

УДК 638.1.:579



**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПЫЛЬЦЕВОЙ ОБНОЖКИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ В
ПРОГНОЗИРОВАНИИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Л.А. Осинцева, доктор биологических наук
Новосибирский государственный аграрный университет

Ключевые слова: медоносные пчелы, пчелопродукт, апимониторинг, пыльцевая обножка

Представлена информация, подтверждающая перспективность использования пыльцевой обножки медоносных пчёл в контроле состояния окружающей природной среды. Указаны уровни микробной контаминации обножки, собранной в районах юга Западной Сибири. Определены основные задачи, решение которых позволит прогнозировать микробиологическую безопасность продукции из растительного сырья на основе анализа микробиоты пыльцевой обножки медоносных пчёл.

**PROSPECTS POLLEN LOAD HONEYBEE IN FORECASTING MICROBIOLOGICAL
SAFETY OF PLANT PRODUCTS**

Osintseva L.A. – *doctor of biological Sciences, professor*

Keywords: honeybee, bee products, apimonitoring, pollen load

The article presents the information on the basis of which is possible to determine the suitable honeybee pollen load good for environmental moniting. There are given the data on the content of microbial contamination in pollen load collected in the southern area of West Siberia. The primary goals which decision will allow to predict microbiological safety of vegetative production and food on the basis of the analysis of pollen load microbiota are determined.

Одним из методов экологической оценки состояния окружающей среды является апимониторинг, методы и нормативы которого наименее разработаны. Использование медоносных пчел и пчелопродуктов открывает новые возможности не только в контроле экологического состояния природной среды, но и в области прогнозирования качества и безопасности растительного сырья и продуктов пчеловодства. Апимониторинг успешно применялся для контроля тяжелых металлов и уровня радиоактивной загрязненности местности в России на территориях Пермской, Смоленской, Московской областей, Башкортостана и Удмуртии, а также в Чехии, Хорватии, Беларуси, Италии, Англии и США. Апимониторинг микробных комплексов в биогеоценозах до настоящего времени не только не использовался, но даже и не разработан. По нашему мнению, при максимальной реализации биологического ресурса индикаторов апимониторинга открываются новые возможности не только в контроле экологического состояния природной среды, но и в области прогнозирования качества и микробиологической безопасности растительного сырья и продуктов пчеловодства. Для этого необходима разработка теоретических основ выбора индикатора и построения системы апимониторинга состояния микробиоценозов.

Известные взаимосвязи состояния биоты и устойчивости экосистем побуждают к поиску и разработке информативных биологических показателей для оценки качества окружающей

среды. Известно, что на основе биотической оценки природной экосистемы можно описать ее состояние, прогнозировать развитие и давать рекомендации по использованию. Таким индикатором в апимониторинге может служить микробиота пыльцевой обножки. Пыльцевая обножка пчел благодаря своему химическому составу, представленному белковыми, углеводными, липидными, биологически активными компонентами и витаминным комплексом, является идеальным местообитанием для широкого круга микроорганизмов, в том числе представляющих реальную угрозу для здоровья человека из-за патогенных или токсиногенных свойств. Изучение микробиоты пыльцевой обножки позволит прогнозировать микробиологическую безопасность пчелопродуктов, естественным компонентом которых она является, а также, возможно, растительной продукции и растительного сырья, получаемых в местах сбора обножки.

Пыльцевая обножка медоносных пчел, в силу специфики её получения пчелиной семьей и технологии получения человеком, может служить интегральным показателем состояния биоценозов не только по накоплению различных антропогенных загрязнителей, как было показано отечественными и зарубежными исследователями ранее, но и по характеру и уровню контаминации микроорганизмами. Микробиота пыльцевой обножки, сформированная в результате интеграции эдафитных, эпифитных и аэрогенных микроорганизмов, способных адаптироваться к специфическим условиям средообразования обножки, удовлетворяет требованиям, которые предъявляются к показателям состояния окружающей среды, поскольку использование такого индикатора не требует дополнительного пространственно-временного обследования, удовлетворяет требованиям интегральности отклика на воздействие факторов её формирования и, наряду с мониторингом состояния природных экосистем, изучение микробиоты пыльцевой обножки медоносных пчел позволяет подойти к решению проблемы диагностики экологического неблагополучия на основе оценки микробиологической безопасности продукта.

Количественный учет различных групп санитарно-показательных микроорганизмов пыльцевой обножки позволит оценить состояние биогеоценозов, в которых она была получена, с точки зрения санитарной микробиологии. Возможность реализации такого подхода была показана при оценке состояния почвенных экосистем методом анализа почвенной микробиоты. В настоящее время наиболее разработанным и успешно реализуемым подходом в мониторинге природных экосистем, основанном на микробиологической индикации, следует признать использование почвенных микробиоценозов. Если принять во внимание роль почв в качестве средообразующего фактора формирования не только почвенного микроценоза, но и микробиоты каждого из компонентов биогеоценоза, то логичным будет предположение о влиянии состояния природных экосистем на состав и функционирование микробиоты растительного сырья и продуктов конкретного биоценоза.

Авторы, изучившие свободно летающих медоносных пчел в аэрозольном облаке, содержащем споры *Bacillus atrophaeus* (= *B. subtilis* var. *niger*), показали, что колонии пчел можно использовать для мониторинга территорий агроценозов на наличие в воздухе болезнетворных спор [1].

Адекватность использования пчел в мониторинге микроорганизмов была продемонстрирована исследователями Болонского университета в работах по прогнозированию бактериального ожога фруктовых деревьев за несколько месяцев до эпизоотии путем выявления на медоносных пчелах бактерий *Erwinia amylovora* – возбудителей заболевания [2].

Уникальной практической реализацией существующих экологических взаимосвязей, обеспечивающих циркуляцию микроорганизмов в биоценозе, является использование медоносных пчел в качестве распространителей агентов биологического контроля численности фитофагов и фитопатогенных микроорганизмов [3-5]. Так, было отмечено снижение заболеваемости серой гнилью земляники на плантациях Израиля при использовании пчел в

качестве переносчика препарата, содержащего конидии *Trichoderma harzianum* – гриба-антагониста возбудителя заболевания *Botrytis cinerea* [6]. Кроме того, описаны перенос пчелами микрокапсулированных энтомопатогенных спор *B. thuringiensis*, которыми были контаминированы их покровы, и обеспечение защиты культуры (*Helianthus annuus*) от личинок кукурузной моли, а также использование пчел в качестве переносчиков конидий энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* на растения для их защиты от фитофагов [7, 8].

Регулирование микробных сообществ посредством медоносных пчел, используемых в качестве векторов переноса, успешно осуществляется в контроле уровня контаминации агроценоза интродуцированными энтомопатогенными бактериями *Bacillus thuringiensis* при биологической защите растений от вредителей [8, 9].

Эпифитная микрофлора, наряду с микробными комплексами на покровах насекомых, оказывает существенное влияние на формирование микробиоты пыльцевых зерен, собираемых и сформированных в обножку пчелами. Поэтому в целях адекватной оценки факторов формирования, следовательно, и изменения качественных и количественных характеристик микробиоты обножки необходимо проведение палинологических исследований, как и при мониторинге окружающей среды в отношении других поллютантов [10].

Что касается использования пчел и пчелопродуктов для контроля за состоянием и изменениями микробных комплексов в биоценозах, то работы в этом направлении не только фрагментарны, но и сведения о факторах формирования и о характере микробиоты продуктов пчеловодства в литературе немногочисленны [3, 4, 7 - 9, 11 - 25].

Обзор доступных источников информации показывает, что до недавнего времени не предпринималось попыток оценить состояние окружающей природной среды на основе анализа индикационной роли микробного комплекса, определяющего, с одной стороны, микробиологическую безопасность продукции медоносных пчел, а с другой – отражающего микробиологическую характеристику биотопов пчелиной семьи. Отсутствуют работы, обосновывающие выбор пчелопродукта – индикатора санитарно-показательных видов микроорганизмов в агроландшафтах.

Поскольку известно, что споры плесневых грибов устойчивы при всех известных технологиях обработки, которые обеспечивают сохранность биологически активных веществ, определяющих потребительскую ценность продуктов пчеловодства, то потенциальная опасность связана с возможностью накопления микотоксинов при высоком уровне обсемененности токсиногенными видами грибов [23, 26]. Очевидно, что актуальным является изучение факторов, определяющих состав и количество микромицетов пыльцевой обножки, учитывая, что она формируется как за счёт собственной микрофлоры пчёл, так и за счёт микрофлоры растений, которая определяется условиями и местом произрастания, а также микрофлорой атмосферного воздуха. Таким образом, можно предполагать наличие множественности детерминирующих экологических факторов, определяющих формирование грибных сообществ пыльцевой обножки. Поэтому исследование санитарно-показательных микроорганизмов группы «грибы и дрожжи» в фитоценозах и в пыльцевой обножке медоносных пчел явится первым шагом в разработке методических подходов апимониторинга микробных комплексов природных экосистем.

Проведённые нами исследования позволили выявить закономерности изменений уровня микробной загрязненности пчелопродуктов, которые обусловлены видом продукта, районом его сбора и ботаническим происхождением [27]. При оценке микоценозов пыльцевой обножки по критерию идентичности и показателю сходства установлено, что они формируются в зависимости от ее ботанического происхождения и района сбора [28]. Было экспериментально показано, что мониторинг микробиологической безопасности растительного сырья возможен при использовании продуктов пчеловодства [29].

Установлено, что пыльцевая обножка характеризуется наибольшим уровнем

контаминации микроорганизмами, в том числе плесеньями и дрожжами, по сравнению с пергой, прополисом и медом. Доля влияния вида пчелопродукта на содержание в нем микроорганизмов составляет 50 и 42% соответственно по показателям «количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов» и «грибы и дрожжи» [17]. Доля влияния экологических условий района сбора на характер и уровень микробной загрязнённости пыльцевой обножки пчёл изменяется от 21 (бактерии группы *Bacillus*) до 86% (грибы и дрожжи). Выявлена прямая связь между количественными характеристиками микробиоты обножки, микробиоценозами растений и атмосферного воздуха пасек по количеству микромицетов, дрожжей и мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (коэффициент множественной корреляции изменялся от 0,49 до 0,69 и от 0,52 до 0,54 соответственно по каждой группе микроорганизмов) [30]. Это свидетельствует об адекватности контроля основных групп санитарно-показательных микроорганизмов в микробиоценозах по состоянию микробиоты пыльцевой обножки медоносных пчёл.

Анализ результатов, полученных при изучении микробиоты продуктов медоносных пчёл с пасек юга Западной Сибири, показал, что пыльцевая обножка является лучшим по сравнению с другими пчелопродуктами индикатором микробиоценозов, накапливающим максимальное количество микроорганизмов и отражающим качественное состояние микробиоценозов различных районов и экологических условий сбора, что позволяет прогнозировать микробиологическую безопасность растительного сырья и продуктов пчеловодства в зависимости от района сбора и ботанического происхождения [29].

Нормированные уровни общей микробной обсеменённости нативной пыльцевой обножки, собранной в различных природно-климатических зонах юга Западной Сибири, лежат в пределах от $n \times 10^2$ до $n \times 10^5$ КОЕ/г, а контаминации спорами грибов и дрожжей – от $n \times 10^2$ до $n \times 10^4$ КОЕ/г [18].

В работах, использующих апимониторинг состояния окружающей среды, исследования ограничиваются проведением начальных этапов индикационных исследований, таких как выбор индикатора. В то же время наибольший практический интерес имеют следующие этапы исследований: разработка подходов к оценке экологической ситуации и прогнозирование безопасности получаемой растительной продукции в контролируемых ценозах. В связи с этим исследования по разработке системы апимониторинга агроценозов с целью прогнозирования микробиологической безопасности растительного сырья и продуктов пчеловодства необходимы и своевременны и должны быть направлены на решение следующих вопросов. Во-первых, разработка и внедрение экспресс-методов определения санитарно-показательных микроорганизмов, в частности микромицетов, пыльцевой обножки медоносных пчёл. Такие исследования с успехом проводятся сотрудниками лаборатории экологического мониторинга пчелиных «Федерал» [30, 31]. Во-вторых, актуальным является поиск в составе микробиоты обножки микромицетов – индикаторов экологического неблагополучия биоценозов. Дальнейшим шагом в построении системы апимониторинга микробиоценозов должно стать создание моделей, описывающих влияние факторов формирования и специфики распределения видов-индикаторов в сообществе микробиоты обножки медоносных пчёл и позволяющих прогнозировать микробиологическую безопасность получаемой растительной продукции и продуктов пчеловодства на контролируемой территории, а также обеспечивающих адекватный мониторинг условий их производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Detection** of aerosolized bacterial spores (*Bacillus atrophaeus*) using free-flying honey bees (Hymenoptera: Apidae) as collectors/ B. Lighthart , K.R.S. Prier, J. J. Bromenshenk // *Aerobiologia*. – 2004. – Vol. 20, – N 34. – P. 191-195.
2. **Porrini C.** Utilisation des abeilles comme bioindicatrices pour le feu bactérien // *Bull. techn. apic.*

– 2008. – N 4. – P. 179-181.

3. **Honey-bee-mediated** infection of pollen beetle (*Meligethes aeneus* Fab.) by the insect-pathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*/ T.M. Butt, N.L.Carreck, L. Ibrahim, I.H. Williams// *Biocontr. Sci. and Techn.*– 1998. – Vol. 8. – P. 533 -538.

4. **Dedej S., Delaphane K.S., Scherm H.** Effectiveness of honey bees in delivering the biocontrol agent *Bacillus subtilis* to blueberry flowers to suppress mummy berry disease // *Biological Control.*– 2004.– Vol.31.– P. 422–427.

5. **Thomson S.V., Hansen D.R., Flint K.M.** Dissemination of bacteria antagonistic to *Erwinia amylovora* by honey bees // *Plant Disease.*– 1992.– Vol. 76.– P. 1052–1056.

6. **Honey** bee dispersal of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* T39: effectiveness in suppressing *Botrytis cinerea* on strawberry under field conditions/ Sh. Shafir, Ar. Dag, A. Bilu, et al// *Eur. J. Plant Path.*– 2006.– Vol.116.– P.119-128.

7. **Al-Mazra`awi M. S., Kevan P.G., Shipp L.** Development of *Beauveria bassiana* dry formulation for vectoring by honey bees *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) to the flowers of crops for pest control // *Biocontr. Sci. and Technol.* – 2007. – N7-8. – P. 733-741.

8. **J.L. Jyoti, Brewer G.J.** Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) as Vectors of *Bacillus thuringiensis* for Control of Banded Sunflower Moth (Lepidoptera: Tortricidae) // *Environ. Entomol.*– 1999.– Vol. 28(6). – P. 1172-1176.

9. **Honey** bee dispersal of biocontrol agents: An evaluation of dispensing devices/ A. Bilu, A. Dag, Y. Elad, S. Shafir// *Biocontr. Sci. and Techn.*– 2004.– Vol. 14.– P. 607–617.

10. **Investigation** of the botanical origin of pollen from the body surface and the hind legs of foraging honeybees in relation to its utility for the environmental / N. Palmieri, D. Tesoriero et al. // Докл. AISASP, Italian Section of the IUSSI, Redia. – 2007. – P.95-99

11. **Головкин А.В.** Сравнительный бактериальный анализ пчелиных обножек//Апитерапия и пчеловодство. – Вильнус: Альна Литера, 1993. – С. 45-48.

12. **Еремина И.А., Васильев И.В.** Выделение микроорганизмов из продуктов пчеловодства //Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов. – Кемерово: КемТИПП, 2008. – Вып. 15. – С. 86-88.

13. **Клочко Р.Т., Цэвэгмид Х.Ц.** Ветеринарно-санитарная оценка пыльцы // Пчеловодство.– 2004.–№2.– С.49-50.

14. **Выявление** колиформных бактерий в пчелиной обножке / Р.З. Кузьяев, Я.Э. Ляпунов, Е.А. Еловигов, Е.В. Петухов // Современные технологии разведения пчел, производства и переработки продуктов пчеловодства: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Рыбное, 13-15 окт. 2003 г. – Рыбное, 2003. – С.162-164.

15. **Лизунова А.С., Руднев С.А.** Микробиологическая оценка пыльцевой обножки //Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. «Пчеловодство XXI век». Москва, 4-5 сент. 2003. – М., 2003. – С. 96-98.

16. **Эпифитная** микрофлора обножки / Л.А. Осинцева, К.Я.Мотовилов, Г.П. Чекрыга, О.В. Соловьева // Пчеловодство. – 2005. –№10. – С. 52-53.

17. **Осинцева Л.А., Коркина В.И., Волкова М.В.** Использование санитарно-микробиологической характеристики продуктов пчеловодства для оценки экологического благополучия районов их сбора //Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. / Сиб. ун-та. потреб. кооперации; РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2009. –С. 89-93.

18. **Осинцева Л.А., Коркина В.И., Волкова М.В.** Микробиологическая безопасность пыльцевой обножки медоносных пчёл с пасек юга Западной Сибири //Пчелопродукты – здоровье нации: сб. тр. V Междунар. науч.-практ. форума по пчеловодству. – Новосибирск, 2010. – С. 48-53.

19. **Микробиологическое** исследование маточного молочка/З.Н. Реброва, Т.В. Вахонина, А.А.

Хохлова, И.С. Серебренникова//Продукты пчеловодства в сельском хозяйстве и медицине: тез. обл. конф. – Вологда, 1987. – С. 61-63.

20. **Руденко Е.В., Маслий И.Г.** Микологическая оценка некоторых продуктов пчеловодства// Апитерапия сегодня материалы V научно-практ. конф. по апитерапии. Сочи, 9-12 окт. 1996 г. – Рыбное, 1997. – С. 65-67.

21. **Нетипичные** представители *Enterobacter amnigenus* при выявлении сальмонелл в пчелиной обножке/ Р.Г. Хисматуллин, Я.Э. Ляпунов, Р.З. Кузяев и др. // Новые достижения в повышении продуктивности пчелосемей, профилактика и лечение болезней пчел: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. Троицк, 29 марта, 2002 г. – Троицк, 2002. – С. 20.

22. **Хисматуллин Р.Г., Кузяев Р.З., Ляпунов Я.Э.** Санитарная микробиология пыльцевой обножки //Новое в науке и практике пчеловодства: материалы координац. совещ. и конф., Москва, ВВЦ, 28.02-02.03.03. – Рыбное, 2003. – С. 204-207.

23. **Occurrence** of mycotoxin producing fungi in bee pollen /G.Gonzalez, M.J. Hinojo, R. Mateo, A. Medina and M. Jiménez //Inter. J. Food Microbiology. – 2005.–Vol. 105–N 1.– P. 1-9

24. **Sanitary** microbiology of honeybee collected pollen /R.G. Hismatullin, R.Z. Kuziaev, Y.E. Lyapunov, E.A. Elovikova // Bee Products and Apitherapy. – Apimondia, 2003.– www.apimondia. Com

25. **Enterobacteria** of commercial honeybee collected pollen/ R.G.Khismatoullin, Y.E. Lyapunov, R.Z. Kuzyaev // Abstracts of the 39th Apimondia International Apicultural Congress. Dublin, Ireland, August 21st-26th 2005. – Dublin, 2005. – P. 130.

26. **Bee Pollen**, a Substrate that Stimulates Ochratoxin A Production by *Aspergillus ochraceus* Wilh./Angel Medina, G. Gonzalez, J.M. Saez, et al //Systematic and Applied Microbiology. – 2004. – Vol. 27, N 2. – P. 261-267.

27. **Осинцева Л.А., Волкова М.В.** Формирование микробиоты обножки медоносных пчел в зависимости от её пыльцевого состава //Биология: Теория, практика, эксперимент: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения д-ра биол. наук., проф. Сапожниковой Е.В.: в 2-х кн.– Саранск, 2008.– С. 124-126.

28. **Осинцева Л.А., Волкова М.В.** Факторы формирования микробиоты пыльцевой обножки медоносных пчел //Междисциплинар. микол. форума ММФ 2010, 14 – 16 апр. 2010 г. Москва. – М., 2010. – с.123.

29. **Осинцева Л.А.** Микробиота пыльцевой обножки медоносных пчел как индикатор состояния биологических ресурсов пчеловодства Залесовского района Алтайского края/Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: материалы II Междунар. конф., 20-24 сент. 2010 г., Горно-Алтайск [Электронный ресурс]: <http://e-lib.gasu.ru/konf/biodiversity/2010/58.pdf>

30. **Осинцева Л.А.** Микробиота пыльцевой обножки: качество и безопасность// Пчеловодство. – 2009. – № 9. – С. 7-8.

31. **Метод** определения количества мезофильных микроорганизмов в пыльцевой обножке/ Р.Г. Хисматуллин Р.З.Кузяев, Я.Э.Ляпунов, О.А.Безгодова// Материалы 5-й Междунар. науч-практ. конф. и координац. совещ. по пчеловодству (6-7 апр. 2004 г., Москва). – Рыбное, 2004. – С. 155.