отбиралась обножка, и атлас пыльцевых зёрен [13].

Содержание витаминов в образцах определяли методом инфракрасной спектроскопии (ИК-спектрофотометр NIR SCANNER-4250, Perkin-Elmer).

Для анализа исследуемый образец обножки высушивали при температуре 60–65 °С, затем гомогенизировали на лабораторной мельнице. После размола образец просеивали через сито с ячейками 1 мм.

Содержание сухого вещества определяли высушиванием 10 г образца при температуре 105 °С до постоянной массы. Все показатели рассчитывали на сухое вещество обножки.

Флавоноиды извлекали из образца обножки (5 г) 80%-м этиловым спиртом, их количество определяли путём измерения оптической плотности при 400 нм на фотоэлектрокалориметре КФК-2-УХЛ 4.2 с последующим пересчётом согласно ГОСТ 28887–90.

Содержание ненасыщенных соединений определяли по времени восстановления раствора марганцово-кислого калия (0,1 моль/дм³) спиртовой вытяжкой обножки (1 г) согласно ГОСТ Р 56150–2014.

Экспериментальные данные обрабатывали с использованием методов вариационной статистики [14].

Результаты исследований показали что, по частоте встречаемости в образцах сибирской обножки преобладала пыльца видов из семейств Бобовые (Fabaceae), Астровые (Asteraceae), Капустовые (Brassicaceae), Ивовые (Salicaceae), Сельдерейные (Apiaceae), в качестве нечастых – виды из семейств Яснотковые (Lamiaceae), Розоцветные (Rosaceae), в качестве редких – Гераниевые (Geraniaceae), Кипрейные (Onagraceae), Водolistниковые (Hydrophyllaceae), Лютиковые (Ranunculaceae), Норичниковые (Scrophulariaceae), Валериановые (Valerianaceae) (табл. 1).

Таблица 1

Частота встречаемости пыльцевых зёрен в составе полифлорной пчелиной обножки из районов юга Западной Сибири

Семейство	Доля образцов, в которых идентифицированы пыльцевые зёрна, %
Астровые (Asteraceae)	42,3
Бобовые (Fabaceae)	20,1
Ивовые (Salicaceae)	20,4
Капустовые (Brassicaceae)	6,85
Сельдерейные (Apiaceae)	2,33
Яснотковые (Lamiaceae)	2,19
Гераниевые (Geraniaceae)	1,63
Розоцветные (Rosaceae)	1,59
Норичниковые (Scrophulariaceae)	0,96
Кипрейные (Onagraceae)	0,93
Лютиковые (Ranunculaceae)	0,42
Валериановые (Valerianaceae)	0,24
Водolistниковые (Hydrophyllaceae)	0,06

Образцы монофлорной обножки разных оттенков, собранной в разных районах, достоверно ($p = 0,05$) различались по количеству флавоноидных соединений (табл. 2). Выделено 4 группы: 1 – с высоким (*Caragana arborescens*, *Salix caprea*, *Salvia* sp.), 2 – средним (*Melilotus*

officinalis, *Chamerion angustifolium*), 3 – низким (*Geum rivale*, *Phacelia tanacetifolia*) и 4 – очень низким (*Leonurus cardiaca*, *Onobrychis sativa*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*) уровнем флавоноидов, который варьировал от $0,72 \pm 0,01$ до $8,46 \pm 0,06\%$. Никакой закономерности, связанной с принадлежностью пыльценосов к определённому семейству и содержанием флавоноидов в пыльцевой обножке, собранной с этих растений, не прослеживается. Это определяет процедуру видовой идентификации пыльцы в составе обножки в качестве необходимой для оценки терапевтической ценности этого продукта пчеловодства. Содержание флавоноидов в обножке, собранной медоносными пчёлами с *Melilotus officinalis* в различных природно-климатических зонах, не имело существенных отличий.

Таблица 2

Влияние ботанического происхождения на содержание БАВ в сибирской пчелиной обножке (Коченёвский район Новосибирской области) ($\bar{x} \pm \Delta x$)

Цвет обножки	Ботаническое происхождение	Флавоноиды, %*	Восстанавливающие вещества, с
Желтый	Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> L.)	$5,23 \pm 0,07^{**}$	$3,0 \pm 0,0$
Желтый	Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> L.) (Алтайский край, средний образец 2005–2008 гг.)	$4,98 \pm 0,02^{**}$	$3,0 \pm 0,0$
Светло-желтый	Карагана древовидная (акация желтая) (<i>Caragana arborescens</i> Lam.)	$8,46 \pm 0,06^{***}$	$1,0 \pm 0,5$
Темно-желтый лёный.	Пустырник обыкновенный (<i>Leonurus cardiaca</i> L.)	$1,10 \pm 0,10$	$5,0 \pm 0,5$
Ярко-желтый	Ива козья (бредина) (<i>Salix caprea</i> L.)	$6,15 \pm 0,02^{***}$	$1,0 \pm 0,0$
Коричневый	Эспарцет посевной (<i>Onobrychis sativa</i> Lam.)	$0,90 \pm 0,10$	$3,0 \pm 0,5$
Светло-зеленый	Шалфей (<i>Salvia</i> sp.)	$7,10 \pm 0,10^{***}$	$2,0 \pm 0,0$
Темный серо-зеленый	Гравилат речной (<i>Geum rivale</i> L.)	$3,10 \pm 0,01^*$	$4,0 \pm 0,0$
Зелёный	Иван-чай (хамеион узколистный) (<i>Chamerion angustifolium</i> (L.) Holub.)	$5,10 \pm 0,02$	$2,0 \pm 0,0$
Оранжевый	Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	$0,72 \pm 0,01$	$4,0 \pm 0,0$
Светло-оранжевый	Одуванчик (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	$1,24 \pm 0,10$	$4,0 \pm 0,5$
Темно-серый	Фацелия пижмолистная (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.)	$2,10 \pm 0,10^*$	$3,0 \pm 0,0$
Фиолетовый	Ноня тёмно-бурая (<i>Nonea pulla</i> L.)	$3,53 \pm 0,07^*$	$3,0 \pm 0,0$

Количество восстанавливающих веществ в монофлорной обножке значительно превосходило регламентированные показатели (показатель окисляемости не более 23 с) и коррелировало с содержанием веществ фенольной группы ($r = -0,83$).

Количество флавоноидов в полифлорной пыльцевой обножке, собранной на пасеках юга Западной Сибири, определяемое в соответствии с нормативными документами, выше величины, регламентированной ГОСТом (табл. 3). Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о том, что средний уровень флавоноидов в обножке пчёл по всем изученным образцам составляет 5,22% с колебаниями от 2,73 до 7,47%. Существенная доля дисперсии (95,3%) изучаемого признака достоверно ($F_{\phi} = 81,39$) определяется районом сбора обножки.

Таблица 3

Влияние района сбора сибирской пчелиной обножки на содержание флавоноидов (среднее за 2005–2015 гг.)

Район сбора	Содержание флавоноидов, %	
	$\bar{x} \pm S_x$	min – max
Коченёвский район (Новосибирская обл.)	$5,33 \pm 0,21$	4,82–5,66
Новосибирский район (Новосибирская обл.)	$7,02 \pm 0,20$	6,65–7,47
Залесовский район (Алтайский край)	$3,31 \pm 0,21$	2,73–3,71
Критерий Фишера, F_{ϕ} ($F_{0,05}=4,26$)	81,39	
Влияние фактора, %	95,3	
$НСР_{0,5}$	0,66	

Сопоставление данных, представленных в табл. 1–3, позволяет предполагать, что определяющим фактором формирования уровня БАВ обножки является видовое представительство пыльцевых зёрен и их соотношение в составе полифлорного образца, а это определяется районом и сроком её сбора.

Известные эффективные антиоксиданты в составе обножки представлены также аскорбиновой кислотой, токоферолом и каротиноидами. Установлено наличие существенного количества витамина С ($67,81 \pm 2,07$ мг/100 г), сопоставимого с суточной потребностью человека в аскорбиновой кислоте (50–75 мг) и с его уровнем в плодах цитрусовых, в составе витаминного комплекса сибирской обножки (табл. 4). Уровень токоферолов (витамин Е) составляет от 30,10 до 37,00 мг/100 г. Этот показатель наиболее стабилен ($C_v = 7,6\%$) и покрывает суточную потребность человека в данном антиоксиданте. Содержание каротиноидов варьирует от 50 до 75 мг и покрывает суточную потребность человека (2–5 мг) в витамине А. Сравнительный анализ показывает, что содержание витамина Е в сибирской обножке превышает на порядки показатели, указываемые для обножки из Волгоградской области и находится в диапазоне определяемых величин для образцов из Бразилии. Однако последние характеризуются гораздо более высоким уровнем витамина С. Сибирская обножка превосходит по содержанию аскорбиновой кислоты европейские образцы, а по сумме каротиноидов – тайландские и российские из Рязанской области (см. табл. 4). Очевидно, что различия определяются цветущей растительностью, типом почвы и метеорологическими факторами.

Таблица 4

Содержание витаминов в пчелиной пыльцевой обножке, мг/100 г

Витамины	Обножка: российская Рязанская обл. [15], Волгоградская обл. [20]; бразильская [16, 17]; европейская [18]; тайландская кукурузная [19]	Сибирская обножка (средний образец по годам сбора)		
		$\bar{x} \pm S_x$	min – max	$C_v, \%$
Е	13,5–42,5 [15, 16] 4–32 [18] 0,524–0,629 [20]	$33,67 \pm 0,77$	30,10–37,00	7,6
С	2739–560,3 [16] 7–56 [17]	$67,81 \pm 2,07$	50,81–75,54	10,1
Сумма каротиноидов	56,3–198,9 [16] 4,092–4,764 [15] 1,53 [17] 1–20 [19]	$8,75 \pm 1,29$	6,89–9,27	13

Анализ ботанического состава пыльцевой обножки, собранной на пасеках юга Западной Сибири, показал, что детерминирующими факторами являлись период, место сбора и флороспециализация пчелиной семьи. Так, в весенний и поздне-летний периоды пчелиные обножки содержали от 3 до 5 видов пыльцевых зёрен, в летний – от 6 до 12 видов [2 1]. Установлено, что ботаническое происхождение сибирской обножки определяет 93% вариации массовой доли флавоноидов в её составе [22]. По сравнению с обножкой, получаемой в Башкирии, для которой указывается средний уровень флавоноидов 4,43 % (от 3,44 до 5,485), а показатель окисляемости $12,0 \pm 0,6$ с (от 7,5 до 15,4 с), обножка, собираемая на юге Западной Сибири, характеризуется сопоставимым содержанием флавоноидов, но содержит больше восстанавливающих веществ [23, 24]. Ранее авторами было установлено более низкое, чем у сибирской обножки, содержание флавоноидов в обножке, полученной в Башкортостане на западных склонах Южного Урала, в Змеиногорском районе на юге Алтайского края и в северо-западной части Волгоградской области (2,9; 2,7 и 2,1 % соответственно), и более низкий уровень восстанавливающих веществ (показатель окисляемости этих образцов составлял 18,98; 12,89 и 8,66 с соответственно) [25].

Биофлавоноиды обножки средней полосы России выявлялись исследователями в количестве от 1,1 до 19,9% в полифлорных образцах. Авторы пришли к выводу, что достаточно устойчивым специфическим для данного вида количеством определяемых компонентов характеризуется монофлорная обножка независимо от места сбора и имеет незначительные колебания по годам [26].

Изучение группы фенольных соединений обножки с 22 видов пыльценосов Белоруссии показало роль ботанического происхождения в их качественном составе, преобладание окисленных форм – флавонолов (до 2,5%), меньшее количество восстановленных – лейкоантоцианов и катехинов (до 0,7%) и отсутствие антоцианов [27]. В пересчёте на катехины флавоноиды обнаруживались в количестве от 4500 до 7100 мг/кг в португальской обножке пчёл [28]. В пересчёте на кверцетин флавоноиды определялись в количестве от 266 до 548 в обножке из США [29], от 571 до 1457 – из Алжира [30], от 255 до 629 – из Трансильвании [31], от 545 до 2044 мг/кг в румынской обножке, полученной на пасеках Молдовы [32], и в количестве 514 и 892 ± 55 мг-экв. кверцетина на 1 кг обножки с горчицы из Индии [33] и из южных регионов Бразилии [29–34].

Роль географического происхождения обножки в содержании её флавоноидных компонентов была показана ранее при исследовании монофлорной обножки, собранной в разных районах юга Западной Сибири [22]. Установлены различия в содержании флавоноидов в обножке клевера лугового и сурепки обыкновенной, собранных в Литве (1,5 и 1,8% в пересчёте на кверцетин) и в Беларуси (1,1 и 1,6% соответственно по видам растений) [35].

Анализируя имеющиеся к настоящему моменту данные, можно констатировать, что концентрация флавоноидов больше, как правило, в монофлорной обножке северного происхождения. Известно, что фенольные соединения действуют как индикаторы стресса, потому что они накапливаются до высоких уровней во многих тканях растений в ответ на широкий спектр неблагоприятных биотических и абиотических факторов. Эти соединения участвуют в формировании пыльцы, опылении, прорастании пыльцевых трубок и в ряде важнейших метаболических процессов растительных организмов. Содержание этой группы веществ, вероятно, будет отражать экологическую характеристику региона не только по видовому разнообразию пыльценосов, но и по наличию тех или иных неблагоприятных для растений факторов. Так, при исследовании обножки, собранной в течение трех сезонов в весенний и летний периоды на территории Литвы, было установлено, что среди флавоноидов наиболее распространены кверцетин и его гликозиды, а также диметилапигенин, и что качественный и количественный состав флавоноидов обножки определяет антибактериальную активность в отношении 12 изученных штаммов сапрофитных и патогенных микроорганизмов [36]. Кроме того, было показано, что загрязнение воздуха главным образом SO_2 , NO_2 , CO и углеводородами вызывает накопление флавоноидов до значительно более высоких уровней, чем в контроле, в пыльце испанского дрока (*Spartium junceum*), индийской сирени (*Lagerstroemia indica*) и западной туи (*Thuja orientalis*). В пыльцевых зёрнах петунии (*Petunia hybrida*) уровень флавоноидов, определяемый методом ВЭЖХ, незначительно увеличился в загрязнённых районах по сравнению с другими видами [37]. Всё это делает вопрос об использовании показателя уровня содержания веществ фенольной группы в пыльцевой обножке пчёл для мониторинга состояния окружающей природной среды интересным для дальнейшего изучения.

Очевидным является существенный разброс значений содержания веществ с антиоксидантной активностью в пчелиной обножке, которые указываются разными авторами. Некоторые различия по определяемым показателям могут быть обусловлены выбором методов определения, которые использовались в различных публикациях. Например, для изучения фенольных профилей обножки авторы работ [38, 39] использовали капиллярный электрофорез, обеспечивший идентификацию 13 компонентов с пределом обнаружения от $6,9 \times 10^{-7}$ до $6,4 \times 10^{-9}$ г/мл

и метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) для идентификации 15 полифенольных соединений в 11 видах обножки, собранной в Испании [38, 39]. Определены фенолы испанской обножки в количестве 8,5% и более, флавоноиды – 380–760 мг– экв. кверцетина на 100 г. Однако авторы считают, что рутин является лучшим идентификатором содержания флавоноидов и минимальное его количество 200 мг/кг обеспечивает выполнение требований европейского рынка по пищевой и биологической ценности обножки [39].

Отечественные исследователи использовали спектрофотометрический метод определения флавоноидов в монофлорной обножке разных цветовых оттенков, ими обнаружено в пересчёте на рутин от 3,33 до 6,33 мг/г, что значительно ниже по сравнению с использованием кверцетин-эквивалента [40].

Использование различных методов обнаружения и различных групп флавоноидов в качестве эквивалентов затрудняет сравнительный анализ показателей содержания флавоноидов в пыльцевой обножке медоносных пчёл разного ботанического, географического происхождения, полученной при различных погодных условиях, в различных по другим экологическим характеристикам регионах. Вероятно, вопрос о количестве веществ фенольной группы в составе пчелиной обножки следует признать уже малоактуальным и обратить более пристальное внимание на биологические эффекты, связанные с этой группой.

В настоящее время известно об антиоксидантных свойствах пчелиной обножки. Например, исследователи показали, что экстракты полифлорной обножки с лютика, амаранта, паслёна, маиса и астровых (череда, бархатцы) и составляющих его монофлорных образцов проявляют антиоксидантную активность как ингибиторы перекисного окисления липидов. Антиоксидантная активность была различной для каждого вида и не была четко связана с содержанием флавонолов в обножке определённого вида [41]. Следовательно, не только вещества фенольной группы, но и другие антиоксиданты обножки (аскорбиновая кислота, токоферолы, каротиноиды) обеспечивают наблюдаемые авторами эффекты.

При изучении различных экстрактов 14 видов монофлорной обножки из Китая было показано, что некоторые группы химических веществ, входящих в состав обножки, могут выступать в качестве не только потенциальных антиоксидантов, но и ингибиторов тирозиназы. В ходе этих исследований обнаружено выраженное одновременно антиоксидантное и ингибирующее тирозиназу действие этанолового экстракта обножки, собранной с абрикоса. [42]. Было показано, что химические вещества с антиоксидантными свойствами в составе пыльцевой обножки обеспечивают повышение стрессоустойчивости пчелиной семьи при воздействии неблагоприятных факторов путем укрепления их иммунной системы, связанной с ферментной деятельностью [43]. Авторы указывают на радиопротекторный эффект при включении в диету пыльцевой обножки пчёл [44]. Показано, что стероидная фракция экстракта хлороформа из обножки, собранной с *Brassica campestris*, индуцирует апоптоз PC-3 клеток при развитии рака простаты человека [45]. У цыплят, которых кормили пчелиной обножкой, установлено улучшение развития ворсинок тонкой (двенадцатиперстной, тощей и подвздошной) кишки [46]. Добавление обножки в корм лошадей приводило в эксперименте к повышению усвоения корма [47]. Все эти эффекты определяются не только определённой группой веществ с антиоксидантными свойствами, но всем комплексом БАВ в составе пыльцевой обножки.

В настоящее время представляется актуальной проблема биодоступности всего комплекса БАВ обножки и целенаправленного их воздействия. Первая проблема решается путём использования не нативной пчелиной обножки, а её ферментированных препаратов. Исследователи Токийского университета сельского хозяйства, изучая ферментативные гидролизаты (использовали пепсин, трипсин и папаин) из пыльцы ладанника благородного (*Cistus ladaniferus*, сем. Cistaceae), собранной пчёлами, показали, что они обладают способностью инактивировать активные формы кислорода и обеспечивают антиоксидантный эффект, поэтому гидролизат из пчелиной обножки этого вида

полезен не только как особая диета, но также может быть рекомендован пациентам с различными заболеваниями, такими как рак и диабет [48]. Показано, что полезные компоненты обножки могут быть полностью усвоены с использованием пищеварительных ферментов [49]. Вторая проблема пока не находит не только решения, но и адекватных подходов к его поиску.

В настоящее время наиболее полно реализованным является подход, основанный на включении пыльцевой пчелиной обножки в продукты питания в качестве ингредиента, обеспечивающего повышение их потребительских характеристик. Например, включение в рецептуру сахарного печенья башкирской пчелиной обножки в дозе 6% к массе муки обеспечивает увеличение содержания в продукте витаминов С и Е с 0,1 до 0,2 и с 0,31 до 0,52 мг/100 г соответственно, а в составе теста для хлеба обножка обеспечивает биотехнологические характеристики дрожжей [50, 51]. Широко используется пыльцевая обножка и в качестве биологически активной добавки с антиоксидантными свойствами. Изучение коммерческого продукта, популярного на рынках Португалии и Испании, показало наличие антимикробной активности в отношении стафилококков и противовоспалительной активности, которая оценивалась исследователями с использованием фермента гиалуронидазы [52]. Не иссякает интерес исследователей к изучению физико-химических характеристик пыльцевой обножки медоносных пчёл, установлению их связи с антиоксидантными эффектами *in vitro* и выявлению физиологических эффектов *in vivo* [53, 54].

В заключение следует подчеркнуть, что пчелиная обножка с пасек юга Западной Сибири характеризуется специфичным количественным и качественным составом биологически активных веществ, что следует учитывать при её использовании в апитерапии и в качестве ингредиента биологически активных добавок. Содержание флавоноидов (от 2,73 до 7,47%), витаминов С ($67,81 \pm 2,07$ мг/100 г) и Е ($33,67 \pm 0,77$ мг/100 г), восстанавливающих веществ (показатель окисляемости $2,92 \pm 1,21$ с) и каротиноидов ($8,75 \pm 1,29$ мг/100 г) в сибирской обножке позволяет рассматривать этот продукт в качестве природного источника антиоксидантов. В настоящее время сибирская обножка используется как нутрицевтическая и диетическая антиоксидантная добавка к пище. Дальнейшие исследования сибирской обножки следует связывать с решением проблемы биодоступности и целенаправленного попадания антиоксидантов до места образования свободных радикалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Нарушения структуры питания населения Западной Сибири как фактор риска формирования болезней системы кровообращения*/ Д. В. Турчанинов, Вильмс Е. А., М. С. Турчанинова, М. И. Шупина // Профилактическая и клиническая медицина. – 2013. – № 2. – С. 56–61.
2. *Оценка витаминной обеспеченности населения крупного административно-хозяйственного центра Западной Сибири* / Е. А. Вильмс, Д. В. Турчанинов, Т. А. Юнацкая, И. А. Сохошко // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (3). – С. 277–280.
3. *Рацион питания населения*. 2013: стат. сб./ Росстат, ИИЦ «Статистика России». – М., 2016. – 220 с.
4. *Осинцева Л. А., Коркина В. И.* Потенциал продуктов пчеловодства с пасек юга Западной Сибири в качестве ингредиентов продуктов питания // Новината за напреднали наука-2011: матер. за VII междунар. науч.-практ. конф. 17–25 май 2011, г. София. – Т. 20. – София: Бял ГРАД-БГ, 2011. – С. 68–71.
5. *Осинцева Л. А.* Технология, качество, безопасность и товароведная оценка продуктов пчеловодства. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2012. – 222 с.
6. *What is the future of Bee-Pollen?* / Maria Graça R. Campos, Christian Frigerio, Joana Lopesand, Stefan Bogdanov // Journal of ApiProduct & ApiMedical Science. – 2010. – Vol. 2 (4). – P. 131–144.
7. *Осинцева Л. А., Лукьянчикова Н. Л.* Разработка метода оценки пыльцевой обножки медоносных пчел с целью ее использования в апитерапии // Сб. науч. тр. второй Сиб. науч.-практ. конф. по пчеловодству (г. Новосибирск, 14–17 авг. 2007 г.). – Новосибирск, 2007. – С. 82–85.
8. *Pollen amino acids and flower specialisation in solitary bees*/ C. N. Weiner, A. Hilpert, M. Werner [et. al.] // Apidologie. – 2010. – Vol. 41. – P. 476–487.

9. *Pollen phenolics and regulation of pollen foraging in honeybee colony*/ Fang-Lin Liu, Xue-Wen Zhang, Jian-Ping Chai, Da-Rong Yang// *Behav Ecol Sociobiol.* – 2006. – N 59. – P. 582–588.
10. *Flavonoids as biochemical markers of the plant origin of bee pollen*/F. Tomas-Barberan, F. Tomas-Lorente, F. Ferreres, C. Garcia-Viguera//*J. Sci. of Food and Agricul.* – 1989. – Vol. 47, N 3. – P.337–340.
11. *Webby R., Bloor S. Pigments in the Blue Pollen and Bee Pollen of Fuchsia excorticata*// *Z. Naturforsch.* – 2000 – Vol. 55. – P. 503–505.
12. Курманов Р.Г., Ишбирдин А.Р. Палинология: учеб. Пособие. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2012. – 92 с.
13. Осинцева Л.А. Пыльцевой анализ пчелиной обножки // Пчеловодство. – 2005. — № 5. – С.12–13.
14. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
15. Будникова Н.В., Репникова Л.В., Бурмистрова Л.А. Витамин А в продуктах пчеловодства // Пчеловодство. – 2017. – № 7. – С.48–49.
16. *Relationship between botanical origin and antioxidants vitamins of bee-collected pollen* / K.C. L.S. Oliveira, M. Moriya, R. A. B. Azedo. [et. al.] // *Química Nova.* – 2009. – Vol. 32 (5). – P. 1099–1102.
17. *Almeida L.B. Carotenoids and pro-vitamin A value of white fleshed Brazilian sweet potatoes*// *J. Food Composition and Analysis.* – 1988. – Vol. 1. – P. 341–352.
18. *Pollen composition and standardisation of analytical methods*// Maria Graça R. Campos, Stefan Bogdanov, Ligia Bicudo de Almeida-Muradian, [et. al.] // *Journal of Apicultural Research and Bee World.* – 2008. – Vol. 47 (2). – P. 156–163.
19. *Chemical constituents and free radical scavenging activity of corn pollen collected from Apis mellifera hives compared to floral corn pollen at Nan, Thailand* [Электрон. ресурс] / Atip Chantarudee, Preecha Phuwapraisirisan, Kiyoshi Kimura [et. al.] // *BMC Complementary and Alternative Medicine.* – 2012. – Режим доступа: <http://www.biomedcentral.com>.
20. Чугреев М.К. Научно-практическое обоснование интенсификации пчеловодства за счёт использования биологических особенностей медоносных пчел и применения апипродуктов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Волгоград, 2011. – 46 с.
21. Осинцева Л.А., Волкова М.В. Палинологическая оценка продукции пчеловодства, получаемой на юге Западной Сибири// Экологические проблемы животных и человека: сб. докл. II междунар. симпозиума (МСХ РФ; НГАУ; НИИ животноводства; БиТИ, 29–30 окт. 2009 г.) – Новосибирск, 2010. – С. 152–156.
22. Осинцева Л.А., Лукьянчикова Н.Л., Мотовилов К.Я. Флавоноиды пыльцевой обножки// Пчеловодство. – 2007. – № 3. С.50–51.
23. Ишемгулов А.М., Ишемгулова Н.З. Качество пыльцы Башкортостана // Пчеловодство. – 2006. – № 3. – С. 58–59.
24. Шарафитдинов Р.Ю., Ишемгулов А.М. Пыльцевая обножка – один из ресурсов развития пчеловодства в Башкортостане//Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 2. – С. 55–56.
25. *Сравнительная ветеринарно-санитарная оценка прополиса и пыльцы, полученных в условиях разных географических зон*/ Д.В. Кроер, Я.В. Потоцкая, И.В. Якушкин, Н.Б. Довгань // Наука и образование в жизни современного общества: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч. – практ. конф. 30 апр. 2015 г. – Тамбов: ООО «Консалт. комп. Юком», 2015. – Ч. 6. – С. 75–77.
26. Кривцов Н.И., Лизунова А.С. Состав монофлерной пыльцевой обножки // Докл. Рос. акад. с. – х. наук. – 2004. – № 5. – С. 39–41.
27. Шатино Д.К., Анихимовская Л.В., Наружная Т.И. Фенольные соединения пыльцы медоносных растений//Материалы IV Всесоюз. симп. по фенольным соединениям. – Ташкент, 1982. – С.110–111.
28. *Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality* / X. Feas, M.P. Vazquez-Tato, L. Estevinho [et. al.] // *Molecules.* – 2012. – Vol. 17 (7). – P. 8359–8377.
29. *Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen*/ LeBlanca B.W., O.K. Davisb, S. Bouec [et. al.] // *Food Chem.* – 2009. – Vol. 115 (4). – P. 1299–1305.
30. *Rebiai A., Lanez T. Chemical composition and antioxidant activity of Apis Mellifera bee pollen from Northwest Algeria* // *J. Fundament Appl. Sci.* – 2012. – Vol. 4 (2). – P. 26–35.

31. *Honeybee-collected pollen from Transylvania: palynological origin, phenolic content and antioxidant activity*/ R. Margaoan, L.A. Marghitaş, D. Dezmirean [et. al.] // Bulletin UASVM & Veterinary Medicine Cluj-Napoc. Animal Sci Biotechnol. – 2013. – Vol. 70 (2). – P. 311–315.
32. *Prelipcean A.A.* The dynamics of total polyphenols, flavonoids and antioxidant activity of beepollen collected from Moldavia Area, Romania// Cercetari Agronomice in Moldova. – 2012. – Vol. 45 (1). – P. 81–92.
33. *Investigation of the nutraceutical potential of monofloral Indian mustard bee pollen*/ Sameer S. Ketkar, Atul S. Rathore [et. al.] // Journal of Integrative Medicine. – 2014. – Vol. 12, – N 4. – P. 379–389.
34. *Masson* Chemical composition and free radical scavenging activity of Apis Mellifera bee pollen from Southern Brazil/ S.T. Carpes, G.B. Mourao, S.M. Alencar, M.L. Braz //J. Food. Tech. – 2009. – Vol. 12 (1/4). – P. 220–229. B
35. *Мачёкас А.Ю., Шати́ро Д.К., Бандюкова В.А.* Сравнительное исследование пигментов в обножке некоторых видов растений Литовской и Белорусской ССР// Апитерапия. Биология и технология продуктов пчеловодства: Материалы Всесоюз. конф. – Днепрпетровск, 1988. – Ч.2. – С. 37–41.
36. *Мачёкас А.Ю.* Исследование биологически активных веществ цветочной пыльцы (обножки) и возможности её применения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 1988. – 18 с.
37. *Farkhondeh R.* Air pollution effects on flavonoids in pollen grains of some ornamental plants // Turk. J. Bot. – 2012. – N 36. – С.49–54.
38. *Application of Capillary Electrophoresis To Study Phenolic Profiles of Honeybee-Collected Pollen*/ Qingcui Chu, Xiuhui Tian, Lianmei Jiang, Jiannong Ye // J. Agric. Food Chem. – 2007. – Vщд. 55 (22). – P. 8864–8869.
39. *Serra Bonvehí J., Soliva Torrento M., Centelles Lorente E.* Evaluation of polyphenolic and flavonoid compounds in honeybee-collected pollen produced in Spain// J. Agric. Food Chem. 2001. – Vol. 49 (4). – P. 1848–1853.
40. *Определение содержания флавоноидов в монофлёрных образцах пчелиной обножки*/ О.С. Половецка, А.А. Шапортова, О.А. Левина, Н.А. Сибиряна// Научный альманах. – 2016. – № 3–3 (17). – С. 395–400.
41. *Variability of antioxidant activity among honey bee collected pollen of different botanical origin* / N. Almaraz-Abarca, M.D. Campos, J.A. Avila-Reyes [et. al.] // Interciencia. – 2004. – Vol. 29 (10). – P. 574–578.
42. *Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Properties of Aqueous Ethanol Extracts from Monofloral Bee Pollen*/Hongcheng Zhang, Xue Wang, Kai Wang, Chunyang Li//J. of Apicultural Science. – 2015. – Vol.59 (1). – P. 119–128.
43. *Zachary Huang.* Pollen nutrition affects honey bee stress resistance//Terrestrial Arthropod Reviews. –2012. – Vol.5 (2). – P.175–189.
44. *Стаситите-Буявичене Д.* Радиоактивная нагрузка и пыльцевая обножка // Апитерапия сегодня: материалы XIII Всерос/ науч. – практ. конф. – Рыбное, 2008. – С. 71–74
45. *Wu Y.D., Lou Y.J.* A steroid fraction of chloroform extract from bee pollen of Brassica campestris induces apoptosis in human prostate cancer PC-3 cells// Phytotherapy Research. – 2007. – Vol. 21 (11). – P. 1087–1091.
46. *Trophic effect of bee pollen on small intestine in broiler chickens*/ J. Wang, S.H. Li, Q.F. Wang [et. al.] // J. of Medicinal Food. – 2007. – Vol.10 (2). – P. 276–280.
47. *Bee pollen product supplementation to horses in training seems to improve feed intake: a pilot study*/ K.K. Turner, B.D. Nielsen, C.I. O'Connor, J.L. Burton // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. – 2006. – Vol. 90 (9–10). – P. 414–420.
48. *Antioxidative ability in a linoleic acid oxidation system and scavenging abilities against active oxygen species of enzymatic hydrolysates from pollen Cistus ladaniferus* /Takeshi Nagai, Reiji Inoue, Nobutaka Suzuki [et. al.] // International Journal of Molecular Medicine. – 2005. – Vol. 15 (2). – P. 259–263.
49. *Marinova M.D., Tchobanov P.* Preparation of Antioxidant Enzymatic Hydrolysates from Honeybee-Collected Pollen Using Plant Enzymes // Enzyme Research. – 2010. – Vol. 5
50. *Черненко Е.Н.* Исследование витаминного состава пыльцы-обножки с целью разработки продуктов функционального назначения [Электрон. ресурс] // Пища. Экология. Качество: тр. XIII Междунар. науч. – практ. конф. Красноярск, 18–19 мая 2016 г. – Красноярск, 2016 С. 402–405. – Режим доступа: <http://сибниип.рф/13-konferentsii/242-el-sborniki-konferentsiy>.

51. Чекурова Н.В. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием цветочной пыльцы-обножки и перги: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2010. – 16 с.
52. *Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory*/Ananias Pascoal, Sandra Rodrigues, Alfredo Teixeira [et al.] // *Food and Chemical Toxicology*. – 2014. – Vol. 63. – P. 233–239.
53. *Evaluation of the physicochemical and functional properties of Colombian bee pollen*/ Carlos B. Fuenmayor, Carlos D. Zuluaga, Consuelo M. Diaz [et. al.] // *Rev.MVZ Cordoba* [online]. – 2014. – Vol. 19 (1). – P. 4003–4014.
54. Attia Y.A., Al-Hanoun A., Bovera F. Effect of different levels of bee pollen on performance and blood profile of New Zealand White bucks and growth performance of their offspring during summer and winter months// *J. Animal physiology and Animal nutrition*. – 2011. – Vol. 95 (1). – P. 17–26.

REFERENCES

1. Turchaninov D.V. Narusheniya struktury pitaniya naseleniya Zapadnoj Sibiri kak faktor riska formirovaniya boleznej sistemy krovoobrashheniya/ D.V. Turchaninov, Vil'ms E.A., M.S. Turchaninova, M.I. Shupina // *Profilakticheskaja i klinicheskaja medicina*. – 2013. – № 2. – S. 56–61.
2. Vil'ms E.A. Ocenka vitaminnoj obespechennosti naseleniya krupnogo administrativno-hozjajstvennogo centra Zapadnoj Sibiri /E.A. Vil'ms, D.V. Turchaninov, T.A. Junackaja, I.A. Sohoshko// *Gigiena i sanitarija*. – 2017. – № 96 (3). – S. 277–280.
3. Racion pitaniya naselenija. 2013: Statisticheskij sbornik/ Rosstat, IIC «Statistika Rossii». – M., 2016. – 220 s.
4. Osinceva L.A. Potencial produktov pchelovodstva s pasek juga Zapadnoj Sibiri v kachestve ingredientov produktov pitaniya/ L.A. Osinceva, V.I Korkina// *Novinata za naprednali nauka-2011: mater. za VII mezhdunar. nauch. – prakt. konf. 17–25 maj 2011, g. Sofija*. – T.20. – Sofija: «Bjal GRAD-BG», 2011 – S. 68–71.
5. Osinceva L.A. Tehnologija, kachestvo, bezopasnost» i tovarovednaja ocenka produktov pchelovodstva Novosibirsk: Izd-vo NGAU, 2012. – 222 s.
6. Campos M.G.R. What is the future of Bee-Pollen?/ Maria Graça R. Campos, Christian Frigerio, Joana Lopes and Stefan Bogdanov// *Journal of ApiProduct & ApiMedical Science*. – 2010. – V. 2 (4). – R. 131–144.
7. Osinceva L.A. Razrabotka metoda ocenki pyl'cevoj obnozhki medonosnyh pchel sel'ju ee ispol'zovanija v apiterapii/ L.A. Osinceva, N.L. Luk'janchikova// *Sb. nauch. trudov/Vtoraja Sibirskaja nauch. – prakt. konf. po pchelovodstvu (g. Novosibirsk, 14–17 avgusta, 2007g.)*. – Novosibirsk, 2007 – S.82–85.
8. Weiner C.N. Pollen amino acids and flower specialisation in solitary bees/ C.N. Weiner, A. Hilpert, M. Werner, K.E. Linsenmair, N. Blüthgen// *Apidologie*. – 2010. – V. 41. – P. 476–487.
9. Fang-Lin Liu Pollen phenolics and regulation of pollen foraging in honeybee colony/ Fang-Lin Liu. Xue-Wen Zhang, Jian-Ping Chai, Da-Rong Yang// *Behav Ecol Sociobiol*. – 2006. – № 59. – S. 582–588.
10. Tomas-Barberan F. Flavonoids as biochemical markers of the plant origin of bee pollen/F. Tomas-Barberan, F. Tomas-Lorente, F. Ferreres, C. Garcia-Viguera// *J. Sci. of Food and Agricul.* – 1989. – V.47, № 3. – P.337–340.
11. Webby R. Pigments in the Blue Pollen and Bee Pollen of Fuchsia excorticata / Rosemary Webby, Stephen Bloor// *Z. Naturforsch.* – 2000–55 c, 503–505 Ketkar S.S. et al., 2014.
12. Kurmanov R.G. Palinologija: uchebnoe posobie/ R.G. Kurmanov, A.R. Ishbirdin. – Ufa: RIC BashGU, 2012. – 92 s.
13. Osinceva L.A. Pyl'cevoj analiz pchelinoj obnozhki/L.A. Osinceva// *Pchelovodstvo*. – 2005. — № 5. – S.12–13.
14. Sorokin O.D. Prikladnaja statistika na komp'yutere. – Krasnoobsk: GUP RPO SO RASHN, 2004. – 162 s.
15. Budnikova N.V. Vitamin A v produktah pchelovodstva /N.V.Budnikova, L.V. Repnikova, L.A. Burmistrova// *Pchelovodstvo*. – 2017. – № 7. – S.48–49.
16. Oliveira K. Relationship between botanical origin and antioxidants vitamins of bee-collected pollen/ K. C. L.S. Oliveira, M. Moriya, R. A.B. Azedo, L.B. Almeida-Muradian, E.W. Teixeira, M. L. T.F. Alves, A. C. C. C. Moreti // *Química Nova*. – 2009. – V. 32 (5). – R. 1099–1102.
17. Almeida L.B. Carotenoids and pro-vitamin A value of white fleshed Brazilian sweet potatoes/ L.B. Almeida, M.V.C. // *J.Food Composition and Analysis*. – 1988. – V. 1. – R. 341–352.

18. Campos M.G.R. Pollen composition and standardisation of analytical methods// Maria Graça R. Campos, Stefan Bogdanov, Ligia Bicudo de Almeida-Muradian, Teresa Szczesna, Yanina Mancebo, Christian Frigerio, Francisco Ferreira// *Journal of Apicultural Research and Bee World*. – 2008 – V. 47 (2). – R. 156–163.
19. Chantarudee A. Chemical constituents and free radical scavenging activity of corn pollen collected from *Apis mellifera* hives compared to floral corn pollen at Nan, Thailand / Atip Chantarudee, Preecha Phuwapraisirisan, Kiyoshi Kimura, Masayuki Okuyama, Haruhide Mori, Atsuo Kimura, Chanpen Chanchao// *BMC Complementary and Alternative Medicine*. – 2012, <http://www.biomedcentral.com>
20. Chugreev M.K. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie intensivifikacii pchelovodstva za schjot ispol'zovaniya biologicheskikh osobennostej medonosnyh pchel i primenenija apiproduktov/ Avtoreferat diss. d-ra biol. Nauk. – Volgograd, 2011. – 46 s.
21. Osinceva L.A. Palinologicheskaja ocenka produkcii pchelovodstva, poluchaemoj na juge Zapadnoj Sibiri/L.A.Osinceva, M.V. Volkova// *Jekologicheskie problemy zhivotnyh i cheloveka: sb. dokl. II mezhdunar. simpoziuma (MSH RF; NGAU; NII zhivotnovodstva; BiTI, 29–30 oktjabrja 2009 g.)* – Novosibirsk, 2010. – S. 152–156.
22. Osinceva L.A. Flavonoidy pyl'cevoj obnozhki/ L.A. Osinceva, N.L. Luk'janchikova, K. Ja. Motovilov// *Pchelovodstvo*. – № 3. – 2007. – S.50–51.
23. Ishemgulov A.M. Kachestvo pyl'cy Bashkortostana / A.M. Ishemgulov, N.Z. Ishemgulova // *Pchelovodstvo*. – 2006. – № 3. – S. 58–59.
24. Sharafitdinov R. Ju. Pyl'cevaja obnozhka – odin iz resursov razvitija pchelovodstva v Bashkortostane/ R. Ju. Sharafitdinov, A.M. Ishemgulov.// *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. – 2010. – № 2. – S. 55–56.
25. Kroer D.V. Sravnitel'naja veterinarno-sanitarnaja ocenka propolisa i pyl'cy, poluchennyh v uslovijah raznyh geograficheskikh zon/ D.V. Kroer, Ja.V. Potockaja, I.V. Jakushkin, N.B. Dovgan // *Nauka i obrazovanie v zhizni sovremennogo obshhestva: sb. nauch. tr. po materialam mezhdunar. nauch. – prakt. konf. 30 aprelja 2015 g. Tambov: OOO «Konsalt. komp. Jukom», 2015 163 s. Chast» 6* – Tambov, 2015. – S. 75–77. <https://docviewer.yandex.ru/view/35442184>
26. Krivcov N.I. Sostav monoflernoj pyl'cevoj obnozhki / N.I. Krivcov, A.S. Lizunova // *Dokl. Ross. akademii s. – h. nauk*. – 2004. – № 5. – S. 39–41.
27. Shapiro D.K. Fenol'nye soedinenija pyl'cy medonosnyh rastenij/ D.K. Shapiro, L.V. Anihimovskaja, T.I. Narizhnaja// *Mater. IV Vsesojuz. simpoziuma po fenol'nym soedinenijam*. – Tashkent, 1982. – S.110–111.
28. Feas X. Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality / X. Feas, M.P. Vazquez-Tato, L. Estevinho, J.A. Seijas, A. Iglesias // *Molecules*. – 2012. – V. 17 (7). – P. 8359–8377.
29. LeBlanca B.W. Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen/ LeBlanca B.W., O.K. Davisb, S. Bouec, A. DeLuccac, T. Deebya // *Food Chem*. – 2009. – V.115 (4). – R.1299–1305.
30. Rebiai A. Chemical composition and antioxidant activity of *Apis Mellifera* bee pollen from Northwest Algeria/ A. Rebiai, T. Lanez// *J Fundament Appl Sci*. –2012. – V. 4 (2). – R. 26–35.
31. Margaoan R. Honeybee-collected pollen from Transylvania: palynological origin, phenolic content and antioxidant activity/ R. Margaoan, L.A. Marghitaş, D. Dezmirean, O. Bobis, L. Tomos, C. Mihai, V. Bonta// *Bulletin UASVM & Veterinary Medicine Cluj-Napoc. Animal Sci Biotechnol*. – 2013. – V. 70 (2). – P. 311–315.
32. Prelipcean A.A. The dynamics of total polyphenols, flavonoids and antioxidant activity of beepollen collected from Moldavia Area, Romania. *Cercetari Agronomice in Moldova*. – 2012. – V. 45 (1). – R. 81–92.
33. Ketkar S.S. Investigation of the nutraceutical potential of monofloral Indian mustard bee pollen/ Sameer S. Ketkar, Atul S. Rathore, Atul S. Rathore, Lakshmi Rao, Anant R. Paradkar, Kakasaheb R. Mahadik// *Journal of Integrative Medicine*. – 2014. – V. 12. – № 4. – P. 379–389.
34. Carpes S.T. Masson Chemical composition and free radical scavenging activity of *Apis Mellifera* bee pollen from Southern Brazil/ S.T. Carpes, G.B. Mourao, S.M. Alencar, M.L. Braz // *J Food Tech*. – 2009. – V. 12 (1/4). – R. 220–229. V
35. Osinceva L.A. Flavonoidy pyl'cevoj obnozhki/ L.A. Osinceva, N.L. Luk'janchikova, K. Ja. Motovilov// *Pchelovodstvo*. – № 3. – 2007. – S.50–51.
36. Machjokas A. Ju. Sravnitel'noe issledovanie pigmentov v obnozhke nekotoryh vidov rastenij Litovskoj i Belorusskoj SSR/A.Ju. Machekas, D.K. Shapiro, V.A. Bandjukova// *Apiterapija. Biologija i tehnologija produktov pchelovodstva//Mater. Vsesojuz. konf.* – Dnepropetrovsk, 1988. – Ch.2. – S. 37–41.

37. Machekas A. Ju. Issledovanie biologicheski aktivnyh veshhestv cvetochnoj pyl'cy (obnozhki) i vozmozhnosti ejo primeneniya/ Avtoref. diss., kand. nauk. – Minsk, 1988. – 18s.
38. Farkhondeh Rezanejad Air pollution effects on flavonoids in pollen grains of some ornamental plants/ Farkhondeh Rezanejad// Turk J Bot. – 2012. – № 36. – S.49–54.
39. Qingcui Chu Application of Capillary Electrophoresis To Study Phenolic Profiles of Honeybee-Collected Pollen/ Qingcui Chu, Xiuhui Tian, Lianmei Jiang, Jiannong Ye // J. Agric. Food Chem. – 2007. – V.55 (22). – P. 8864–8869.
40. Serra Bonvehi J. Evaluation of polyphenolic and flavonoid compounds in honeybee-collected pollen produced in Spain/ Serra Bonvehi J., Soliva Torrento M., Centelles Lorente E.// J Agric Food Chem. 2001. – V. 49 (4): 1848–1853.
41. Poloveckaja O. S. Opređenje soderžanija flavonoidov v monofljornyh obrazcah pchelinoj obnozhki/ O.S Polovecka, A.A. Shaportova, O.A. Levina, N.A. Sibirjana// Nauchnyj al'manah. – 2016. – № 3–3 (17). – S. 395–400.
42. Almaraz-Abarca N. Variability of antioxidant activity among honey bee collected pollen of different botanical origin / N. Almaraz-Abarca, M.D. Campos, J.A. Avila-Reyes, N. Naranjojimenez, J. Herrera-Corral, L.S. Gonzalez-Valdez // Interciencia. – 2004. – V. 29 (10). – P. 574–578.
43. Zhang H. Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Properties of Aqueous Ethanol Extracts from Monofloral Bee Pollen/Hongcheng Zhang, Xue Wang, Kai Wang, Chunyang Li//J. of Apicultural Science. – 2015. – V.59 (1). – P. 119–128.
44. Zachary Huang Pollen nutrition affects honey bee stress resistance/Terrestrial Arthropod Reviews. –2012. – V.5 (2). – R.175–189.
45. Stasitite-Bunjavichene D. Radioaktivnaja nagruzka i pyl'cevaja obnozhka /D.Stasitite-Bunjavichene// Apiterapija segodnja: materialy XIII Vseross. nauch. – prakt. konf. – Rybnoe, 2008. – S. 71–74
46. Wu Y.D. A steroid fraction of chloroform extract from bee pollen of *Brassica campestris* induces apoptosis in human prostate cancer PC-3 cells/ Y.D. Wu, Y.J. Lou// Phytotherapy Research. – 2007. – V. 21 (11). – P. 1087–1091.
47. Wang J. Trophic effect of bee pollen on small intestine in broiler chickens/ J. Wang, S.H. Li, Q.F. Wang, B.Z. Xin, H. Wang// J.1 of Medicinal Food. – 2007. – V.10 (2). – P. 276–280.
48. Turner K.K. Bee pollen product supplementation to horses in training seems to improve feed intake: a pilot study/ K.K. Turner, B.D. Nielsen, C.I. O'Connor, J.L. Burton, // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. – 2006. – V. 90 (9–10). – P. 414–420.
49. Takeshi Nagai Antioxidative ability in a linoleic acid oxidation system and scavenging abilities against active oxygen species of enzymatic hydrolysates from pollen *Cistus ladaniferus* /Takeshi Nagai, Reiji Inoue, Nobutaka Suzuki, Takao Myoda, Toshio Nagashima// International Journal of Molecular Medicine. – 2005. – V. 15 (2). – R. 259–263.
50. Marinova M.D. Preparation of Antioxidant Enzymatic Hydrolysates from Honeybee-Collected Pollen Using Plant Enzymes /Margarita D. Marinova, Bozhidar P. Tchobanov// Enzyme Research. – 2010. – V. 5
51. Chernenkov E.N. Issledovanie vitamin'nogo sostava pyl'cy-obnozhki s cel'ju razrabotki produktov funkcional'nogo naznacheniya/Tr. XIII mezhdunar. nauch. – prakt. konf. Pishha. Jekologija. Kachestvo. Krasnojarsk, 18–19 maja 2016 g. S. 402–405. [Elektronnyj resurs] <http://sibniip.rf/13-konferentsii/242-el-sborniki-konferentsiy>.
52. Chekurova N.V. Razrabotka tehnologii hlebobulochnyh izdelij s ispol'zovaniem cvetochnoj pyl'cy-obnozhki i pergi: avtoref.t diss. ... kand. teh. nauk. – Moskva, 2010. – 16s.
53. Pascoal A. Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory/Ananias Pascoal, Sandra Rodrigues, Alfredo Teixeira, Xesus Feas, Leticia M. Estevinho// Food and Chemical Toxicology. –2014. – 63. – R. 233–239.
54. Fuenmayor B.C. Evaluation of the physicochemical and functional properties of Colombian bee pollen/ Carlos B. Fuenmayor, Carlos D. Zuluaga, Consuelo M. Diaz, Marta de C. Quicazan, María Cosio, Saverio Mannino// Rev.MVZ Cordoba [online]. – 2014. – V. 19 (1). – P. 4003–4014.
55. Attia Y.A. Effect of different levels of bee pollen on performance and blood profile of New Zealand White bucks and growth performance of their offspring during summer and winter months/ Y.A. Attia, A. Al-Hanoun, F. Bovera// J. Animal physiology and Animal nutrition. – 2011. – V. 95 (1). – P. 17–26.