

УДК 631.4; 631.0

МИГРАЦИЯ ЦЕЗИЯ-137 В СИСТЕМЕ ПОЧВА — РАСТЕНИЕ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛУГОВ

CESIUM-137 MIGRATION IN THE SOIL-PLANT SYSTEM ON THE DIFFERENT TYPES OF GRASSLANDS

А. А. РОМАНЕНКО, доктор биологических наук, профессор
Г. В. ЛЕВКИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
 ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия»

A. A. ROMANENKO, doctor of biological science, professor
G. V. LEVKINA, candidate of agricultural science, assistant professor
 FGBOU VPO "Bryansk state engineer-technological academy"

Изучена миграция цезия-137 в системе почва—травостой на естественных лугах различного типа. Установлено, что накопление радионуклида в травостое зависит от его распределения по профилю почвы, ее агрохимических показателей, также от типа луга.

Ключевые слова: миграция, цезий-137, травостой, луг, почва.

The migration of cesium-137 in the soil-herbage system on different types of natural grasslands has been studied. It has been found that the accumulation of radionuclide in the herbage depends on the type of the grassland, its distribution on the soil profile and its agrochemical parameters.

Key words: migration, cesium-137, herbage, grassland.

Введение. В пастбищный период естественные луга служат основным поставщиком наиболее дешевого корма для животных. В стойловый период доля луговых кормов заметно уменьшается. Однако в ряде хозяйств, имеющих пойменные и низинные луга, эта доля достигает 30—50%.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС территория юго-западных районов Брянской области оказалась в значительной степени загрязнена смесью радиоизотопов. При этом естественные луговые биогеоценозы оказались «критическими» в радиационно-экологическом отношении объектами.

Это обусловлено тем, что радионуклиды, выпавшие из атмосферы на земную поверхность и оказавшиеся в дернинном слое, поступают в растения в больших количествах, чем на пахотных угодьях. Со временем радионуклиды с поверхности почвы перемещаются вглубь, где вступают во взаимодействие с почвенным поглощающим комплексом, в результате чего их доступность для растений значительно снижается.

Однако проведенное в настоящее время радиологическое обследование показало, что накопление цезия-137 в травостое естественных угодий по-прежнему остается высоким и значительно превышает его содержание в травостое, выращенном на пашне.

Поэтому изучение закономерностей миграции радионуклида в системе почва—растение в отдаленный период остается по-прежнему актуальным и имеет важное научно-практическое значение.

Материал и методы исследования. Исследования по изучению закономерностей миграции цезия-137 в системе почва—растение на естественных лугах различного типа проводили в Новозыбковском районе Брянской области, пострадавшем в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Объектами исследования были естественные суходольные, пойменные и низинные луга, на которых в соответствии с общепринятыми методиками отбирали почвенные и растительные пробы.

Для изучения параметров перехода радионуклида из почвы в растения проводили сопряженный отбор проб почвы и травостоя. После их подготовки определяли удельную активность, а затем рассчитывали коэффициенты накопления по формуле:

$$K_n = A_p / A_n,$$

где K_n — коэффициент накопления; A_p — удельная активность растений, Бк/кг; A_n — удельная активность почвы, Бк/к.

Для оценки миграции радионуклидов по профилю почвы отбирали почвенные пробы с интервалом по 5 см на глубину 20 см. Содержание цезия-137 в пробах определяли с помощью универсального спектрометрического комплекса «ГАММА ПЛЮС». Агрохимические показатели почвы определяли по общепринятым методикам.

Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерной программы «STRAZ».

Результаты исследования и их обсуждение. На поступление радионуклидов из почвы в растение влияют время, почвенные факторы, биологические особенности растений и физико-химические особенности радиоизотопа [1, 2, 4].

Исследования, проведенные в 2008—2010 гг., показали, что несмотря на 22-летний период, прошедший с момента аварии на Чернобыльской АЭС, поступление радионуклидов из почвы в травостой по-прежнему остается высоким.

Данные о миграции цезия-137 в системе почва—травостой на естественных лугах различного типа приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы, накопление цезия-137 в травостое (сене) естественных лугов имеет различия и зависит от типа луга. В частности, наименьшее содержание радионуклида отмечается в травостое пойменного луга. В травостое низинного и суходольного лугов его

1. Влияние типа луга на поступление цезия-137 из почвы в травостой (сено), Бк/кг

Тип луга	Почва	Сено	Кн
Суходольный	2476±254	1286±110	0,52
Пойменный	2855±307	1364±105	0,48
Низинный	3017±338	4274±381	1,42

2. Агрохимические показатели почвы

Показатель	Тип луга		
	Низинный	Пойменный	Суходольный
pH _{соль}	4,9±0,2	5,1±0,2	4,1±0,2
Гумус, %	5,4±0,3	2,1±0,2	1,5±0,1
K ₂ O, мг/кг	32±2,7	41±3,8	36±3,3
P ₂ O ₅ , мг/кг	170±21,0	243±19,0	226±16,0

3. Распределение цезия-137 по профилю почвы, %

Тип луга	Слой почвы, см			
	0—5	5—10	10—15	15—20
Суходольный	53±8	34±6	9±7	4±3
Пойменный	26±6	27±6	25±7	22±5
Низинный	27±6	23±8	20±5	30±6

содержание соответственно в 3 и 1,1 раза больше, чем в травостое пойменного.

Полученные различия можно объяснить различным типом лугов и характерным для каждого из них типом почв, их агрохимическими показателями, условиями увлажнения и ботаническим составом травостоя [1, 2, 3, 5].

Данные об агрохимических показателях почвы естественных лугов различного типа приведены в таблице 2.

Из данных таблицы следует, что агрохимические показатели почв на низинном, пойменном и суходольном лугах имеют существенные различия.

Так, показатель pH варьирует от сильнокислой среды на суходольном луге до кислой — на низинном и слабокислой — на пойменном.

Содержание гумуса на низинном луге в 2,6 и 3,6 раза выше, чем на пойменном и суходольном лугах соответственно.

Наибольшее количество калия и фосфора содержится на пойменном луге. На суходольном его содержание ниже в 1,1 и 1,1 раза соответственно. На низинном луге — в 1,3 и 1,6 раза соответственно.

Таким образом, наибольшее содержание цезия-137 в травостое низинного луга обусловлено низким по сравнению с пойменным и суходольным содержанием в почве калия и фосфора, а также кислой реакцией ее среды.

Наименьшее поступление радионуклида в травостой отмечается на пойменном луге, почвы которого характеризуются слабокислой средой и наибольшими показателями содержания калия и фосфора по сравнению с низинным и суходольным лугами.

На суходольном луге накопление цезия-137 в травостое выше, чем на пойменном, но ниже, чем на низинном. Это можно объяснить показателями содержания в почве калия и фосфора, которые на суходольном луге

выше, чем на низинном, на 56 и меньше, чем на пойменном, на 17 мг/кг.

Кроме того, на поступление цезия-137 в травостой влияет распределение радионуклида по профилю почвы [4]. В частности, аккумуляция радионуклидов в верхних горизонтах почвы, то есть в слое наибольшего распространения корней, повышает их доступность растениям, а следовательно, способствует большему накоплению цезия-137 в урожае.

Результаты по изучению миграции цезия-137 по профилю почвы на естественных лугах различного типа приведены в таблице 3.

Анализ таблицы показывает, что распределение цезия-137 по профилю почвы на различных типах лугов имеет свои особенности. На суходольном луге наибольшее количество цезия (53%) сосредоточено в слое 0—5 см. В слое 5—10 см, 10—15 и 15—20 см концентрация радионуклида уменьшилась по сравнению со слоем 0—5 см на 19%, 44 и 49% соответственно.

Неравномерное распределение цезия-137 по профилю почвы можно объяснить типом луга, характерным для него низким уровнем увлажнения и сорбционной способностью почвы, которые способствуют закреплению основного количества радионуклида (87%) в верхнем слое толщиной 10 см.

Относительно равномерное распределение цезия-137 по профилю почвы на пойменном луге можно объяснить высоким уровнем увлажнения в паводковый период, который положительно влияет на миграцию радионуклида по профилю.

На низинном луге равномерное распределение радионуклида по профилю почвы вызвано высоким уровнем увлажнения, который способствует перемещению ионов цезия-137 по профилю.

Анализируя данные таблиц 1, 2 и 3, можно сделать вывод, что наибольший уровень загрязнения имеет низинный луг. Это обусловлено высоким уровнем увлажнения [5], кислой реакцией почвенного раствора [1, 2] и ботаническим составом травостоя [3, 4], представленным, в основном, осоковым разнотравьем.

В частности известно, что на почвах с высоким уровнем увлажнения радионуклиды более доступны растениям, чем при дефиците влаги. Кроме того, в кислой среде ионы радиоцезия находятся в более доступном для растений состоянии, чем при слабокислой, нейтральной и слабощелочной среде.

Преобладание осокового разнотравья на низинном луге также способствует большему накоплению цезия-137 в травостое, чем злаковое и злаково-бобовое разнотравье, преобладающие на суходольном и пойменном лугах.

Наименьшее поступление цезия-137 в травостой пойменного луга можно объяснить слабокислой реакцией почвенной среды, наибольшим содержанием в почве обменного калия и фосфора по сравнению с низинным и суходольным лугом и относительно равномерным распределением радионуклида по профилю почвы.

Известно, что слабокислая реакция почвенного раствора способствует большему закреплению почвой ионов радиоцезия. В результате поступление радионуклидов в травостой меньше, чем в почвах с кислой и сильнокислой средой, характерной для низинного и суходольного лугов соответственно [2, 3].

Относительно равномерное распределение радионуклидов по профилю почвы также снижает поступление радиоизотопов в растения, так как примерно половина активности в двадцатисантиметровом слое почвы находится ниже распространения основной массы корневой системы растений.

На суходольном луге поступление цезия-137 в травостой в 1,1 раза выше, чем на пойменном и в 2,7 раза ниже, чем на низинном. С одной стороны, такое поступление радионуклида в травостой можно объяснить низким уровнем увлажнения и содержанием обменных катионов калия и фосфора, в результате которого их доступность значительно снижается. С другой стороны, это можно объяснить сильноокислой реакцией почвенной среды и содержанием 87% активности, сосредоточенной в десятисантиметровом слое почвы, где сосредоточена основная масса корневой системы растений.

Таким образом, на миграцию цезия-137 в системе почва—растение влияют тип луга, агрохимические по-

казатели почвы и распределение радионуклида по ее профилю.

● ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексахин Р. М.* Сельскохозяйственная радиоэкология [Текст] / Р. М. Алексахин, А. В. Васильев, В. Г. Дикарев и др. // Под ред. Алексахина Р. М., Корнеева Н. А. — М.: Экология, 1992. — 400 с.
2. *Анненков Б. Н.* Основы сельскохозяйственной радиологии [Текст] / Б. Н. Анненков, Е. В. Юдинцева — М.: Агропромиздат, 1991. — 286 с.
3. *Гулякин И. В.* Сельскохозяйственная радиобиология [Текст] / И. В. Гулякин, Е. В. Юдинцева — М.: Колос, 1973. — 272 с.
4. *Маркина З. Н.* Принципы лесовосстановления на основе анализа радиоэкологического состояния почвенно-растительного покрова Брянской области [Текст] / З. Н. Маркина — БГИТА, Брянск, 2011. — 135 с.
5. *Михайловская Л. Н.* Влияние режима увлажнения на подвижность радионуклидов в почвах аварийной зоны ЧАЭС [Текст] / Л. Н. Михайловская, Е. Н. Караваева, И. В. Молчанова // Экология. 1992. — №2. — С.76—79

e-mail6 alrom60@yandex.ru gylevkina@mail.ru

УДК 63:631.8

ЗНАЧЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И УЛЬТРАМИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

IMPORTANCE OF TRACE ELEMENTS IN MODERN CONDITIONS OF CULTIVATION OF AGRICULTURAL CROPS

Д. А. МАНАШОВ, аспирант
ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет»

D.A. MANASHOV, graduate student
GBOU VPO «Don state agrarian university»

В статье приведена информация о проблеме нехватки микроэлементов и ультрамикроэлементов в почве для получения высоких урожаев, а также рекомендуется один из современных способов ее решения.

Ключевые слова: микроэлементы, ультрамикроэлементы, сельскохозяйственные культуры, хелат.

The article presents information about the problem of lack of trace elements in the soil and ultramicroelements to obtain high yields, and recommended one of the modern ways of its solution.

Key words: trace elements, crops, chelate.

Внедрение интенсивных технологий возделывания сельхозкультур привело к повышению их урожая, вследствие чего увеличился вынос микроэлементов из почвы. Единственный источник их пополнения — органическое удобрение, которое практически не используется уже на протяжении 20 лет. Этот продолжительный период характеризуется систематическим и интенсивным выносом микроэлементов из почвы.

По состоянию на 2006 г. площади пашни с низким содержанием цинка, кобальта, меди составляли соответственно 86,8; 57,9; 49,1% [3]. В конечном итоге это привело к резкому снижению урожайности основных сельхозкультур.

Так, в Ростовской и Липецкой областях к уже привычному здесь основному лимитирующему фактору —

осадки — можно добавить еще один: недостаточное количество необходимых растению микро- и ультрамикроэлементов. Даже благоприятные погодные условия года и полное минеральное питание основными элементами (NPK) не гарантируют высоких урожаев. Для получения высоких и качественных урожаев необходимо совместно с минеральными удобрениями применять микроэлементы.

По результатам исследований А. С. Самотенко, проведенных в 2007—2009 гг. на черноземе обыкновенном, прибавка урожая озимой пшеницы от микроэлементов по сравнению с фоном в 2007 г. составила 13,6%, в 2008 — 12 и в 2009 — 11%. Прибавка урожая от внесения серы в 2007 г. составила 15,7%, в 2008 — 14,3 и в 2009 — 11,7%.

В среднем за три года наибольшее влияние на повышение урожайности оказали медь (прибавка 17,9%) и марганец (15,2%), меньшее — молибден (14,7%), бор (11%) и цинк (10%). Сера достоверно повысила урожайность на 16,1%.

Из отдельных элементов, применяемых в подкормку, в 2009 г. наибольшее положительное влияние на содержание клейковины оказали медь, бор, цинк, марганец, а наименьшее — молибден. Влияние серы в оба года по сравнению с фоном было также положительным [4].

Для успешного возделывания подсолнечника важно применять микроэлементы, влияющие на содержание жиров в растении. Бор и медь повышают содержание