

УДК 636.02 (638.162.2:638.17)

**ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА ШАШУРИНА**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров технологического факультета, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева  
*ShashurinaElena@mail.ru*

**ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ДОРОНКИН**

кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры технологии производства и переработки продукции растениеводства, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева  
*yury.doronkin@yandex.ru*

**ЕКАТЕРИНА ИВАНОВНА ЛУПОВА**

соискатель кафедры товароведения и экспертизы товаров технологического факультета, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева  
*KatyaLupova@mail.ru*

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИЙ И МИГРАЦИЯ ЦЕЗИЯ-137 В ЦЕПИ ПОЧВА – ПРОДУКТЫ ПЧЕЛОВОДСТВА**

При экологическом мониторинге территорий, загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами, в качестве аккумулятивных объектов пчел можно использовать медоносные растения, мед и другие продукты пчеловодства как реакционные системы – индикаторы миграции экотоксикантов. Эти элементы аккумулируются главным образом в тканях насекомого, в меньшей степени – в перге и меде. При проведении апимониторинга следует учитывать тип почв, глубину залегания экотоксиканта, породные особенности пчел, расположение продуктов пчеловодства в улье, особенности медоносного растения (однолетние, двулетние, многолетние, длина корневой системы, время цветения).

Ключевые слова: апимониторинг, медоносные растения, радионуклиды, тип почв

В связи с ухудшением экологической обстановки в Российской Федерации и в мире соответствующий контроль санитарного качества продуктов пчеловодства, сельскохозяйственных угодий и кормов, используемых для разведения медоносных пчел, является актуальной проблемой апимониторинга загрязнения окружающей среды.

В ряде регионов России техногенное воздействие на агропромышленное производство достигло таких масштабов, что его следует воспринимать как проблему глобального экологического кризиса. Как указывают многие исследователи, медоносные пчелы соответствуют критериям биоиндикаторов и в совокупности с продуктами своей жизнедеятельности являются уникальным объектом анализа динамики комплекса экологических характеристик состояния окружающей среды.

Вместе с тем процессы миграции радионуклидов в пчел, а также в продукты пчеловодства изучены не в достаточной степени. Возникают вопросы о ходе загрязняющих веществ по трофическим цепям из почвы через растения. Следует отметить несовершенство методик и технологий предупреждения и профилактики, ограничения миграции радионуклидов в мед и другие производные продукты пчеловодства. Это происходит из-за не-

достаточности оценки аккумуляции загрязняющих веществ в медоносных растениях, уровня компенсаторной адаптивности пчел к неблагоприятным экологическим факторам.

Проблема загрязнения экотоксикантами территории изучалась нами на примере Рязанской области, так как она является уникальной для экологического мониторинга по радионуклидам. Как известно, над частью районов Рязанской области выпали осадки после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году, что привело к заражению ряда территорий радионуклидами: цезием-137 и стронцием-90.

При исследовании пчел и меда в качестве аккумулятивных объектов, то есть как реакционных систем – индикаторов влияния экотоксикантов на расплод, выживаемость и адаптивность взрослых особей, производство меда и других продуктов пчеловодства, ученые отмечают, что в наибольшей степени эти элементы накапливаются в тканях насекомого, в меньшей степени – в перге и меде. Однако есть и противоположные суждения [1].

Нами была проанализирована радиационно-эпидемиологическая обстановка в Рязанской области за период с 1980 по 2008 год. Сравнивая динамику радиационного фона почв 30 контрольных участков, мы условно разделили тер-

риторию на 3 радиационно-эпидемиологические зоны и присвоили им следующие названия:

1-я зона (благополучная): уровень цезия-137 в почве практически не изменился после аварии на Чернобыльской АЭС и составил 7,6...8,9 Бк/кг;

2-я зона (условно благополучная): уровень цезия-137 после аварии, согласно нормам, достиг критической точки и составил 48,5...51,4 Бк/кг;

3-я зона (неблагополучная): уровень цезия-137 превысил норму и был равен 101,8...137,8 Бк/кг.

Динамика изменений радиационного фона на почвах 1-й зоны была следующей: в 1980 году цезия-137 было 3,6...4,5 Бк/кг, что в пределах естественного фона, а в 1987 году его уровень повысился в 2,0...2,5 раза и составил 7,5...9,0 Бк/кг. В 1995 году радиационная обстановка достигла максимального значения 30,0 Бк/кг. К 2008 году радиологический показатель цезия-137 в почве 1-й зоны – 20,0...35,9 Бк/кг (в зависимости от типа почв, где производили измерения). Так, в суглинистых почвах показатель выше, чем в супесчаных.

Радиологический показатель цезия-137 в почве 2-й зоны изменялся следующим образом. В 1980 году – 5,2...5,6 Бк/кг. В 1987 году уровень радиации составляет уже 48,5...51,4 Бк/кг, что превышает норму в 8,0...10,0 раз и позволяет занести данные районы в условно благополучную зону. В 1995 году уровень цезия-137 составляет 44,0...47,4 Бк/кг, то есть уровень радионуклида достигает критической точки после аварии на Чернобыльской АЭС. К 2008 году количество цезия-137 снижается до 38,0...44,8 Бк/кг, что по-прежнему выше минимального значения.

В почвах 3-й зоны мы наблюдаем следующую динамику. В 1980 году – 5,1...6,9 Бк/кг. В 1987 году количество радиоактивного цезия-137 составляет 101,8...137,8 Бк/кг, что превышает норму в 20 раз, поэтому территория автоматически определяется в неблагополучную зону. В 1995 году уровень загрязнения почвы цезием-137 – 71,4...92,7 Бк/кг: уровень радионуклида достигает максимального значения и превышает норму. В 2008 году цезия-137 в почвах 3-й зоны находится в количестве, равном 58,9...68,3 Бк/кг. Почвы этой зоны считаются наиболее опасными для сельскохозяйственных культур, животных и человека.

Выпавший на почву после аварии на Чернобыльской АЭС цезий-137 прочно удерживается в верхнем гумусированном слое. Со временем происходят его физико-химические превраще-

ния, осуществляется миграция по почвенному профилю, накопление растительностью. Для цезия характерно поглощение минеральной частью почв. Элемент внедряется в кристаллические решетки глинистых минералов, прочно связываясь там самой тонкодисперсной частью почвы. Цезий прочно связывается почвенной органикой, образуя, в частности, гуматы и фульваты. Подвижность металла увеличивают водорастворимые органические вещества, образующиеся при разложении растительности. При миграции цезия в глубь почвенного горизонта выделяют два типа массопереноса: быстрый (обусловленный передвижением металла вместе с тонкодисперсными частицами) и медленный (обусловленный передвижением водорастворимых форм). В суглинистых разностях дерново-подзолистых почв наблюдается только медленный перенос, в супесчаных и песчаных – и медленный, и быстрый с преобладанием последнего [2].

В зависимости от типа почвы и ее плодородия радионуклиды проникают в почву на разную глубину (до 20, 20...40 см и более). Следует указать, что корневая система многих медоносных растений располагается в слое почвы 20...40 см глубиной, где лежат корни таких культур, как рапс, клевер, люцерна, гречиха, а это основные медоносы цветочного меда. При этом миграция радионуклидов в растение и затем в продукцию пчеловодства находится в определенной зависимости не только от типа почв, но и от уровня их плодородия. Так, рядом ученых было установлено снижение уровня содержания цезия-137 в растениях и продукции пчеловодства при определенном увеличении его содержания на более плодородных почвах, что подтверждается нашими исследованиями [3], [4].

Аккумуляция радионуклидов в теле пчел в зависимости от рациона и типа почв представлена в табл. 1.

Исследования показали, что меньше всего радионуклиды аккумулируются в теле пчел при использовании в рационе однолетников в весенний и раннелетний периоды. При этом увеличение накопления цезия-137 в зависимости от использования двулетников и многолетников (в летний и летне-осенний периоды), а также плодородия почвы составили в первой зоне 24,8 и 37,1 %, во второй – 28,1 и 44,2 %, в третьей – 26,8 и 42,6 % соответственно.

Таблица 1

Динамика аккумуляции цезия-137 в теле пчел, обитающих в разных экологических условиях, в зависимости от медоноса и типа почв, Бк/кг

Зоны и преобладающие типы почв	Содержание гумуса, %	Медоносные растения		
		однолетники	двулетники	многолетники
1-я зона – благополучная (серая лесная легкосуглинистая, чернозем слабоподзоленный тяжелосуглинистый)	2,53...7,78	5,19 ± 0,259	6,48 ± 0,244	7,12 ± 0,201
2-я зона – условно благополучная (дерново-подзолистая легкосуглинистая)	1,39...3,29	16,34 ± 0,344	17,76 ± 0,341	21,87 ± 0,504
3-я зона – неблагополучная (серая лесная средне- и легкосуглинистая)	1,79...4,75	22,43 ± 0,430	28,44 ± 0,516	31,98 ± 0,611

Таблица 2

Содержание радионуклида цезия-137  
в продуктах пчеловодства  
в зависимости от загрязнения почв  
экотоксикантом, Бк/кг

Показатели	Условные экологические зоны		
	1	2	3
	Содержание цезия-137 в почве (среднее в слое – 0–40 см), Бк/кг		
	20,5...35,9	38,0...44,8	58,9...68,3
Цветочный мед	3,37 ± 0,117	3,78 ± 0,124	4,07 ± 0,146
Пыльца	8,31 ± 0,181	13,28 ± 0,273	17,76 ± 0,385
Перга	3,85 ± 0,116	5,87 ± 0,263	7,43 ± 0,269
Воск	3,98 ± 0,169	6,37 ± 0,242	8,89 ± 0,329
Прополис	3,55 ± 0,210	5,12 ± 0,223	6,18 ± 0,248

Разнообразие продуктов пчеловодства обусловлено спецификой их получения и переработкой организмом пчелы. Более тщательной переработке подвергается нектар, конечным продуктом которого является мед. Это обуславливает его высокую чистоту в отношении разного рода опасных и нежелательных компонентов, в том числе радионуклидов.

Содержание радионуклида в продуктах пчеловодства в зависимости от экологической чистоты района обитания приведено в табл. 2.

Полученные результаты показывают, что наименьшее содержание цезия-137 даже при его высоком уровне в почве из изученных продуктов

пчеловодства выявлено в меде. Так, увеличение радиационного фона почв по данному радионуклиду, составляющее в среднем 2,7 раза, то есть с 18,9...24,5 до 58,9...68,3 Бк/кг, обеспечивает рост данного элемента в меде лишь на 20,7 %. Наибольшей аккумулятивной способностью данного элемента обладает пыльца, в которой увеличение содержания цезия-137, при том же содержании его в почве, составило 213,7 %.

Концентрация цезия-137 в меде и продуктах пчеловодства, которая не приводит к отклонениям в здоровье человека при их употреблении (предельно допустимый уровень), установлена СанПиН 2.3.2.1078-01 и составляет 100,0 Бк/кг. Однако способность цезия-137 к аккумуляции в организме создает необходимость всестороннего изучения пищевой безопасности продукции пчеловодства, полученной в условиях территорий с разной загрязненностью экотоксикантами, а также разработки рекомендаций по ее переработке и потреблению.

Таким образом, пчелы и продукты их жизнедеятельности действительно являются маркерами при экологическом мониторинге территорий. Однако в производстве данной продукции следует учитывать тип почвы, от которого зависит концентрация радионуклида по горизонтам, степень ее плодородия, обуславливающую подвижность элемента и его накопление в растениях, и как итог – наличие радионуклида в продукции пчеловодства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гробов О. Ф. Пчелы – индикаторы окружающей среды // Пчеловодство. 1989. № 12. С. 2–5.
2. Ефремов И. В., Рахимова Н. Н., Янчук Е. Л. Особенности миграции радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в системе почва – растение // Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. № 12/8. С. 49–54.
3. Лебедев В. И., Мурашова Е. А. Производство экологически чистых продуктов пчеловодства // Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. «Пчеловодство: XXI век». М., 2003. С. 112–117.
4. Пристер Б. С., Перепелятникова Л. В., Омельяненко Н. П. Вертикальное распределение радионуклидов в почвах и переход их в растение в зоне аварии на ЧАЭС // Проблемы с/х радиологии. Киев: УкрНИИСХР, 1992. С. 95–101.