

СОДЕРЖАНИЕ ПОЛЛЮТАНТОВ В ПЫЛЬЦЕВОЙ ОБНОЖКЕ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Л.А. ОСИНЦЕВА, К.Я. МОТОВИЛОВ, Г.П. ЧЕКРЫГА, О.В. СОЛОВЬЕВА

Определяли содержание химических элементов (свинец, медь, цинк, кадмий) в пыльцевой обножке и степень грибной обсемененности последней в зависимости от района сбора. Оценивали корреляционную зависимость между содержанием химических элементов, количественными и качественными показателями микромицетов эпифитной микрофлоры обножки.

Пыльцевая обножка медоносных пчел является уникальным сырьем для производства биологически активных добавок, лечебно-профилактических и пищевых продуктов, но ее потребительские свойства зависят от района сбора. Каждый район характеризуется определенными природно-климатическими (физические факторы), флористическими (биологические факторы) условиями, степенью антропогенного воздействия и представляет собой совокупность экологических факторов, определяющих качество и безопасность получаемой пыльцевой обножки. Обножка, собираемая на пасеках, расположенных на юге Западной Сибири, не всегда отвечает нормативам по микробиологической безопасности. Поэтому существует необходимость изучения эпифитной микрофлоры пыльцевой обножки и факторов, влияющих на ее формирование. Известно, что одним из таких факторов является наличие и содержание микроэлементов в питательном субстрате.

В связи с этим целью нашей работы была оценка влияния района сбора на содержание химических элементов и формирование грибной микрофлоры пыльцевой обножки.

Методика. Объектом исследования служили образцы пчелиной обножки, собранные на пасеках различных районов Новосибирской (Мошковский, Краснозерский, Тогучинский, Коченевский, Новосибирский), Кемеровской (Мундыбашевский) областей и Алтайского края (Залесовский) в 2004 году. Образцы с пасеки, расположенной в Залесовском районе, отбирали в два срока — май, июнь; во всех остальных случаях сбор проводили в течение июня. Сбор, транспортировка и хранение образцов соответствовали установленным требованиям.

Содержание химических элементов в образцах определяли методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе ТА-2. Грибы выделяли методом глубинного посева суспензии пыльцевой обножки на агаризованную среду Сабуро с левомицетином; при идентификации использовали чистые 48-часовые культуры. Оценку микроморфологических признаков выделенных штаммов проводили на нативных препаратах ($\times 400$ и $\times 1000$), учитывая размер и форму конидий, спор, конидиеносцев, спорангиеносцев, характер почкования и формирование ростовых трубок, наличие истинного и псевдомицелия. Штаммы грибов идентифицировали по общепринятым определителям (1-3). Выделение и идентификацию *Bacillus cereus* осуществляли на солевом агаре с полимиксином согласно ГОСТ 10444.8-88.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием пакета прикладных программ Snedecor V4 методом дисперсионного и корреляционного анализов, а также по Животовскому и Уилсону (4).

Результаты. Район сбора обножки не оказывал существенного влияния ($F_{\text{факт.}} < F_{\text{теор.}}$) на степень контаминирования грибной микро-

флорой, обуславливая 20 % варьирования численности микромицетов в составе эпифитной микрофлоры образцов. Количество микромицетов в образцах из Мошковского, Красноозерского, Тогучинского, Залесовского (сбор в мае), Мундыбашевского, Коченевского, Залесовского (сбор в июне) и Новосибирского районов составляло соответственно 30, 212, 121, 26, 32, 78, 60 и 345 КОЕ/г. Различия средних по изучаемому показателю выявлены между образцами обножки из Новосибирского, с одной стороны, и Мошковского, Залесовского (сбор в мае), Мундыбашевского ($p = 0,99$), а также Коченевского и Залесовского (сбор в июне) ($p = 0,95$) районов, с другой. Достоверность различий между вариантами была подтверждена непараметрическим анализом по Уилсону ($\chi^2 = 97,0$).

При анализе видового разнообразия микромицетов наибольшим количеством штаммов (176) характеризовались образцы обножки из Новосибирского района, где доля редко встречающихся видов также была максимальной (33 %). Микрофлора пыльцевой обножки из разных районов сбора достоверно различалась по видовому разнообразию микромицетов (табл.). Критерий идентичности при парном сравнении сообществ микромицетов варьировал от 37 до 79 ($\chi^2_1 \% = 23,2$). Видовое разнообразие микромицетов слабо коррелировало с их количеством ($r = -0,06$) и долей редких видов ($r = -0,17$). Общая численность микромицетов возрастала за счет редких видов грибной микрофлоры ($r = 0,83$; $p = 0,95$).

В образцах обножки из всех районов сбора встречались виды родов *Penicillium* и *Alternaria*. Они же доминировали в популяциях микромицетов, за исключением образцов из Красноозерского и Мошковского районов, в составе эпифитной микрофлоры обножки которых преобладали соответственно представители родов *Alternaria*, *Microsporum* и *Penicillium*, *Aspergillus*.

Поиск причин, определяющих неоднородность грибных сообществ пыльцевой обножки, с учетом отсутствия существенного влияния района сбора, заставил нас обратиться к оценке обножки как пищевого субстрата для микромицетов. Количество микроэлементов, в том числе и тяжелых металлов, в составе изучаемых образцов обножки было неодинаковым. Содержание в образцах обножки свинца, меди, цинка и кадмия зависело от района сбора: Мошковский — соответственно 0,22; 6,95; 43,7 и 0,027, Красноозерский — 0,20; 7,05; 26,9 и 0,046, Залесовский — 0,90; 7,10; 31,8 и 0,097, Коченевский — 0,30; 5,38; 46,2 и 0,057, Новосибирский — 0,28; 9,65; 37,7 и 0,037 мг/кг сухой массы. Доля влияния экологических условий на содержание свинца, меди и цинка составляла соответственно 65, 59 и 65 % (критерий Фишера — 330, 19 и 25).

На степень загрязнения обножки кадмием район сбора не оказывал существенного влияния ($F_{\text{факт.}} < F_{\text{теор.}}$), но в образце из Залесовского района, где было отмечено наиболее высокое содержание этого элемента, количество микромицетов оказалось наименьшим (35 штаммов) с существенной долей редко встречающихся видов (19 ± 7 %). Эти данные согласуются с известным фактом подавления ферментативной активности почв, загрязненных кадмием, из-за снижения численности микроорганизмов. Содержание кадмия в образцах обножки было взаимосвязано с таковым свинца ($r = 0,93$; $p = 0,99$). Снижение степени загрязнения обножки свинцом способствовало увеличению, а медью — уменьшению количества микромицетов в составе эпифитной микрофлоры последней (r соответственно $-0,50$ и $0,6$). Известно, что ионы меди участвуют в ферментативных реакциях в качестве активных групп или компонентов простетических групп ферментов, особенно оксидоредуктаз.

Родовое разнообразие эпифитной микрофлоры образцов пыльцевой обножки из разных районов сбора

Район сбора образца	Число штаммов рода												Число фенотипов, $\bar{x} \pm S_x$	Доля редких фенотипов, %
	Всего	<i>Aspergillus</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Mucor</i>	<i>Stenphylium</i>	<i>Aureobasidium</i>	<i>Absidia</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Microsporium</i>	<i>Candida</i>		
Мошковский (Новосибирская обл.)	35	18	2	11	4	0	0	0	0	0	0	0	3,4 \pm 0,2	14 \pm 6
Краснозерский (Новосибирская обл.)	160	0	63	25	3	0	0	6	0	0	63	0	3,9 \pm 0,2	21 \pm 3
Залесовский (Алтайский край):														
сбор в мае	35	0	21	2	4	0	6	0	0	0	0	2	4,0 \pm 0,3	19 \pm 7
сбор в июне	91	0	39	30	5	0	17	0	0	0	0	0	3,6 \pm 0,3	10 \pm 3
Коченевский (Новосибирская обл.)	72	2	14	16	0	27	3	0	4	0	6	0	5,9 \pm 0,3	16 \pm 4
Новосибирский (Новосибирская обл.)	176	0	31	114	2	0	0	0	3	14	12	0	4,0 \pm 0,2	33 \pm 3
Тогучинский (Новосибирская обл.)	107	0	41	37	5	0	0	24	0	0	0	0	3,6 \pm 0,1	10 \pm 3
Мундыбашский (Кемеровская обл.)	86	0	25	49	4	0	8	0	0	0	0	0	3,3 \pm 0,2	18 \pm 4

Недостаток этого элемента, вероятно, лимитирует возможность использования компонентов обножки в качестве пищевого субстрата. Содержание меди в обножке определяло и видовое разнообразие грибной микрофлоры: повышение количества этого элемента приводило к снижению числа представленных родов микромицетов ($r = -0,56$) и увеличению доли редких видов ($r = 0,73$). Однако при повышении содержания цинка в обножке видовое разнообразие микромицетов возрастало за счет традиционных видов: коэффициент корреляции составлял 0,73 и 0,66 соответственно для показателей видового разнообразия и доли редких видов.

Содержание химических элементов в образцах обножки служило существенным средообразующим фактором и для бактериальной микрофлоры. При увеличении содержания меди повышалось количество спор бактерий *Bacillus cereus* в составе эпифитной микрофлоры ($r = 0,92$; $p = 0,95$); при загрязнении кадмием отмечена тенденция к снижению этого показателя ($r = -0,33$). Значительное варьирование показателя бактериальной обсемененности образцов обножки ($C_v = 38 \div 104$ %) в пределах варианта не позволило выявить влияния района сбора на численность спор *B. cereus*.

Таким образом, нами выявлена зависимость содержания химических элементов в составе пчелиной обножки от района сбора образцов. Обнаружена взаимосвязь между степенью загрязнения обножки свинцом и кадмием. Содержание химических элементов в обножке определяет общее количество микромицетов в составе эпифитной микрофлоры. Видовое разнообразие грибной микрофлоры при увеличении содержания свинца и меди в обножке сокращается, а цинка и кадмия — возрастает. Итак, повышение количества одних поллютантов в составе обножки (свинец и кадмий) приводит к снижению других (грибная микрофлора, споры *Bacillus cereus*). Район сбора оказывает опосредованное влияние на контаминирование пыльцевой обножки микромицетами.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. Пер. с англ. К.Л. Тарасова, Ю.Н. Ковалева. М., 2001.
2. Билай В.И., Коваль Э.З. Аспергиллы. Определитель. Киев, 1988.
3. Милько А.А. Определитель мукооральных грибов. Киев, 1974.
4. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск, 2004.

Новосибирский государственный аграрный университет,
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160;
ГНУ Сибирский научно-исследовательский
и проектно-технологический институт
переработки сельскохозяйственной продукции
СО РАСХН, Новосибирская обл., пос. Краснообск

Поступила в редакцию
2 августа 2005 года

POLLUTANT CONTENT IN POLLEN LOAD OF HONEY BEES IN CONNECTION WITH ECOLOGICAL FACTORS

L.A. Osintseva, K.Ya. Motovilov, G.P. Chekryga, O.V. Solov'eva

S u m m a r y

The content of chemical elements (lead, cooper, zinc, cadmium) in pollen load and the degree of its infection by fungus spores in connection with collection area were determined. The authors estimated the correlation between content of chemical elements and quantitative and qualitative indices of micromycetes of epiphytic microflora of pollen load. It was shown that the increase in number of some pollutants in pollen load (lead and cadmium) result in the decrease in number of other pollutants (fungus microflora, spores of *Bacillus cereus*). The area of collection influences indirectly on the contamination of pollen load by micromycetes.