

УДК 57.042

## ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОРГАНИЗМА ПЧЕЛ В УСЛОВИЯХ ПРИГОРОДНЫХ ПАСЕК

**Калашникова М.В., Сидорова К.А., Пашаян С.А., Матвеева А.А.**  
*ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,  
Тюмень, e-mail: forte.mar@mail.ru*

Результаты проведенных исследований свидетельствует, что химический состав отдельных фрагментов организма пчел, обитающих в разных экологических условиях, колеблется. Уровень макро- и микроэлементов в отдельных фрагментах тела пчел (голова, грудь, брюшко, крылья, ноги) определяли методом спектрального анализа. В результате исследования выявлена территориальная и тканевая специфичность в накоплении тяжелых металлов медоносными пчелами. Причем, пчелы в большей степени содержат такие вещества, как железо, свинец, что связано с высоким содержанием этих веществ в окружающей среде данной территории. Установлено, что интенсивное накопление железа, свинца и меди происходит в брюшках пчел, никеля, марганца – в крыльях, цинка – в ногах. Выявленное наличие тяжелых металлов в тканях пчел изучаемых территорий указывает на аккумуляцию и включение этих элементов в процессы метаболизма данных насекомых, которые, образуя высокотоксичные канцерогенные соединения, загрязняют продукты пчеловодства.

**Ключевые слова:** пчелы, химические элементы, пасека, макро-, микроэлементы, поллютанты

## STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE BODY BEES IN SUBURBAN APIAREAS

**Kalashnikova M.V., Sidorova K.A., Pashayan S.A., Matveeva A.A.**  
*VPO «State Agrarian University of North Trans-Ural region», Tyumen, e-mail: forte.mar@mail.ru*

The results of these studies show that the chemical composition of individual fragments of the body of bees that live in different environments, are staggering. The level of macro- and micronutrients in the individual fragments of the body of bees (heads, breasts, abdomen, wings, legs) was determined by spectral analysis. The study revealed territorial and tissue specificity in the accumulation of heavy metals by honeybees. Moreover, bees largely comprise materials such as iron, lead, which is connected with a high content of these substances in the environment of the area. Found that an intense accumulation of iron, lead and copper occurs abdomens bees, nickel, manganese – in flaps, zinc – in the legs. Revealed the presence of heavy metals in tissues of bees study area, indicating the accumulation and integration of these elements in the process of metabolism data insects, which form highly carcinogenic compounds that pollute the bee products.

**Keywords:** bees, the chemical elements, an apiary, macro- and microelements, pollutants

Уже в начале прошлого века доказана связь между пчелами и содержанием металлов в окружающей среде [4]. Большая часть химических элементов в определенных концентрациях необходима для жизнедеятельности живых организмов, при содержании же их в почве в избыточном количестве микроэлементы накапливаются в растениях, от которых по трофической цепи передаются пчелам и далее, через продукты пчеловодства, человеку [5, 3, 7].

Наши исследования проводились на пчелиных семьях пасек, расположенных в п. Боровое Тюменского района и в г. Тюмени. Из 20 семей пар-аналогов отбирали пробы подмора пчел по 300 г. Тела пчел тщательно расчленили, затем методом спектрального анализа определяли уровень макро- и микроэлементов в отдельных фрагментах тела пчел (головах, грудках, брюшках, крыльях, ножках). Биохимические показатели гемолимфы пчел определяли на полуавтоматическом анализаторе «Clima MC-15» по общепринятым методикам.

В результате проведенных исследований установлены определенные колебания

количества тяжелых металлов в тканях пчел изучаемых территорий, более интенсивное накопление поллютантов выявлено в брюшках пчел.

Общеизвестно, что свинец содержится в выбросах предприятий металлургии, металлообработки, электротехники, нефтехимии и автотранспорта. По результатам наших исследований степень накопления свинца более выражена у пчел городской территории, причем интенсивнее этот процесс выявлен в ножках (до  $0,175 \pm 0,002$  мг/кг) и в брюшках (до  $0,947 \pm 0,001$  мг/кг) пчел.

Наличие в большом количестве данного металла в организме пчел связано с их образом жизни и питания. Установлены отличия по содержанию свинца в исследуемых группах: если в брюшках разница составляет 10,21%, то в ножках достигает 74,31%, в крыльях 70,25%.

Что касается никеля, то он также проявляет разные концентрирующие свойства. Значительное накопление никеля происходит в крыльях пчел (до  $0,326 \pm 0,001$  мг/кг – п. Боровое;  $0,188 \pm 0,001$  мг/кг – в г. Тюмени). Так, у пчел с пасеки в п. Бо-

ровое содержание никеля в головах, ногах и крыльях превышает аналогичные показатели пчел г. Тюмени на 68,63; 75,69 и 42,25% соответственно. Тогда как в брюшках и грудках пчел г. Тюмени содержание никеля оказалось выше аналогичных показателей пчел п. Боровое на 54,34 и 57,79% соответственно.

Никель является опасным поллютантом, поступающим в окружающую среду с выбросами металлообрабатывающих предприятий, а также в связи с растущими темпами сжигания угля и нефти [8]. Осадки сточных вод и некоторые фосфатные удобрения – один из источников поступления никеля в почвы. Техногенное загрязнение значительно сказывается на концентрации никеля в растениях: надземные части растений накапливают большие количества никеля, поступающего из атмосферы, повышенные его концентрации были зарегистрированы в ягодах и семенах [2].

В основе магниторецепции пчел лежит взаимодействие внешнего магнитного поля с кристаллами магнетита – биогенного железосодержащего соединения, обладающего свойствами феррита [10]. По мнению Ломаева Г.В. (2004), накопление железа в онтогенезе пчел носит неравномерный характер, и под воздействием внешних факторов обмен и минерализация железа изменяются, сдвигается начало минерализации. Избыточное поступление железа приводит к повышению его концентрации в тканях независимо от стадии развития пчелы, что влечет изменение его распределения в организме [6]. Нами установлено повышенное содержание железа в брюшках пчел (г. Тюмени –  $0,143 \pm 0,0001$  г/кг в п. Боровое –  $0,092 \pm 0,0001$  г/кг), далее крылья (г. Тюмень –  $0,022 \pm 0,0001$  г/кг, п. Боровое –  $0,022 \pm 0,0001$  г/кг), в остальных фрагментах тела наблюдалось более равномерное распределение этого элемента.

В организме важнейшие биохимические функции выполняет цинк. Благодаря этому элементу происходят десятки ферментативных реакций, процессы деления и созревания клеток, он способствует синтезу белков и обеспечивает метаболизм нуклеиновых кислот. Тем не менее избыток цинка препятствует усвоению других минералов, особенно марганца, меди, железа и селена. При определении цинка его накопление наблюдалось в ногах и брюшках пчел до  $84,375 \pm 0,004$  и  $13,181 \pm 0,003$  мг/кг – в г. Тюмени, до  $76,747 \pm 0,009$  и  $14,551 \pm 0,002$  мг/кг в п. Боровое. Во всех фрагментах пчел г. Тюмени наблюдались высокие показатели по цинку в сравнении с пчелами п. Боровое, превышение состави-

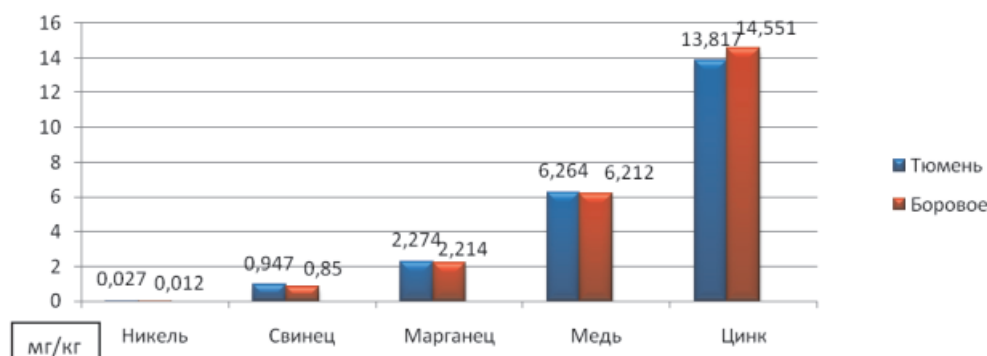
ло: голова – 48,64%, грудь – 37,62%, брюшко – 5,06%, ноги – 9,04%, крылья – 23,81%.

Важное значение для жизнедеятельности организма пчел имеет марганец. Он активизирует окислительно-восстановительные процессы, участвует в белковом, жировом и минеральном обменах. Для марганца характерно проявление накопительных свойств в крыльях (до  $3,213 \pm 0,001$  мг/кг – в г. Тюмени,  $3,174 \pm 0,002$  мг/кг – в п. Боровое), в брюшках (до  $2,273 \pm 0,002$  мг/кг – в г. Тюмени, до  $2,214 \pm 0,003$  мг/кг – в п. Боровое) и ногах (до  $1,793 \pm 0,004$  мг/кг – г. Тюмень, до  $1,744 \pm 0,002$  мг/кг – п. Боровое). Разница между районами не достоверна. Менее выражено накопление марганца в головах (г. Тюмени –  $0,332 \pm 0,001$  мг/кг, п. Боровое –  $0,315 \pm 0,003$  мг/кг), груди (г. Тюмени –  $0,273 \pm 0,001$  мг/кг, п. Боровое –  $0,268 \pm 0,002$  мг/кг) пчел. Разница между исследованными группами составила от 0,99–4,70%.

Физиологическая активность меди в живых организмах связана с включением ее в состав активных центров окислительно-восстановительных ферментов. Недостаточное содержание меди в почвах отрицательно влияет на синтез белков, жиров и витаминов и способствует бесплодию растительных организмов. Медь участвует в процессе фотосинтеза и влияет на усвоение азота растениями. Одной из избыточных концентраций меди оказывают неблагоприятное воздействие на растительные и животные организмы. Более 90% всех антропогенных выбросов этого металла приходится на долю предприятий цветной металлургии, примерно 25% выбросов меди осуществляются в Ревде, Красноуральске, Кольчугино Свердловской области [1], которая соседствует с Тюменской.

В результате исследований установлено, что медь равномерно распределяется во фрагментах тела пчел, с преимущественным содержанием в брюшках (п. Боровое –  $6,212 \pm 0,002$  мг/кг и г. Тюмень –  $6,264 \pm 0,004$  мг/кг). Далее следуют показатели грудь (п. Боровое –  $5,124 \pm 0,002$  мг/кг, г. Тюмень –  $5,182 \pm 0,002$  мг/кг), крылья (п. Боровое –  $4,103 \pm 0,001$  мг/кг, г. Тюмень –  $4,123 \pm 0,003$  мг/кг), ноги (п. Боровое –  $3,341 \pm 0,002$  мг/кг, г. Тюмень –  $3,355 \pm 0,004$  мг/кг), голова (п. Боровое –  $3,133 \pm 0,002$  мг/кг, г. Тюмень –  $3,232 \pm 0,002$  мг/кг). Разница в содержании изучаемых территорий не достоверна.

Таким образом, на основании полученных нами данных можно заключить, что в брюшках пчел зарегистрировано более интенсивное накопление железа, свинца и меди (рисунок).



Содержание в брюшках

Тропность железа, свинца и меди характеризует концентрирующие свойства жирового тела. Это подтверждается наличием сильной положительной корреляционной связи между количеством триглицеридов в гемолимфе и содержанием свинца и меди в теле пчел. Положительная корреляционная связь средней интенсивности наблюдается между количеством меди в гемолимфе и марганцем ( $r = 0,56-0,82$ ) в теле пчел, количеством меди в гемолимфе и никелем ( $r = 0,52-0,61$ ) в теле пчел. Никель и марганец сосредоточены в крыльях пчел. Цинк концентрируется в ногах. Выявлена средняя положительная связь между количеством цинка в теле пчел и концентрацией магния в гемолимфе. Отмечено, чем выше уровень цинка в теле пчел, тем ниже показатели по общему белку ( $r = -0,75; -0,89$ ), что отражается и на количестве альбумина ( $r = -0,14; -0,57$ ). Высокое поступление свинца, железа, меди в организм пчел снижает количественные показатели калия ( $r = -0,44; -0,82$ ) и магния ( $r = -0,63; -0,72$ ), ионов, которые являются преобладающими катионами в гемолимфе. В ответ на загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами отмечается активация биохимических реакций организмов, способствующая их адаптации к загрязнению.

Лебедев В.И. (2003) полагает, что основное количество тяжелых металлов накапливается в теле пчел за счет интенсивного потребления ими в течение двух недель пыльцы и перги, загрязненность которых в сотни раз выше, чем нектара и меда, а также во время переработки нектара в мед при отцеживании пыльцы и поступлении ее в среднюю кишку [2]. В результате производственной и сельскохозяйственной деятельности человека наблюдается концентрация химических элементов и их поступление в объекты окружающей среды. Дальнейшее распределение химических элементов осуществляется природными

факторами миграции, образующими антропогенные ореолы и потоки рассеяния [9].

Анализ полученных нами результатов исследований свидетельствует, что химический состав отдельных фрагментов организма пчел, обитающих в разных экологических условиях, колеблется. Установлено, что интенсивное накопление железа (до  $0,143 \pm 0,001$  г/кг – г. Тюмень), свинца (до  $0,948 \pm 0,001$  мг/кг – г. Тюмень) и меди (до  $6,264 \pm 0,004$  мг/кг – г. Тюмень) происходит в брюшках пчел, никеля (до  $0,326 \pm 0,001$  мг/кг – п. Боровое), марганца (до  $3,213 \pm 0,001$  мг/кг – г. Тюмень) – в крыльях, цинка (до  $84,375 \pm 0,004$  мг/кг – г. Тюмень) – в ногах.

В результате исследования выявлена территориальная и тканевая специфичность в накоплении тяжелых металлов медоносными пчелами. Причем, пчелы г. Тюмени в большей степени содержат такие вещества, как железо (до  $0,143 \pm 0,001$  г/кг), свинец ( $0,949 \pm 0,001$  мг/кг), что связано с высоким содержанием этих веществ в окружающей среде данной территории. Выявленное наличие тяжелых металлов в тканях пчел изучаемых территорий указывает на аккумуляцию и включение этих элементов в процессы метаболизма данных насекомых, которые, образуя высокотоксичные канцерогенные соединения, загрязняют продукты пчеловодства.

#### Список литературы

1. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеониздат, 1986. – 200 с.
2. Занилов А.Х. Динамика распределения тяжелых металлов в торфяных низинных почвах в зависимости от их фосфатного уровня: дис. ... канд. сел.-хоз. наук: 06.01.04. – СПб., 2005. – 173 с.
3. Кашина Г.В. Эколого-токсикологические основы защиты медоносных пчел от болезней и вредителей: Автореф. дис. д-ра биол. наук, экология. – Красноярск, 2009. – 39 с.
4. Крейн Е. Пчеловодство мира в прошлом и настоящем: пер. с англ. А. Воровича; под ред. Т. Губиной // Пчела и улей. – М.: Изд-во «Колос», 1969. – С. 15–29.

5. Лебедев В.И. Экологическая чистота продуктов пчеловодства журнал / В.И. Лебедев, Е.А. Мурашова // Пчеловодство. – 2003. – № 4. – С. 18–21.
6. Ломаев Г.В. Магнитные параметры пчел *Apis mellifera* (L.), полученные сквид-магнитометрией / Г.В. Ломаев, Н.В. Бондарева // Биофизика. – 2004. – Т. 49, № 6. – С. 1118–1120.
7. Пашаян С.А. Содержание тяжелых металлов в организме пчел на пасеках Зауралья / С.А. Пашаян, К.А. Сидорова, Н.М. Столбов, М.В. Калашникова // Наука – сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Курган: Изд-во «Зауралье», 2003. – С. 281–184.
8. Синтюрина А.В. К вопросу о патогенном действии бензапирена, как загрязнителя окружающей среды / А. В. Синтюрина, А. Б. Бигалиев // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2009. – № 1(24). – С. 14–21.
9. Саег Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саег, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. // М.: Недра, 1991. – 335 с.
10. Walker M.M. Attached magnets impair magnetic field discrimination by honeybees / M.M. Walker, M.E. Bitterman // J. Exp. Biol. – 1989. – Vol. 141. – P. 447–451.
4. Krejn E. Pchelovodstvo mira v proshlom i nastoyaschem. Pchela i ulej. Per. s angl. A. Vorovichа pod red. T. Gubinoy. Izd. «Kolos», Moscow, 1969, pp. 15–29.
5. Lebedev V.I., Murashova E.A. Yekologicheskaya chistota produktov pchelovodstva zhurnal. Pchelovodstvo. 2003, no 4, pp. 18–21.
6. Lomaev G.V., Bondareva N.V. Magnitnye parametry pchel *Apis mellifera* (L.), poluchennye skvid-magnitometriy. Biofizika, 2004. Vol. 49, no 6, pp. 1118–1120.
7. Pashajan S.A., Sidorova K.A., Stolbov N.M., Kalashnikova M.V. Soderzhanie tyazhelykh metallov v organizme pchel na pasekakh Zauralya. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii «Nauka – selskomu hozyaystvu». Kurgan, Izd-vo “Zauralye”, 2003, pp. 281–184.
8. Sintyurina A.V., Bigaliev A.B. K voprosu o patogenom deystvii benzapirena, kak zagryaznitelya okruzhayushey sredy. Vestnik KazNU. Seriya yekologicheskaya. 2009, no 1(24), pp. 14–21.
9. Saet Ju.E., Revich B.A., Janin E.P. i dr. Geohimiya okruzhayushey sredy. Moscow, Nedra, 1991. 335 p.
10. Walker M.M., Bitterman M.E. Attached magnets impair magnetic field discrimination by honeybees. J. Exp. Biol. 1989. Vol. 141, pp. 447–451.

### References

1. Bezuglaya Je.Ju. Monitoring sostojaniya zagryazneniya atmosfery v gorodakh. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1986. 200 p.
2. Zamilov A.H. Dinamika raspredeleniya tyazhelykh metallov v torfyanykh nizinykh pochvakh v zavisimosti ot ih fosfatnogo urovnya: diss. kand. sel.-hoz. nauk: 06.01.04. Spb., 2005. 173 p.
3. Kashina G.V. Jekologo-toksikologicheskie osnovy zaschity medonosnykh pchel ot bolezney i vreditel'ey. Avtoref. diss. doktora biol. nauk, yekologiya. Krasnoyarsk, 2009. 39 p.

### Рецензенты:

Драгич О.А., д.б.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень;

Домацкий В.Н., д.б.н., зам. директора по научной работе, ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии», г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 17.10.2013.