

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МОРКОВИ В РАЙОНАХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

**Самойленко И.В.<sup>1</sup>, Будаев С.И.<sup>2</sup>, Брилёв М.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет  
<sup>2</sup>УО “Гродненский государственный аграрный университет”

Проблема техногенного радиоактивного загрязнения отдельных районов Российской Федерации и Беларуси возникла после катастрофы на ЧАЭС (Украина) 26 апреля 1986 года. После неё в окружающей среде консолидировалось огромное количество изотопов [1], а из общего землепользования отмеченных государств были исключены значительные площади сельскохозяйственных угодий.

Современную радиэкологическую ситуацию в районах поражения определяют  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  (периоды полураспада около 29 и 30 лет). По важнейшим физико-химическим свойствам они являются аналогами Са и К. При недостаточном содержании в окультуренных почвах этих элементов в доступной форме в организм теплокровных через желудочно-кишечный тракт с продуктами питания растительного происхождения мигрируют изотопы [2]. В нём они всасываются, включаясь в общий метаболизм, а также облучают органы и ткани человека и сельскохозяйственных животных, вызывая гибель отдельных клеток через ионизацию и возбуждение атомов [3]. Общая реакция теплокровных на эти процессы представлена 4 фазами: физическая, физико-химическая и химическая активизируют изменения на молекулярном уровне, а биологическая способствует функциональным и структурным нарушениям ДНК в клетках, затем вызывает рецидивы в наиболее чувствительных органах (щитовидная железа > печень > скелет > мышцы) [3,4]. Для предотвращения массового поражения населения и сельскохозяйственных животных радионуклидами с длительными периодами полураспада следует объективно оценивать особенности их накопления и распределения в товарных органах продуктов питания растительного происхождения, в том числе у столовых корнеплодов.

Опыты проводились в 2002 и 2003 годах на территории Брянской области (Россия). Почвы опытного участка дерново-подзолистые легкосуглинистые. Содержание гумуса в пахотном горизонте составляло 2,1 %, подвижного фосфора – 307 мг/кг почвы, обменного калия – 336 мг/кг почвы, а pH почвенного раствора 6,3. Плотность загрязнения почвы  $^{90}\text{Sr}$  достигла 65 Бк/кг, а  $^{137}\text{Cs}$  – 1080 Бк/кг.

Цель исследований заключалась в определении реальных уровней накопления  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ , а также особенностей их локализации в товарных корнеплодах моркови, выращиваемых на почвах, подвергшихся умеренному ра-

диоактивному загрязнению. Учёт результатов проводился во время вегетации растений, а окончательно – во II декаде сентября у 2 сортов *Daucus carota L.*: Нантская и Золотое руно. Объектами исследования являлись корнеплоды примерно одинаковой массы, формируемые и стандартные [5]. Их отбирали из общего массива в произвольном порядке. Главным критерием отбора образцов являлась их высокая привлекательность, отсутствие внешних повреждений и поражения болезнями. Масса средней пробы составляла  $3,0 \pm 0,05$  кг. Анализ содержания радионуклидов в экспериментальных образцах проводился в специализированной лаборатории *Центра глобальных катастроф АМН РФ*. Их накопление в корнеплодах моркови определяли следующим образом. Растительные пробы массой 1 кг в 3 повторностях сжигали в муфельной печи. Полученную золу взвешивали. Содержание радионуклидов в ней определяли на японском оборудовании фирмы *Mitsubishi*, собранному по спецзаказу российских специалистов.

Возделывание моркови на участках, подвергшихся умеренному техногенному радиоактивному загрязнению, неизбежно приводит к консолидации изотопов в корнеплодах с момента начала их формирования и до уборки (табл. 1).

Таблица 1. Динамика накопления радионуклидов на протяжении вегетации разными сортами моркови (2002 – 2003 гг.)

Наименование сорта	Содержание, Бк/кг					
	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs
	∅ корнеплодов 1 см*		∅ корнеплодов 3 см*		∅ корнеплодов 5 см*	
Нантская	3,7	5,8	6,3	11,7	7,7	12,4
Золотое руно	4,9	6,7	8,1	12,3	8,7	13,5
НСР <sub>05</sub>	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6

Примечание. \*Диаметр корнеплодов указан в самой широкой части.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что у изучаемых объектов на всех этапах онтогенеза динамика накопления <sup>137</sup>Cs гораздо выше, чем <sup>90</sup>Sr. Это легко объяснить более насыщенным содержанием в пахотном горизонте и высокой миграцией по профилям первого из них. У сорта Нантская консолидация радионуклидов отмечена менее высокая, чем у сорта Золотое руно, что, вероятно, тесным образом связано с периодами их вегетации. Золотое руно является скороспелым сортом, поэтому потребление из почвы элементов питания (совместно с радионуклидами) у него более активное.

Крупный скачок накопления изотопов у моркови отмечен в середине вегетации, когда приросты сырой биомассы корнеплодов максимальные, а концентрация сухого вещества в них пока изменяется несущественно. В данный период они заметно увеличиваются в объёме и по

массе, что, естественно, требует достаточного количества коферментов для работы ферментных систем и повышения общей концентрации клеточного сока. В тоже время сохранение у моркови достаточной активности фотосинтеза во второй половине вегетации позволяет оптимизировать углеводный обмен, благодаря которому в корнеплодах заметно повышается содержания сухого вещества. Данные процессы реально изменяют активность миграции  $^{90}\text{Sr}$  в корнеплоды: у сорта Нантская его накопление за этот период повышается только на 1,4 Бк/кг (22,2 %), тогда как в середине вегетации ( $\varnothing$  корнеплодов 1 – 3 см) – на 2,6 Бк/кг (70,3 %); у сорта Золотое руно соответственно его содержание увеличивается лишь на 0,6 Бк/кг (7,4 %), а в середине вегетации – на 3,2 Бк/кг (65,3 %).

Подобные изменения зафиксированы также в накоплении товарной продукцией моркови  $^{137}\text{Cs}$ : у сорта Нантская в середине вегетации ( $\varnothing$  корнеплодов 1 – 3 см) его накопление возросло на 5,9 Бк/кг (201,7 %), а позднее ( $\varnothing$  корнеплодов 3 – 5 см) – только на 0,7 Бк/кг (6 %); у сорта Золотое руно соответственно его концентрация повышается на 5,6 Бк/кг (183,6 %), тогда как ближе к завершению вегетации – только на 1,2 Бк/кг (9,8 %).

Заметный интерес представляет локализация поглощённых изотопов в отдельных тканях корнеплодов моркови, которые достигли технологической зрелости (табл. 2).

Таблица 2. Локализация радионуклидов в отдельных тканях корнеплодов моркови в технологической зрелости (2003 г.)

Наименование сорта	Содержание изотопов с учётом:				
	анатомического строения		морфологического строения		
	кора	сердцевина	головка	середина	основание
$^{90}\text{Sr}$ , Бк/кг					
Нантская	8,1	7,0	6,8	8,2	8,8
Золотое руно	8,8	7,4	7,6	7,8	9,1
$^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг					
Нантская	12,3	11,9	11,8	12,1	12,9
Золотое руно	13,8	13,6	13,1	13,2	13,7

На основе таблицы 2 можно заключить, что разница между содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в коре и сердцевине корнеплода у сорта Нантская составляет 1,1 Бк/кг (15,7 %), а у сорта Золотое руно – 1,4 Бк/кг (18,9 %). Это связано, прежде всего, с тем, что древесина является только проводящей тканью, а во флоэме адсорбируются запасные вещества (совместно с радионуклидами). Дополнительно ткань, указанная последней, контактирует с почвой, поглотившей изотопы после аварии, во время роста корнеплодов моркови. Однако почти не наблюдается различий в анато-

мическом строении у обоих сортов по адсорбции  $^{137}\text{Cs}$  (в пределах ошибки опыта), что объяснить сложнее.

Именно основание корнеплодов заглубляется в почву, поэтому накопление в них  $^{90}\text{Sr}$  увеличивается от головки к основанию у сорта Нантская на 2,0 Бк/кг (29,4 %), а у сорта Золотое руно – на 1,5 Бк/кг (19,7 %). Содержание  $^{137}\text{Cs}$  возрастает соответственно у сорта Нантская на 1,1 Бк/кг (9,3 %), а у сорта Золотое руно всего на 0,6 Бк/кг (4,6 %). Этот парадокс довольно легко объяснить. Сорт, указанный последним, полностью заглублён в почву. Он также имеет более округлую и менее вытянутую форму.

Таким образом, на основании представленных исследований удалось сделать следующие выводы:

Накопление  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  у моркови увеличивается скачкообразно, причём наиболее активно – в середине вегетации;

Адсорбция  $^{90}\text{S}$  стандартной продукцией *Daucus carota L.* существенно уступает  $^{137}\text{Cs}$ , причём у сорта Нантская консолидация обоих изотопов гораздо ниже, чем у сорта Золотое руно;

Наиболее высокое содержание радионуклидов отмечено в коре, а их накопление снижается от основания к головке стандартных корнеплодов.

#### Литература

1. Информация об аварии на ЧАЭС и её последствиях, подготовленная для МАГАТЭ //Атомная энергия, 1986. – Т. 61, вып. 5. – С. 301-320.
2. Василенко И.Я. Радиационные поражения продуктами ядерного деления // Здоровоохранение Белоруссии, 1986. – N12. – С.68.
3. Биологическое действие продуктов ядерного деления. Метаболизм и острые поражения //Радиобиология, 1992. – Т. 32, вып. 1. – С. 69-78.
4. Биологическое действие продуктов ядерного деления. Отдалённые последствия поражения. //Радиобиология, 1993. – Т. 33, вып. 3. – С. 442-452.
5. ГОСТ 1721-85. Морковь столовая свежая, заготавливаемая и поставляемая. Технические условия. – М.: Изд. стандартов, 1996. – 6 с.

#### Резюме

В статье анализируются особенности накопления  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ , а также их локализация в товарных корнеплодах моркови, выращиваемой на почвах, подвергшихся умеренному техногенному радиоактивному загрязнению.

Ключевые слова: морковь, вегетация, радионуклиды, кора, сердцевина. Таблиц 2, библиографий 5.

### Summary

The ecological aspects of planting of carrots in the districts of radioactive pollution  
Samoylenko I.V., Buday S.I., Brilyov M.S.

The mitigation about the accumulation of  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  were solved. The localization of these elements in carrots which planted on the soils with middle radioactive pollution was steadies.

Key words: carrots, vegetation, radionuclide, core, cortex. 2 Tables, 5 Bibliographies.

УДК 633.37:631.5 (476.6)

### АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВОЙ КОРМОВОЙ КУЛЬТУРЫ – ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ (*Galega orientalis*)

Витковский Г.В.,

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

Одной из наиболее перспективных кормовых культур является галега восточная. Она происходит из дикорастущей флоры Кавказа, характеризуется необычной пластичностью к условиям местообитания и большими потенциальными возможностями (1,2, 3).

С целью изучения в условиях западной части Республики Беларусь важнейших проблем возделывания и прежде всего ее удобрения обычной формы галеги восточной проведены длительные полевые опыты.

В течение 9 лет нами на опытном поле РУНП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси» проводились полевые исследования по определению влияния различных доз органических, минеральных удобрений и ризоторфина на урожайность, химический состав корма, процессы семенного и вегетативного возобновления в большой жизненном цикле галеги восточной.

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная с содержанием гумуса 1,3%, подвижных соединений  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$  (по Кирсанову) – 145 и 190 мг на 1000 г почвы, pH (KCl) – 5,1-5,3.

Опыты закладывались на двух смежных блоках, на одном из которых вносили органику (торфо-навозный компост) в количестве 80 т/га, каждый из блоков был расщеплен на делянки с разным уровнем фосфорного и калийного удобрения, где проводили посев галеги с предварительной обработкой семян ризоторфином и без него.

Учетная площадь субделянки 25 м<sup>2</sup>, повторность 4-х кратная. Минеральные удобрения применяли в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия. Фосфорное и половинная доза ка-