

УДК 581.5:575.17

НАКОПЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНОГО ЦЕЗИЯ РАЗЛИЧНЫМИ СОРТАМИ КАРТОФЕЛЯ

В.И. Крюков, М.С. Хлопюк

(Тульский НИИ сельского хозяйства РАСХН, г. Плавск)

В результате аварии на Чернобыльской АЭС значительные территории Европейской части Российской Федерации подверглись радиоактивному загрязнению. Необходимость ведения сельского хозяйства на загрязнённых радионуклидами почвах поставила большой круг задач, связанных с получением экологически безопасной продукции в этих районах. Одним из путей решения этой задачи является использование таких сортов сельскохозяйственных культур, которые накапливают наименьшее количество радионуклидов. Целью исследования является анализ интенсивности накопления ^{137}Cs различными сортами сельскохозяйственных культур, районированных в Тульской области. В настоящем сообщении приводятся результаты исследования накопления радиоактивного цезия 32 сортами и гибридами картофеля, выращенными на выщелоченных чернозёмах Тульской области, загрязнённых радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС.

Материалы и методика

Материалом для исследования служили 32 сорта и гибрида картофеля, поддерживаемых в репродукции Тульским НИИ сельского хозяйства в 1993 и 1994 гг., т.е. через 7 и 8 лет после выпадения радиоактивных осадков (см. табл.). Почва опытного участка – среднесуглинистый выщелоченный чернозём. Предшественник - озимая пшеница. Агрохимические показатели почвы опытного участка: содержание P_2O_5 и K_2O – 25,0 и 27,2 мг/100 г соответственно, сумма поглощённых оснований – 32,3 мг-экв/100 г, гидролитическая кислотность – 4,77 мг-экв/100 г, $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,6$, содержание гумуса – 6,84 %, азота – 7,9 мг-экв/100 г почвы. Концентрацию ^{137}Cs в почве определяли по усреднённым образцам, составленным из пяти первичных, собранных методом "конверта" по углам и в центре участков, на которых выращивался картофель. На опытных делянках высаживали по 480 клубней каждого сорта. Схема посадки - 70 x 35 см. Повторность – четырёхкратная. Под основную обработку почвы вносили минеральные удобрения из расчёта 90 кг/га действующего вещества NPK. Основная обработка почвы включала дисковое лушение стерни и вспашку на глубину 25-27 см. После вспашки проводили культивацию на глубину 12-14 см и осеннюю нарезку гребней. Весной гребни рыхлили и проводили посадку сортов и гибридов клоновой сажалкой СН-4БК. До всходов вносили гербицид зенкор (1,4 кг/га). При появлении сорных растений посадки обрабатывали культиватором КОН-2,8М, оборудованным ротационными рабочими органами. После появления всходов посадки окучивали. При появлении вредителей применяли децис (0,3 л/га). Для профилактики фитофтороза проводили три опрыскивания арцеридом (2,5 кг/га). Уборку проводили

клоновым копателем с последующей ручной подборкой клубней через две недели после скашивания ботвы. Клубни тщательно отмывали от почвы, подсушивали, нарезали в виде "соломки". Измельчённый картофель высушивали до воздушно-сухого состояния и размалывали в лабораторной мельнице. Измерение концентрации ^{137}Cs в сухом размолотом картофеле выполняли в литровых сосудах Маринелли на автоматизированном гамма-спектрометре со сцинтилляционным (NaJ) детектором (НПО "Аспект", Дубна). Минимальная детектируемая активность прибора (МДА) – 3 Бк. Были измерены по 3-6 проб каждого сорта (гибрида) картофеля. Статистический анализ результатов измерений выполнен с помощью пакета прикладных программ "STADIA 4.5" [1].

Результаты и обсуждение

Результаты измерений и статистической обработки данных приведены в таблице. В ней указаны минимальные и максимальные значения концентрации ^{137}Cs измеренных проб картофеля, средние значения \pm ошибка средних, а также коэффициенты накопления ^{137}Cs сухой и сырой биомассой клубней картофеля. Коэффициент накопления ^{137}Cs сырой биомассой рассчитывался, исходя из средней влажности клубней (77 %). Минимальную концентрацию ^{137}Cs в клубнях определить было нельзя из-за высокого порога МДА прибора. Поэтому для расчётов достоверности различий в удельной активности радионуклидов была принята условная величина, равная МДА - $3,0 \pm 0,1$ Бк/кг. Концентрация ^{137}Cs в почвенных образцах варьировала в пределах 890-935 Бк/кг, средняя величина составила 906 Бк/кг. Эта величина была использована для расчёта коэффициентов накопления радионуклида клубнями картофеля.

По срокам формирования полноценных клубней сорта картофеля разделяют на 5 групп: ранние, среднеранние, среднеспелые, среднепоздние и позднеспелые. Количество сортов в каждой группе, накапливающих менее 3 Бк/кг, составило 74, 64, 58, 50 и 33 % соответственно. Максимальное количество ^{137}Cs содержалось в среднеспелых сортах (гибридах) картофеля. Созревающие раньше и позже них сорта картофеля имели более низкие максимальные значения удельной активности ^{137}Cs . Таким образом, отсутствует чёткая зависимость накопления клубнями ^{137}Cs от продолжительности их формирования. Следовательно, должна быть другая причина различий интенсивности накопления ^{137}Cs картофелем. Возможно, ею является различие генетических фонов исследуемых сортов и прежде всего генов, детерминирующих минеральное питание растений. В каждой из пяти групп были обнаружены сорта, накопление которыми радиоактивного цезия статистически достоверно больше сортов с минимальным накоплением радионуклида. При этом в условиях проведения опыта накопление радионуклида в клубнях картофеля было в 55-197 раз меньше ВДУ-91 [2]. Урожайность исследованных сортов и гибридов варьировала от 1,2 до 3,6 т/га. Следовательно, различные сорта картофеля в указанных выше условиях выращивания могут выносить, в зависимости от урожайности и интенсивности накопления радионуклида, от 1,19 до 21,34 кБк ^{137}Cs с каждого гектара.

Таблица

Накопление ¹³⁷Cs различными сортами картофеля

Сорта и гибриды	Содержание Cs ¹³⁷ в картофеле, Бк/кг			Кн (n×10 ⁻²)	
	Пределы	Среднее (в сухом)	Среднее (в сыром)	в сухом	в сыром
1	2	3	4	5	6
Ранние					
Весна	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Г 2661-3	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Г 3256-1	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Пензенская скор.	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Фреско	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Заря	5,19-8,25	6,52±0,91	2,15	0,72	0,24
Г 3033-12	7,42-8,82	7,90±0,46**	2,61	0,79	0,26
Среднеранние					
Пост-86	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Невский	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Резерв	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Эффект	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Брянский ранний	5,86-7,49	6,64±0,44*	2,19	0,73	0,24
Гарт	8,01-8,37	8,21±0,11***	2,71	0,91	0,30
Среднезрелые					
Г 2410-3	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Г 49-1	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Г 807-11	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Гранат	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Луговской	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Малахит	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Ресурс	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Г 2647-7	<3 -3,47	<3,30	<1,09	<0,36	<0,12
Бронницкий	5,43-6,56	6,07±0,33**	2,00	0,67	0,22
Г 2647-4	7,22-7,63	7,46±0,12***	2,46	0,82	0,27
Г 807-8	8,03-11,6	9,19±0,56*	3,03	1,01	0,33
Г 2233-12	10,3-11,0	10,67±0,20***	3,52	1,18	0,39
Среднепоздние					
Ласунак	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Никуленский	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Кардинал	5,44-6,66	6,03±0,35*	1,99	0,67	0,22
Г 346-12	6,49-6,89	6,66±0,12***	2,20	0,74	0,24
Позднеспелые					
Орбита	<3	<3	<0,99	<0,33	<0,11
Г 591Т-62	6,88-7,01	6,95±0,04***	2,29	0,77	0,25
Г 8834-3	7,56-7,99	7,82±0,13***	2,58	0,86	0,28

Примечание: Различия статистически достоверны при P= 0,05 (*), 0,01 (**) и 0,001 (***). Пояснения в тексте.

Цезий является химическим аналогом калия. Большая часть работ по генетике калийного питания растений [3] свидетельствует о полигенной природе этого признака. Следовательно, разнообразие генофондов изучаемых сортов картофеля может быть предпосылкой различного поглощения ими как калия, так и его химического аналога – цезия. Полученные нами результаты подтверждают это предположение.

Таким образом, результаты настоящей работы свидетельствуют, что исследованные 32 сорта картофеля с неодинаковой интенсивностью накапливают ^{137}Cs в клубнях. Различия не зависят от скороспелости сортов, достигают в ряде случаев 4-кратной величины и статистически достоверны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаичев А.П. Статистическая диалоговая система "STADIA 4.5". Руководство пользователя. –М.: НПО "Информатика и компьютеры". 1991. 165 С.
2. Рекомендации по ведению сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории в результате аварии на Чернобыльской АЭС на период 1991-1995 гг. –М.: Изд-во Совета Министров СССР. 1991. 57 С.
3. Гамзикова О.И. Состояние исследований в области генетики минерального питания // Агрехимия. 1992. N 4. –С. 139-150.

Другие работы В.И.Крюкова онлайн: http://www.labogen.ru/50_bookcase/shelf-1.html