

## ВЛИЯНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА СНИЖЕНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЯ

Последствия аварии на Чернобыльской АЭС поставили перед исследователями Беларуси ряд проблем, требующих безотлагательного решения. Особенно эти проблемы касаются сельского хозяйства. В Республике Беларусь более 40 тыс. км<sup>2</sup> территории заражено радионуклидами плотностью свыше 1 Ки/км<sup>2</sup>, на которой проживает более 2,2 млн человек [1]. В связи с этим нами проведены исследования по влиянию оптимальных условий минерального питания на снижение поступления и степени накопления радионуклидов в растениях (на примере K<sup>42</sup>, Rb<sup>86</sup> и Cs<sup>137</sup>).

### Материал и методика

Основными объектами исследования в наших опытах служили молодые 3–6-недельные растения кукурузы (сорт Воронежская-76 и гибрид Буковинский-1). В водных культурах растения выращивали на питательной смеси Гельригеля. Затем, после промывки корней дистиллированной водой, растения пересаживали на испытываемые питательные растворы, в состав которых вводились калий, рубидий и цезий определенной концентрации. Количественное поступление этих элементов в листья растений определялось радиометрическим методом с помощью изотопов K<sup>42</sup>, Rb<sup>86</sup> и Cs<sup>137</sup> по изменению активности растительного вещества, измеряемой счетчиком БФЛ Т-25 на установке Б-2 и рассчитанной затем на 1 г сухого веса (удельная активность) методом взятия дисков или высечек. Повторность опыта – восьмикратная. По этой методике можно проследить процесс поглощения ионов на одних и тех же растениях в динамике.

### Результаты и их обсуждение

В научной литературе имеется недостаточно работ, посвященных вопросу влияния общего уровня минерального питания на поступление калия, рубидия и цезия в растения. В частности, авторами [2–7] установлено, что общий уровень питания снижает поступление калия и рубидия в растения, в то время как влияние общего уровня минерального питания на поступление цезия в растения мало исследовано.

Нами были проведены три опыта по изучению влияния общего уровня минерального питания на интенсивность поступления и накопления калия, рубидия и цезия в растения кукурузы. Был прослежен характер изменения интенсивности поступления и накопления калия, рубидия и цезия при пропорциональном изменении содержания в среде всех элементов минеральной пищи растений.

Таблица 1

Влияние уровней питания на поступление калия (K<sup>42</sup>) в листья кукурузы

Схема опыта (смесь Гельригеля)	Содержание K <sup>42</sup> , тыс. имп/мин на г сухого вещества				
	время, сут				
	1	2	3	4	5
1/5 нормы	950	1843	2565	2669	2973
1/2 нормы	620	1234	1742	2170	2635
1 норма	425	901	1296	1509	2167
3 нормы	380	855	1273	1311	1881

В первом опыте растения кукурузы предварительно в течение месяца

выращивали в водной культуре на 1/5 нормы питательной смеси Гельригеля, затем они были пересажены на испытуемые питательные смеси различной концентрации. Через 10 дней питательные смеси заменили по аналогичной схеме, в состав которой был внесен калий, меченый радиоактивным  $K^{42}$ , в концентрации 5 мэкв/л, и в течение недели прослеживалась интенсивность его поступления в листья растений кукурузы разных вариантов. Результаты анализов представлены в табл. 1, из которой видно, что интенсивность поступления калия в листья растений существенно различалась по вариантам. Наиболее энергично калий поступал в листья при бедном уровне питания (1/5 и 1/2 нормы). С увеличением общего уровня питания до 1 и 3 норм питательной смеси Гельригеля поступление калия закономерно снижалось, причем различия по вариантам не сглаживались, а четко проявлялись с начала опыта и до его окончания.

Закономерность аналогичного характера отмечена в опыте с калием, меченым  $K^{42}$ , авторами [7], которые выращивали растения кукурузы в воде и на питательном растворе Хоглэнда. Следует заметить, что корни кукурузы в их опытах, не получавшие до этого питательных веществ, поглощали в три раза больше калия по сравнению с теми растениями, которые непрерывно выращивались в оптимальных условиях питания.

Таблица 2

Влияние уровней питания на поступление рубидия ( $Rb^{86}$ ) в листья кукурузы

Схема опыта (смесь Гельригеля)	Содержание $Rb^{86}$ , тыс. имп/мин на г сухого вещества				
	время, сут				
	2	4	6	8	11
1/5 нормы	58	99	186	232	573
1/2 нормы	49	75	124	211	432
1 норма	32	62	110	174	289
3 нормы	24	45	78	175	351

Во втором опыте растения кукурузы в течение месяца выращивали в водной культуре на 1/5 нормы питательной смеси Гельригеля, после чего они были пересажены на испытуемые питательные смеси различной концентрации. Через 10 дней питательные смеси были заменены, в состав их вносился рубидий, меченый  $Rb^{86}$ , в концентрации 5 мэкв/л. В течение двух недель прослеживалась интенсивность его поступления в листья растений разных вариантов. Как видно из результатов опыта (табл. 2) наиболее интенсивно рубидий поступал в листья кукурузы при низком уровне питания (1/5 и 1/2 нормы). С ростом уровня питания до 1 и 3 норм смеси Гельригеля поступление рубидия закономерно снижалось по вариантам.

В третьем опыте растения кукурузы месячного возраста пересаживались на исследуемые питательные смеси Гельригеля. Через 10 дней растения пересаживали на испытуемые смеси, в которые вводился цезий, меченый  $Cs^{137}$ , в количестве 5 мэкв/л. За интенсивностью поступления цезия в листья кукурузы вели наблюдения в течение трех недель.

Поглощение цезия растениями существенно различалось по вариантам (табл. 3). Наиболее энергично он поступал в листья кукурузы на низком уровне минерального питания (1/20 и 1/5 нормы). С увеличением уровня питания до 1/2, 1 и 3 норм питательной смеси Гельригеля поступление цезия в листья кукурузы снижалось, причем в данном опыте эти различия во времени выявлялись четко (см. табл. 3).

Интересны исследования по поведению цезия ( $Cs^{137}$ ) в почве, проведенные авторами [8], которые установили способность почвы с течением времени фиксировать в своей структуре цезий  $Cs^{137}$ , что ведет к затормаживанию процессов поступления и накопления цезия в растениях.

Влияние уровней питания на поступление цезия ( $C^{137}$ ) в листья кукурузы

Схема опыта (смесь Гельригеля)	Содержание $C^{137}$ , тыс. имп/мин на г сухого вещества					
	время, сут					
	2	4	6	8	11	16
1/20 нормы	19,2	23,0	27,5	32,8	47,0	72,0
1/5 нормы	18,0	23,3	26,0	27,4	43,6	52,0
1/2 норма	17,0	16,6	21,5	30,8	41,0	45,0
1 норма	13,0	12,0	16,0	23,2	30,0	49,0
3 нормы	11,6	12,0	16,2	20,6	29,0	34,0

Из проведенных опытов следует, что поглощение калия, рубидия и цезия по вариантам значительно различалось. Эти элементы поступали в листья кукурузы наиболее интенсивно при низком уровне минерального питания (1/20 и 1/5 нормы). С увеличением уровня питания растений (1/2, 1 и 3 нормы питательной смеси Гельригеля) поступление всех трех элементов в листья кукурузы значительно снижалось. По всей видимости, это объясняется тем, что при различном уровне минерального питания в растительном организме происходят некоторые изменения в обмене веществ клеточных систем, которые и приводят к снижению поступления и накопления в органах растений радионуклидов. Из наших исследований следует, что оптимизация почв в полевых условиях позволит добиться значительного снижения поступления и накопления радионуклидов в сельскохозяйственных культурах.

### Список литературы

1. Козловская Л. В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1. С. 54.
2. Иванов Н. П. // Докл. АН БССР. 1969. Т. 13. № 9. С. 839.
3. Удовенко Г. В., Иванов Н. П. // Изв. АН БССР. Сер. с.-х. наук. 1964. № 4.
4. Удовенко Г. В., Иванов Н. П., Ложкина Н. Н., Урбанович Т. А. // Физиол. растений. 1964. Т. 11. Вып. 4.
5. Jaworski S. A., Warber S. A. // Soil Sci. 1959. V. 37. № 1.
6. Иванов Н. П., Борисенко О. Ф. // Проблемы сохранения почвенного плодородия. Пенза, 1992. С. 76.
7. Haunold E., Danneberg O., Kaidal K. // Тр. симпозиума по исслед. изотопов и радиации в исследованиях почвенного питания растений от 28.VI—2.VII 1965. Вена, 1965. С. 612.
8. Петряев Е. П., Овсянникова С. В., Соколик Г. А., Рубинчик С. Я., Любкина И. Я. // Изв. АН БССР. Сер. физ. энерг. наук. 1990. № 4. С. 78.

УДК 551

Б. Н. ГУРСКИЙ, О. Ф. ЯКУШКО

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА БЕЛАРУСИ

Современная поверхность Беларуси представлена аккумулятивным равнинно-холмистым рельефом, характерным для западной окраины Восточно-Европейской равнины. Платформенные структуры Русской плиты залегают на глубине от 0 до 5–6 км. Наиболее крупные морфоструктуры в той или иной степени выражаются в строении поверхности. В частности, это относится к Белорусской антеклизе, Воронежскому горсту, Припятскому прогибу и др. Неровная поверхность фундамента