

УДК 504.064:595.799

UDC 504.064:595.799

**АПИИНДИКАЦИЯ В СИСТЕМЕ
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

**APIINDICATION AS A PART OF
RADIOECOLOGICAL MONITORING**

Малюта Ольга Васильевна
к.б.н., доцент

Malyuta Olga Vasilievna
Cand.Biol.Sci., associate professor

Гончаров Евгений Алексеевич
к.с.-х.н.

Goncharov Evgeniy Alekseevich
Cand.Agr.Sci.

Конаков Дмитрий Евгеньевич
к.с.-х.н.
*Поволжский государственный технологический
университет, Йошкар-Ола, Россия*

Konakov Dmitriy Evgeniyvich
Cand.Agr.Sci.
*Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola,
Russia*

Рассматривается возможность использования
продуктов пчеловодства для целей
радиоэкологического мониторинга в условиях
малофонового загрязнения

The opportunity to apply products of beekeeping to
the environmental control of territories polluted with
radionuclides is examined

Ключевые слова: РАДИОАКТИВНОЕ
ЗАГРЯЗНЕНИЕ, МОНИТОРИНГ, ИНДИКАТОРЫ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ, ПРОДУКТЫ ПЧЕЛОВОДСТВА,
РАСТЕНИЯ-МЕДОНОСЫ

Keywords: RADIOACTIVE POLLUTION,
MONITORING, INDICATORS OF POLLUTION,
PRODUCTS OF BEEKEEPING, MELLIFEROUS
HERBS

Введение. Радиационное загрязнение лесов – одна из актуальных проблем настоящего времени, которая достаточно остро стоит и для Среднего Поволжья. В регионе почти 220 тыс. га лесных земель загрязнены радионуклидами.

Организация ведения лесного хозяйства и побочного лесопользования на территориях загрязненных радионуклидами осуществляется в мировой лесоводственной практике впервые. В настоящее время накоплен определенный опыт, разработаны и реализуются многие нормативные, методические и правовые документы по данной проблеме, однако, нерешенных вопросов еще достаточно много [1]. Значительный вклад в решение этих вопросов вносит радиоэкологический мониторинг на зараженных лесных территориях, одним из новых направлений которого является апииндикация (апимониторинг). То есть – использование для контроля загрязнения наземных экосистем медоносных пчел *Apis mellifera* и продуктов пчеловодства. Пчёлы и продукты их жизнедеятельности могут

использоваться как накапливающие (аккумуляторные) индикаторы при анализе концентрирования ими химических соединений, а также как реакционные – при определении влияния загрязняющих веществ на расплод, взрослых насекомых и производство мёда.

В настоящее время во многих странах медоносные пчелы активно используются для контроля загрязнения наземных экосистем различными поллютантами [2]. К основным достоинствам медоносных пчел как организмов индикаторов относятся следующие:

- пчелы распространены повсеместно; существующие пчелиные пасеки – готовая мониторинговая сеть, которая легко модифицируется путем размещения дополнительных ульев в необходимых районах (в зависимости от экологической ситуации);

- своей деятельностью пчелы сравнительно равномерно охватывают достаточно большую зону: продукты пчеловодства являются интегральной пробой с территории площадью до 12 км² (1 кг мед собирается пчелами с 500-700 тысяч цветков);

- информацию о загрязнении местности можно получить не только исследуя ткани пчел, но продукты их жизнедеятельности – мед, пергу, пыльцу, прополис, воск;

- отбор проб пчел и продуктов пчеловодства легко осуществим - при мониторинге больших экосистем другими способами уровень материальных и иных затрат гораздо выше;

- в токсикологическом отношении медоносные пчелы изучены лучше других насекомых;

- полученные в ходе апимониторинга данные о состоянии пчел и продуктов их жизнедеятельности являются ценной информацией для

пчеловодства и растениеводства (в плане пчелоопыления культурных и пастбищных растений), а также для лесного хозяйства [3].

К сожалению, в настоящее время многие вопросы, касающиеся использования пчёл и продуктов пчеловодства в практике радиоэкологического мониторинга, ещё окончательно не изучены. Так, обзор научных статей показал, что пока не определен универсальный индикатор, пригодный для диагностики радиационного загрязнения. Возможно даже, что для зон, отличающихся по уровню загрязненности, он будет различным. Так, исследования, выполненные на территории Белоруссии в условиях загрязнения почвы радиоцезием 15-40 Ки/км² наиболее загрязненным продуктом пчеловодства является прополис [4, 5], а в Смоленской области, в условиях загрязнения почвы 5-15 Ки/км² - мед [6]. Данных по апимониторингу в зоне с минимальным загрязнением (1-5 Ки/км²), к которой и относятся радиационно загрязненные территории Среднего Поволжья, крайне мало [7].

Данная работа – своего рода, рекогносцировочное исследование, которое, возможно, позволит в будущем проведение апииндикации радиационного загрязнения в условиях Среднего Поволжья.

Цель работы – создать базу данных для целей апииндикации (апимониторинга) радиационного загрязнения на территориях с минимальным уровнем загрязнения цезием-137 (до 5 Ки/км²).

Задачи: - оценить качество продуктов пчеловодства, получаемых с пасек Ульяновской области по радиационному признаку;

- изучить способность растений- медоносов накапливать радиоцезий;

- выявить индикаторную ценность исследуемых продуктов пчеловодства и пчел для целей апииндикации радиационного загрязнения.

Техника эксперимента и объекты исследований. Для проведения исследования было выбрано 7 пасек на территории Ульяновской области в зоне радиационного загрязнения. Исследования проводились в период 2004-2011 гг. Территория Майнского и Вешкаймского лесничеств Ульяновской области входят в зону радиоактивного загрязнения с льготным социально-экономическим статусом (плотность загрязнения почвы по Cs-137 1-5 Ки/км² или 37-185 кБк/м²). Объекты Барышского лесничества взяты в качестве экологического контроля.

Площадь радиоактивно загрязненных лесных земель на территории Ульяновской области составляет около 70 тыс. га [8]. Радионуклидный состав загрязнения однотипен – основным техногенным дозообразующим радионуклидом является Cs-137. Плотность загрязнения почвы Cs-137 изменяется от 37 до 185 кБк/м².

Для анализа были взяты продукты пчеловодства - мед и воск (соты), подмор пчел, а также компоненты контролируемых экосистем – почва и растительность. Во всех пробах определялось содержание Cs-137 и естественных радионуклидов на универсальном спектрометрическом комплексе УСК «Гамма-плюс» в лабораторных условиях.

Результаты исследований. *Радиационный фон и плотность загрязнения радионуклидами почв на объектах исследования.* На территории объектов исследований (7 пасек Майнского, Вешкаймского и Барышского лесничеств Ульяновской области) были собраны данные о состоянии радиационной обстановки.

Дозиметрические измерения, проведенные непосредственно на пасеках, прилегающих лугах и сельскохозяйственных угодьях, показали, что средняя мощность эквивалентной дозы гамма излучения варьирует в

пределах 0,10 - 0,12 мкЗв/ч, что соответствует природному фону. Максимальное значение - 0,17 мкЗв/ч было зарегистрировано в районе с. Вешкайма, но оно незначительно превышает фон (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1 - РАДИАЦИОННЫЙ ФОН И ПЛОТНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РАЙОНАХ ИССЛЕДОВАНИЯ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Район отбора проб почвы (населенный пункт)	Мощность эквивалентной дозы мкЗв/ч	Плотность загрязнения почвы, кБк/м ² Cs-137	Удельная активность техногенных и естественных радионуклидов, Бк/кг			
			Cs-137	K-40	Th-232	Ra-226
Вешкаймское лесничество						
с. Вешкайма	0,11	13,7	70,8	917,0	30,4	8,7
д. Ховрино	0,10	7,8	43,7	547,0	0,0	16,8
Майнское лесничество						
п. Майна	0,10	1,5	8,3	639,4	18,0	9,7
с. Белое Озеро	0,10	2,2	11,6	624,0	18,9	12,2
д. Игнатовка	0,09	1,9	11,9	917,0	6,0	0,0
Барышское лесничество						
д. Акшуат	0,10	2,6	15,2	308,0	30,1	9,8
д. Старотимошкино	0,10	3,3	17,5	554,9	13,5	12,5

По результатам проведенных лабораторных радиологических исследований образцов почвы лабораторией радиационного контроля ПГТУ, плотность загрязнения Cs-137 почв на объектах колеблется в пределах от 1,5 до 13,7 кБк/м². Результаты спектрометрических исследований показали неоднородность загрязнения почвы Cs-137.

В исследуемых образцах почвы определялась так же удельная активность естественных радионуклидов (ЕРН): калия-40 (K-40), тория-232 (Th-232), радия-226 (Ra-226).

Таким образом, радиационный фон на объектах исследований не превышает фоновых значений, так же как и плотность загрязнения почвы по цезию.

Содержание радиоцезия в продуктах пчеловодства. Одной из задач данного исследования была оценка радионакопительной способности и качества по радиационному признаку продуктов пчеловодства, получаемых с пасек Ульяновской области.

Спектрометрический анализ меда показал, что образцы содержат незначительные количества Cs-137 (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2 - СОДЕРЖАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В ПРОДУКТАХ ПЧЕЛОВОДСТВА

Район отбора проб (населенный пункт Ульяновской обл.)	Содержание Cs-137 в воске, Бк/кг	Содержание Cs-137 в меде, Бк/кг
Вешкаймское лесничество		
с. Вешкайма	9,0	2,0
д. Ховрино	19,4	1,5
Майнское лесничество		
п. Майна	106,0	2,6
с. Белое Озеро	38,4	0,0
д. Игнатовка		3,1
Барышское лесничество		
д. Акшуат	-	0,0
д. Старотимошкино	-	0,0
НСР ₀₅	9,86	0,54

* - на 5% уровне значимости различие несущественно

В образцах воска наибольшая концентрация радионуклидов отмечена в пробе из п. Майна, его значения достоверно отличаются от остальных. Как оказалось, данный воск используется в ульях второй год, что, очевидно, и способствовало значительному накоплению Cs-137 по сравнению с другими образцами, и как следствие – более высокому содержанию радионуклидов в меде.

Таким образом, в исследованных пробах меда с пасек Ульяновской области содержание радионуклидов не превышает допустимых уровней, но, использование вошины в ульях более одного года, приводит к накоплению в ней радионуклидов, что может отрицательно сказаться на качестве меда.

Что касается подмора пчел, то в наших исследованиях он оказался самым загрязненным звеном в цепочке «растение - пчела - воск – мед» (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3 - СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В СИСТЕМЕ «РАСТЕНИЕ-МЕД»

Район отбора проб	Удельная активность Cs-137, Бк/кг				
	растение*	пчела	соты (воск)	мед	НСР ₀₅
с. Белое озеро	12,8	42,1	38,4	0,0	14,4
п. Майна	15,7	31,9	106,0	2,6	9,5
д. Ховрино	34,1	38,4	19,4	1,5	10,6
с. Вешкайма	44,5	55,3	9,0	2,0	5,6

* - для сравнения бралось медоносное растение, имеющее наибольший коэффициент поступления радионуклидов на объектах исследования. В районе Белое озеро это - арника облиственная, в Майне – синяк обыкновенный, в Ховрино - сурепка обыкновенная, в Вешкайме – цикорий обыкновенный.

Содержание радионуклидов в тканях пчелы достоверно отличалось от их концентрации в растениях, меде и воске.

Содержание цезия-137 в растениях-медоносах. На территориях, загрязненных радионуклидами, для получения экологически чистой и радиационно-безопасной продукции необходимо использовать растения-медоносы, отличающиеся способностью к незначительному накоплению радиоактивных веществ. С целью определить наиболее «чистый» медонос, т.е. растение, поглощающее из почвы наименьшее количество техногенных радионуклидов, были отобраны виды растений-медоносов, распространенных в районах пасек и являющихся традиционными для Ульяновской области. Пробы отбирались в период цветения медоносов. Сбор растений проводился в пределах досягаемости лета пчел. Всего отобрано 11 видов растений (табл.3).

ТАБЛИЦА 3 - СОДЕРЖАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В МЕДОНОСАХ

Район отбора проб, плотность загрязнения почвы, кБк/м ²	Растения - медоносы	Удельная активность Cs-137 в медоносах, Бк/кг	Коэффициент поступления Cs-137 (КП), 10 ⁻³ м ² /кг
Вешкаймское лесничество			
с. Вешкайма 13,7	Цикорий обыкновенный	44,5	3,3
	Эспарцет посевной	33,3	2,4
	Донник желтый	20,9	1,5
д. Ховрино 7,8	Татарник колючий	43,5	5,6
	Сурепка обыкновенный	34,1	4,4
	Эспарцет посевной	34,8	4,5
	Гречиха посевная	26,1	3,4
Майнское лесничество			
п. Майна 1,5	Синяк обыкновенный	15,7	10,6
	Гречиха посевная	4,2	2,8
с. Белое Озеро 2,2	Пижма обыкновенная	11,6	5,2
	Арника облиственная	12,8	5,8
	Эспарцет посевной	5,5	2,5
Барышское лесничество			
д. Акшуат 2,6	Подсолнечник однолетний	12,5	4,8
	Сурепка обыкновенная	10,3	4,0
	Эспарцет посевной	10,2	3,1
д. Старотимошкино 3,3	Иван-чай узколистный	15,2	4,6

Анализ данных показал, что способность растений к накоплению техногенных радионуклидов неодинакова и может различаться на порядок. Для учета различий в уровнях загрязнения почвы при сравнении накопительной способности растений рассчитывался коэффициент перехода КП, равный отношению удельная активность радионуклида в растении (Бк/кг воздушно-сухой массы) к плотности загрязнения территории этим радионуклидом (кБк/м²).

Значения коэффициента перехода свидетельствуют о том, что наиболее «чистыми» растениями-медоносами оказались донник желтый,

гречиха посевная и эспарцет посевной. Наиболее накапливающим медоносом является синяк обыкновенный.

Так, используя коэффициенты поступления растения-медоносы можно расположить по степени накопления Cs-137 в следующий ряд: донник (КП = 1,5) < гречиха (КП = 2,8-3,4) < эспарцет (КП = 2,4-4,5).

Таким образом, в районе исследований выявлены растения - медоносы, способные накапливать радионуклиды в незначительных количествах, что делает их использование для целей пчеловодства наиболее целесообразным.

Таким образом, полученные в ходе апииндикации данные о накоплении радиоактивных элементов в подморе пчел и продуктах пчеловодства могут являться ценной информацией для целей радиоэкологического мониторинга.

Следует отметить предварительность полученных результатов, так как проанализированы не все продукты пчеловодства на территории Ульяновской области. Однако по полученным данным можно предположить, что в условиях Среднего Поволжья индикатором радиоактивного загрязнения могут служить не продукты пчеловодства как в других загрязненных регионах, а подмор пчел.

Выводы:

1. Пробы меда с пасек Ульяновской области содержат радионуклиды в пределах допустимого уровня.

2. На загрязненных территориях использование вошины в ульях более одного года приводит к накоплению в ней радионуклидов, что может отрицательно сказаться на качестве меда.

3. Выявлены растения - медоносы, способные накапливать радионуклиды в незначительных количествах, что делает их использование для целей пчеловодства наиболее целесообразным.

4. Сведения о накоплении техногенных радионуклидов подмором пчел и продуктами их жизнедеятельности могут использоваться для целей радиоэкологического мониторинга.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы» с использованием оборудования ЦКП «ЭБЭЭ» ФГБОУ ВПО «ПГТУ».

Список литературы

- 1 Марадудин И.И., Панфилов А.В., Шубин В.А.. Основы прикладной радиоэкологии леса. – М.: ВНИИЛМ, 2001. 224 с.
- 2 Экологический мониторинг. Методы биомониторинга. Учебное пособие / под ред. Гелашвили Д.Б. - Н.Новгород: Изд. ННГУ, 1995. 272 с
- 3 Экологический мониторинг лесных экосистем: Учебное пособие / Е.М. Романов, О.В. Малюта, Д.Е. Конаков и др. - Йошка-Ола: МарГТУ, 2008. 234 с.
- 4 Михальцевич Г.Н., Величко М.Г. Мед как индикатор радиоактивного загрязнения // Пчеловодство. 1995. № 5. С. 9.
- 5 Логвинец В.В., Воронецкий Н.Н. Загрязнения продуктов пчеловодства в Белоруссии // Пчеловодство. 1997. № 1. С. 6-7.
- 6 Пчелы и их продукты в экологическом мониторинге / Макаров Ю.И., Авчинников А.В., Жук Е.Г. и др. // Пчеловодство. 1995. №1. С. 14-15.
- 7 Конаков Д.Е. Накопление и перераспределение техногенных радионуклидов в лесных биогеоценозах Ульяновской области: Дисс. ... канд. с-х. наук. Йошкар-Ола, 2004. 149 с.
- 8 20 лет Чернобыльской катастрофы. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. Российский национальный доклад. М, 2006. 92 с.