

УДК 581.5: 504.53:539.16

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСТЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И РАДИОНУКЛИДОВ

Ларионова Н.В., Кожуханов Т.Е., Иванова А.Р.

Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

В работе рассмотрены количественные величины содержания отдельных химических элементов и радионуклидов в наземной части подсолнечника в условиях радиоактивного загрязнения Семипалатинского испытательного полигона (СИП). Установлено, что содержание исследуемых химических элементов и радионуклидов в почве, при одинаковых почвенно-климатических условиях, изменяется менее значительно (коэффициент вариации в среднем не превышает 20%), чем в растениях (коэффициент вариации составляет 20–40%). Самый широкий диапазон значений удельной активности в наземной части подсолнечника характерен для чуждого растительному организму радиоактивного элемента ^{241}Am – коэффициент вариации более 40%.

Ключевые слова: Семипалатинский испытательный полигон (СИП), химические элементы, искусственные радионуклиды, цезий (^{137}Cs), америций (^{241}Am), подсолнечник.

ВВЕДЕНИЕ

Потребление сельскохозяйственной продукции с повышенным содержанием радионуклидов и химических элементов является одним из основных источников облучения и токсической опасности населения, проживающего или ведущего хозяйственную деятельность на территории с радиоактивным и химическим загрязнением. В связи с чем, качество сельскохозяйственной продукции, которая может быть получена на территориях подвергшихся радиоактивному или химическому загрязнению, является одной из важных и актуальных проблем на сегодняшний день.

Содержание радионуклидов в растениях зависит от комплекса факторов, среди которых выделяют следующие основные группы: физико-химические свойства радионуклидов и химических элементов; агрохимическая характеристика почв; биологические особенности растений; агротехника возделывания культур. На сегодняшний день влияние выше перечисленных факторов на особенности накопления радионуклидов и отдельных химических элементов в растениях в мире хорошо изучено [1–5]. В зависимости от биологических особенностей растений для сельскохозяйственных культур установлены межвидовые (разные виды) и внутривидовые (разные сорта) различия в накоплении радионуклидов и химических элементов, достигающие 3–10 раз и 1,5–3 раза соответственно [3, 6–8].

Отдельными исследователями отмечаются определенные корреляционные связи между содержанием некоторых химических элементов и количественными признаками (высота розетки, длина черешка, масса растений, масса листьев) листовых овощей, а также между накоплением радионуклидов и морфо-биологическими признаками у овощных культур (томат, лук, капуста и морковь) [9, 10]. Несмотря на это, анализ мировых данных показал, что достоверной информации, отражающей вариативность содержания радионуклидов и химических элементов для от-

дельных особей внутри вида (сорта), а также влияние индивидуальных биологических особенностей растений на элементный и радионуклидный состав растений, просто нет.

Впервые работы по изучению особенностей накопления радионуклидов сельскохозяйственными культурами и их распределением по отдельным органам растений на территории Семипалатинского испытательного полигона (СИП) были начаты в 2010 г. на пл. «Опытное поле», результатом которых стали экспериментальные данные коэффициентов накопления ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$ для основных видов растительной продукции [11–13]. Однако в 2014 г. было установлено, что, несмотря на практически одинаковые условия эксперимента (один тип почвы, климатические условия), разница в накоплении радионуклидов между отдельными растениями одного вида может достигать одного порядка. Данное обстоятельство могло указывать на наличие особого влияния индивидуальных биологических особенностей растений на миграцию радионуклидов в системе «почва – растение».

Настоящая работа посвящена результатам исследования по изучению влияния индивидуальных биологических особенностей растений на содержание отдельных радионуклидов и химических элементов в подсолнечнике в специально созданных идентичных условиях на территории СИП.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Постановка экспериментальных работ

Местом проведения натурального эксперимента с растениями стала площадка «Опытное поле» на территории СИП. Климатические условия, рельеф и одинаковый уровень радионуклидного загрязнения выбранного участка обеспечивали соблюдение важного условия эксперимента – идентичность условий вегетационного опыта для всех экспериментальных растений (рисунок 1).

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСТЕНИЙ
НА СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И РАДИОНУКЛИДОВ**

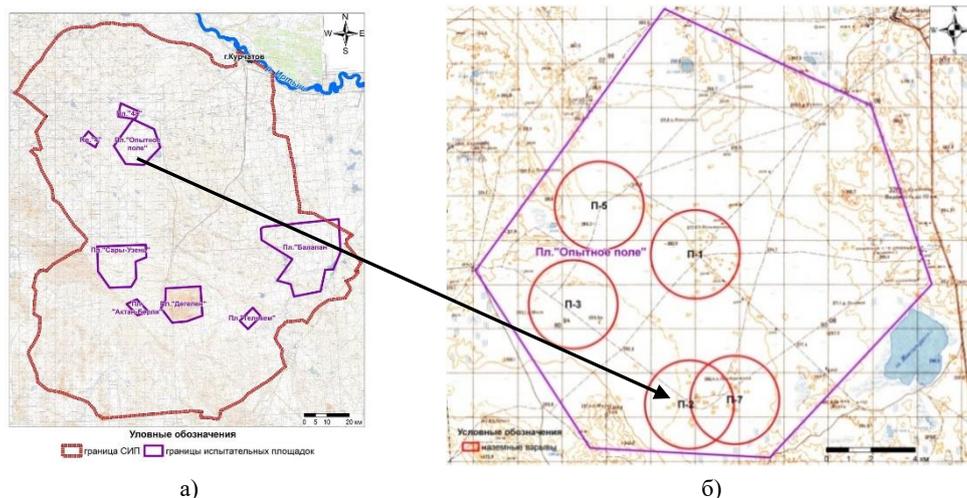


Рисунок 1. Территория СИП: техническая площадка «Опытное поле» (а);
расположение опытного участка на площадке П-2 (б)

Объекты исследования

Объектом исследования выбран подсолнечник (сорт «Заря»), как вид сельскохозяйственных растений, являющийся одной из основных культур, производимых на территории Республики Казахстан. Посадка исследуемых растений на опытном участке производилась семенами в июне.

Основные этапы эксперимента с сельскохозяйственными растениями

Посадка исследуемых растений на опытном участке производилась семенами (норма высева 3 семени/емкость) в цилиндрические емкости с подготовленным почвенным грунтом. Учитывая, что накопле-

ние искусственных радионуклидов в растениях очень низкое, то одним из условий эксперимента стало получение количественных величин содержания радионуклидов в растениях. Поэтому, в качестве почвенного грунта послужила почва, с достаточно высоким уровнем радионуклидного загрязнения, отобранная с разных площадок СИП на слой 0–10 см (почвы с площадок «П-5», «П-1», «П-3», «4а» и чистый песок). Подготовка почвенного грунта включала следующие этапы: просеивание через сито с размерами ячеек 5×5 мм, перемешивание, расфасовку в пакеты по 27,0±0,5 кг и дальнейшую закладку в посадочные емкости (рисунок 2).

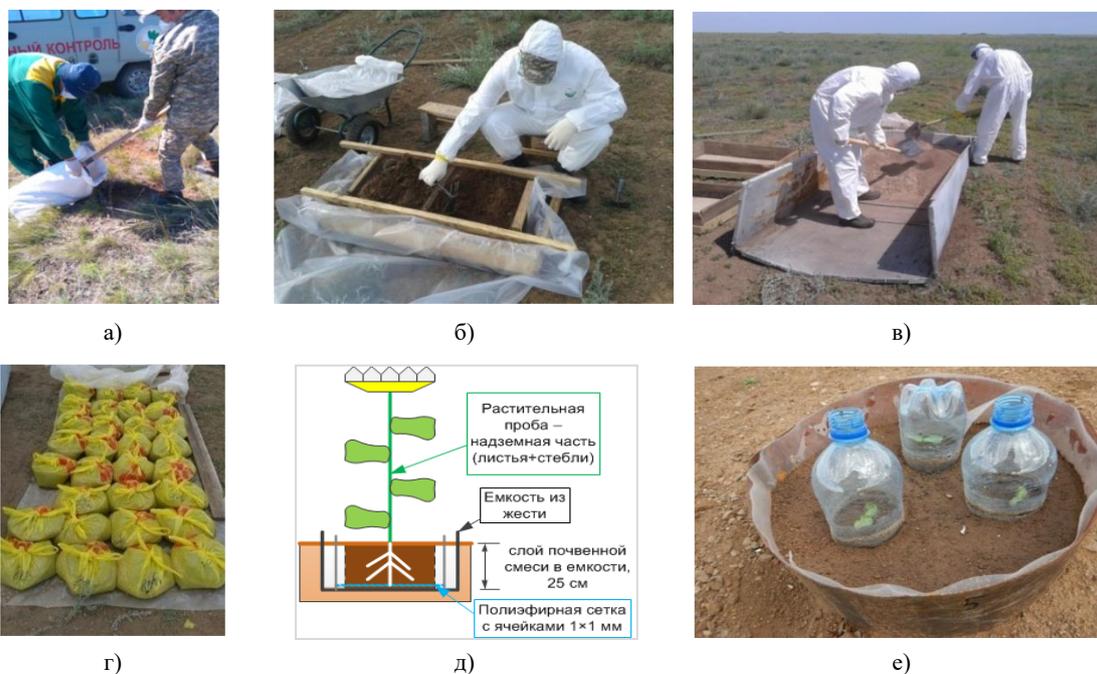


Рисунок 2. Этапы работ на экспериментальных участках: отбор почвы на разных площадках СИП (а); просев почвы (б); гомогенизация почвенного грунта путем многократного ручного смешивания (в); расфасовка готового почвенного грунта для каждой емкости (г); схема посадки подсолнечника (д); ростки подсолнечника (е)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСТЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И РАДИОНУКЛИДОВ

Для лучшего роста и развития растений в почвенный грунт каждой емкости были внесены минеральные удобрения (азотные, фосфорные и калийные) (таблица 1).

Таблица 1. Минеральные удобрения, внесенные в почвенный грунт

Вид	Внесение минеральных удобрений, г/емкость		
	Азотные (мочевина) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Фосфорные (суперфосфат) $(\text{CaH}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Калийные сернокислый калий) K_2SO_4
Подсолнечник	10	15	10

С момента посадки семян в почвенный грунт проводился постоянный уход за растениями: полив, окучивание, удаление слабых ростков и подвязка стебля. В течение всего эксперимента проводился учет некоторых параметров: водный режим (объем поливной воды), фазы развития растений (всходы, бутонизация, цветение, созревание), биометрические показатели растений (прирост стебля в длину и в диаметре, размеры и количество листьев) и оценка общего состояния растений (болезни, вредители).

В связи с отсутствием источников пресной воды и наличия грунтовых вод с высокой соленостью на исследуемой территории полив экспериментальных растений осуществлялся привозной водой, не загрязненной радионуклидами. Полив производился 1 раз в 3 дня или по необходимости (осадки, высокая температура воздуха). В среднем объем поливной воды за один полив составлял 2 л/емкость.

Отбор проб сельскохозяйственных растений и почвы

Окончательный сбор растений (надземная часть) проводился в сентябре, когда основная часть растений достигла фазы плодоношения. Растительные пробы помещались в полиэтиленовые пакеты и снабжались паспортом. Почвенные пробы были отобраны с 5 емкостей на корнеобитаемую глубину (в среднем 0–15 см). Отбор производился специальным инструментом (металлический совок) с высотой отбираемой части пробоотборника – 5 см, шириной – 5 см и длиной – 5 см. После отбора, пробы почвы с каждой емкости перемешивались и усреднялись методом квартования до массы 0,3 кг.

Радионуклидный анализ

Анализы по измерению удельной активности радионуклидов в пробах почвы и растений проводились в соответствии стандартизованными методическими указаниями на поверенной лабораторной аппаратуре [14]. Измерение удельной активности радионуклидов в пробах почв и растений проводилось методами γ -спектрометрии (^{137}Cs и ^{241}Am). Концентрация ^{137}Cs и ^{241}Am в растениях определялась в обугленных пробах (обугливание при 350 °C), с последующим пересчетом на сухое вещество. Определение содержания химических элементов проводил-

ся методами масс-спектрометрии (ИСП-МС) и атомно-эмиссионной спектрометрии (ИСП-АЭС) с использованием квадрупольного масс-спектрометра *Elan 9000* фирмы *Perkin Elmer SCIEX*, а также атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой *iCAP 6300 Duo* фирмы *Thermo Scientific*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На момент окончательного отбора растений были получены некоторые биометрические показатели: прирост стебля в высоту, диаметр стебля, масса надземной части (рисунок 3).

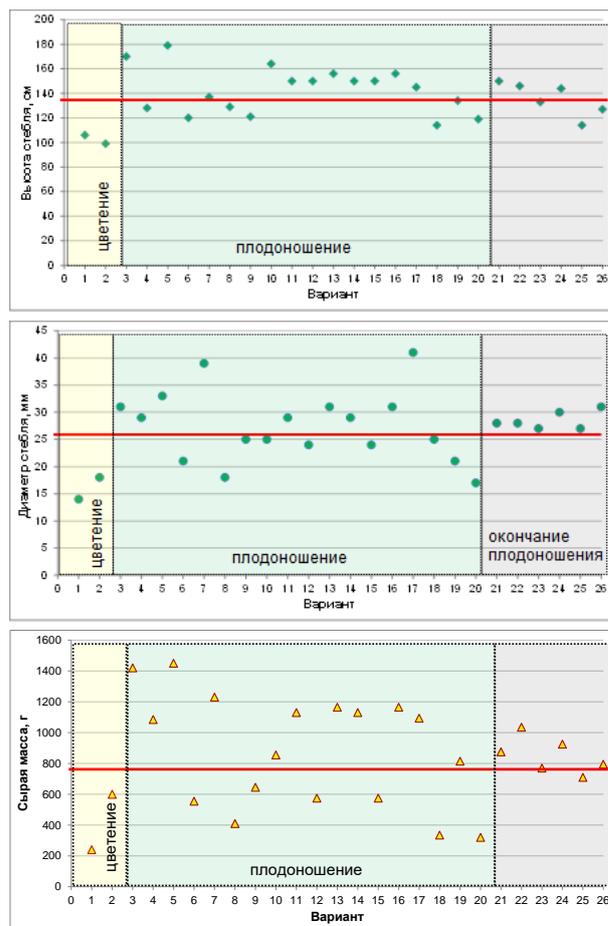


Рисунок 3. Биометрические показатели экспериментальных растений

Выявлено, что данные по сырой массе растений (39,9%) отличаются большей вариативностью, чем данные по диаметру стебля (23,6%) и приросту стебля (14,4%). Масса растений, размеры стебля в высоту и его диаметр зависят от фазы вегетации, поскольку в двух случаях растения на момент отбора находившиеся в фазе цветения, показали наименьшие величины. Средние величины биометрических показателей исследуемых растений представлены в таблице 2.

Для исследуемых растений были получены количественные величины содержания отдельных химических элементов и радионуклидов в надземной части (таблицы 3 и 4).

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСТЕНИЙ
НА СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И РАДИОНУКЛИДОВ**

Таблица 2. Средние показатели роста и развития подсолнечника

Параметры	AM*	Минимум	Максимум	Kv, %**
Длина стебля, см	136,7 ± 3,9	99	179	14,4
Диаметр стебля (3 см от поверхности грунта), мм	26,0 ± 1,2	14	41	23,6
Сырая масса надземной части (листья+стебель), г	766,4 ± 65,9	240	1450	39,9

Примечание: * — среднее арифметическое значение; ** — коэффициент вариации.

Таблица 3. Содержание радионуклидов и химических элементов в исследуемой почве (n=5)

Элемент	AM*, мг/кг	Мин–макс, мг/кг	Kv**, %	Концентрация***, мг/кг	ПДК****
Fe	23111,7 ± 1335,5	20370–29130	14,2	38000*****	1000
Mn	691,7 ± 91,9	430–960	32,5	850	1500
Sr	80,7 ± 5,6	71–107	17,0	300	—
Zn	43,2 ± 3,0	34–53	17,3	50	300
Cu	19,8 ± 2,1	16–30	25,8	20	100
Co	8,5 ± 0,62	7–11	17,9	10	100
Al	22890,0 ± 1258,8	19780–27240	13,5	—	—
V	59,8 ± 4,2	51–78	17,3	100	150
Pb	52,7 ± 4,7	34–63	21,9	10	32
Ni	28,3 ± 3,1	20–42	27,1	40	100
Cr	28,3 ± 1,5	24–33	13,0	200	100
Cs	1,2 ± 0,052	1,1–1,4	10,5	3,7	—
U	1,1 ± 0,062	1–1,2	14,11	2	—
Cd	0,2 ± 0,02	0,12–0,25	28,6	0,5	3,0
Радионуклид	AM*, Бк/кг	Мин–макс, Бк/кг	Kv**, %	нормы	
¹³⁷ Cs	68500 ± 4800	51000–87000	17,3	—	
²⁴¹ Am	36800 ± 2400	32000–48000	16,2	—	

Примечание: * — среднее арифметическое значение; ** — коэффициент вариации; *** — средняя концентрация по Виноградову, 1957; **** — ПДК по Клоке А., 1980; ***** — кларк по Алексеевко, 1990.

Таблица 4. Содержание радионуклидов и химических элементов в исследуемых растениях (n=20)

Элемент	AM, мг/кг	Мин–макс, мг/кг	Kv, %	Концентрация*, мг/кг	Биофильность
Fe	312,0 ± 29,1	150–560	41,7	2000	биогенные элементы
Sr	158,1 ± 13,2	75–260	37,3	35	
Mn	67,1 ± 6,7	22–130	45,0	205	
Zn	10,5 ± 1,3	2,3–22	56,9	30	
Cu	6,9 ± 0,69	1,3–12	44,7	8	
Co	0,16 ± 0,012	0,081–0,24	32,6	0,5	
Al	56,5 ± 8,1	16–150	19,57	—	определенное положительное влияние на развитие растений
Cr	1,1 ± 0,045	0,83–1,6	18,0	1,8	
Ni	0,68 ± 0,047	0,36–0,98	30,0	1,0	
Cd	0,24 ± 0,025	0,07–0,048	47,7	<u>0,035</u>	
Pb	0,19 ± 0,016	0,07–0,26	37,2	1,25	
V	0,16 ± 0,022	0,043–0,36	62,6	1,5	
Cs	0,021 ± 0,0031	0,0042–0,048	66,1	0,12	
U	0,033 ± 0,0014	0,022–0,052	64,0	0,02	
Радионуклид	AM*, Бк/кг	Мин–макс, Бк/кг	Kv**, %	Нормы **	Биофильность
¹³⁷ Cs	10,9 ± 0,8	4,7 – 18	36,4	49	аналог К
²⁴¹ Am	3,5 ± 0,46	1,1 – 10	62,4	6,3***	чуждый элемент

Примечание: * — средняя концентрация по Добровольскому, 2003; ** — Гигиенические нормативы «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» РК №155 от 27.02.2015; *** — оценочные нормы для ²⁴¹Am.

Валовое содержание элементов в почве показало, что максимальные концентрации отмечаются для Fe, Al, Mn, а минимальные – U, Cs, Cd. Практически для всех элементов превышения средней концентрации элементов в земной коре не установлено. Исключение составили Fe и Pb концентрации, которых в исследуемой почве превышают ПДК. В среднем коэффициент вариации содержания, как химических элементов, так и радионуклидов в исследуемой почве составляет 20 %.

Содержание элементов в растениях показало, что максимальные концентрации отмечаются для Fe, Sr, а минимальные – Al и Cs. Сравнение со средней концентрацией элементов в фитомассе растений показало, что практически для всех элементов превышения не установлено. Исключение составили концентрации Sr и Cd в исследуемых растениях, которые превысили средние величины в 8 раз и 1,5 раза соответственно. Коэффициент вариации содержания химических элементов в растениях, относящихся как группе биогенных элементов, так и к группе элементов, оказывающих определенное влияние на развитие растений, в среднем составляет 43%. Разница величин удельной активности ^{137}Cs в растениях составляет 36%, а ^{241}Am – более 62%. Значимые различия в коэффициентах вариации для радионуклидов связаны с тем, что ^{137}Cs является аналогом биогенного элемента K, а ^{241}Am не имеет аналогов и является чуждым элементом для растительного организма.

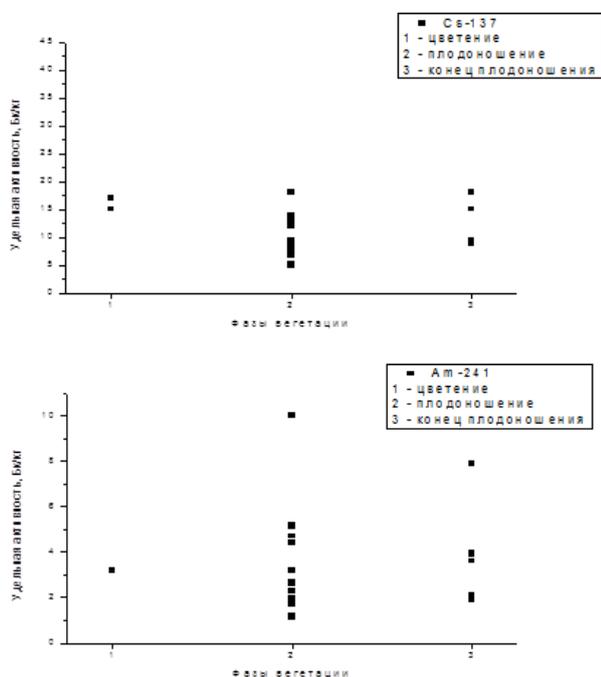


Рисунок 4. Содержание радионуклидов в исследуемых растениях, находящихся на разных стадиях вегетации

В случае использования почвы с абсолютно идентичными физико-химическими характеристиками, радионуклидным и элементным составом, когда коэффициент вариации содержания радионуклидов и химических элементов в почве равен 0% или близок к нему, вычет полученной средней величины вариации данных для почвы в 20% (таблица 3) из вариации данных для растений (таблица 4) показывает истинный коэффициент вариации данных для исследуемых растений. Так для всех исследованных химических элементов и радионуклида ^{137}Cs коэффициент вариации содержания их в растениях в среднем составляет ~20%, а для радионуклида ^{241}Am ~40%.

Как показали полученные данные, содержание радионуклидов в растениях на разных стадиях развития (фазы вегетации) не сильно отличается и имеет довольно узкий диапазон значений: для ^{137}Cs от 5 до 20 Бк/кг, а для ^{241}Am от 1 до 5 Бк/кг (рисунок 4).

Оценка влияния некоторых биометрических показателей исследуемых растений на содержание радионуклидов показала, что какой-либо зависимости содержания радионуклида ^{137}Cs и ^{241}Am от высоты стебля, диаметра стебля и массы растений не установлено (рисунок 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены биометрические показатели растений: прирост стебля в высоту, диаметр стебля, масса надземной части. Выявлено, что данные по сырой массе растений (39,9%) отличаются большей вариативностью, чем данные по диаметру стебля (23,6%) и приросту стебля (14,4%). Масса растений, размеры стебля в высоту и его диаметр зависят от фазы вегетации, поскольку в двух случаях растения на момент отбора находившиеся в фазе цветения, показали наименьшие величины.

В результате проведенных исследований установлено, что содержание радионуклидов в растениях на разных стадиях развития не сильно отличается и имеет довольно узкий диапазон значений: для ^{137}Cs от 5 до 20 Бк/кг, а для ^{241}Am от 1 до 5 Бк/кг. Зависимости содержания радионуклида ^{137}Cs и ^{241}Am от высоты стебля, диаметра стебля, массы растений не выявлены.

В целом, установлено, что содержание исследуемых химических элементов и радионуклидов в почве, при одинаковых почвенно-климатических условиях, изменяется незначительно (коэффициент вариации в среднем не превышает 20%), а в растениях гораздо сильнее (коэффициент вариации составляет 20–40%). Самый широкий диапазон значений удельной активности в надземной части подсолнечника характерен для чуждого растительному организму радиоактивного элемента ^{241}Am , коэффициент вариации более 40%.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСТЕНИЙ
НА СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И РАДИОНУКЛИДОВ**

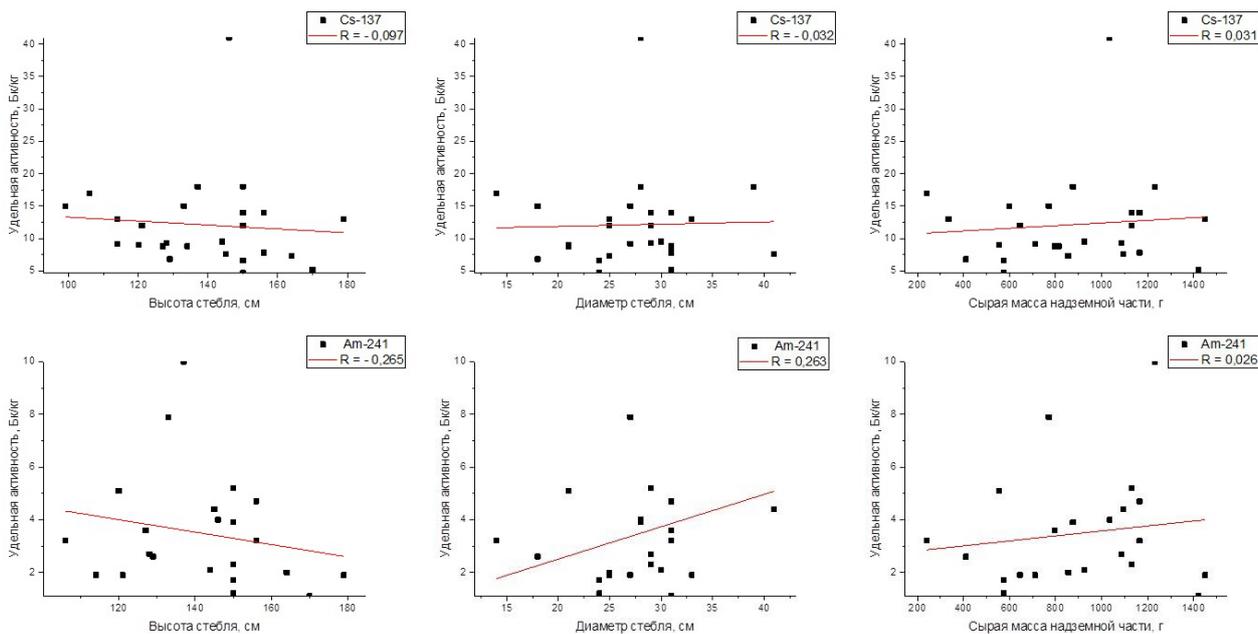


Рисунок 5. Содержание радионуклидов в исследуемых растениях в зависимости от некоторых их биометрических показателей

Таким образом, установлено, что разница, обусловленная индивидуальными биологическими особенностями растений, в содержание отдельных химических элементов и радионуклидов, прежде всего ^{137}Cs , в растениях, выращенных в идентичных условиях, составляет ~20%. Для корректного использования данных в расчетных методах оценки качества растительной продукции влияние индивидуальных особенностей растений на содержание химических элементов и радионуклидов в растениях исключать нельзя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалевский А.Л. Основные закономерности формирования химического состава растений / А.Л. Ковалевский // Биогеохимия растений. – Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во, 1969. – С. 6–28.
2. Джанчаров Т.М. Накопление тяжелых металлов овощными культурами в зависимости от концентрации в субстрате и обеспеченности растений макроэлементами / Т.М. Джанчаров // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Москва, 1993. – 26 с.
3. Сельскохозяйственная радиоэкология / под ред. академика ВАСХНИЛ Р.М. Алексахина и академика ВАСХНИЛ Н.А. Корнеева. – М.: Экология, 1992. – С. 56–70.
4. Кузнецов В.К. Накопление искусственных радионуклидов овощными культурами при орошении / В.К. Кузнецов // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Обнинск: Молодаярославецкая городская типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли Калужского облисполкома, 1986. – 18 с.
5. Молчанов И.В., Куликов Н.В. Радиоактивные изотопы в системе почва – растение. М., Атомиздат, 1972, 86 с.
6. Горина Л.И. Накопление радиоцезия сельскохозяйственными культурами в зависимости от свойств почв и биологических особенностей растений / Автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Москва: Типография Московской с.-х. академии им. Тимирязева, 1976. – 17 с.
7. Кудряшов В.И. Аккумуляция тяжелых металлов различными сортами однолетнего люпина в условиях ботанического сада / Кудряшов В.И., Гудошникова Т.Н. // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета, 2012, № 10, с. 52–56.
8. Позняк С.С. Накопление тяжелых металлов в растительности овощных агрофитоценозов в условиях техногенного загрязнения почвенного покрова // Веснік Мазырсака дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І.П. Шамякіна, 2010, № 3, с. 3–8.

Работа выполнена в рамках темы «Разработка принципов биологического мониторинга зоны влияния предприятий ядерного топливного цикла» РБП 036 «Развитие атомных и энергетических проектов», подпрограммы 105 «Прикладные научные исследования технологического характера в сфере атомной энергетики», мероприятие «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан» на 2018–2020 гг.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСТЕНИЙ
НА СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И РАДИОНУКЛИДОВ**

9. Краснолобова О.В. Оценка исходного материала овощных культур для селекции на стабильный уровень накопления химических элементов / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Москва: Типография ООО «Телер», 2005. – 27 с.
10. Крук А.В. Эколого-генетическая оценка накопления радионуклидов сортами овощных культур // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Гомель – 2004. – 21 с.
11. Kozhakhhanov.T.E., Lukashenko S.N., Larionova N.V. Accumulation of artificial radionuclides in agricultural plants in the area used for surface nuclear tests // Journal of Environmental Radioactivity, Volume 137, November 2014, PP. 217–226.
12. Особенности накопления техногенных радионуклидов сельскохозяйственными культурами в районе проведения наземных ядерных испытаний // Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана [Сборник трудов Национального ядерного центра Республики Казахстан за 2010 г.] / под рук. С.Н. Лукашенко. – Вып. 3. – Т. 2. – Павлодар: Дом печати, 2011. – С. 59–84.
13. К вопросу о вариативности поступления искусственных радионуклидов в растениеводческую продукцию при её производстве на пл. «Опытное поле» территории СИП [Сборник трудов Национального ядерного центра Республики Казахстан за 2011–2012 гг.] / под рук. С.Н. Лукашенко. – Вып. 4. – Т. 2. – Павлодар: Дом печати, 2013 – С. 113–135.
14. Активность радионуклидов в объемных образцах. Методика выполнения измерений на гамма-спектрометре МИ 2143-91: МИ 5.06.001.98 РК. Алматы, 1998. 18 с.

**ӨСІМДІКТЕРДІҢ ЖЕКЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНІҢ ЖЕКЕЛЕГЕН ХИМИЯЛЫҚ
ЭЛЕМЕНТТЕР МЕН РАДИОНУКЛИДТЕРДІҢ ҚҰРАМЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ**

Н.В. Ларионова, Т.Е. Кожыханов, А.Р. Иванова

ҚР ҰЯО РМК «Радиациялық қауіпсіздік және экология институты» филиалы, Курчатова, Қазақстан

Жұмыста Семей сынақ полигонының (ССП) радиоактивті ластану жағдайында күнбағыстың жербеткі бөлігіндегі жекелеген химиялық элементтер мен радионуклидтер құрамының сандық мөлшерлері қарастырылған. Топырақтағы зерттеліп жатқан химиялық элементтер мен радионуклидтердің құрамының біркелкі топырақтық-климаттық жағдайларда өсімдіктерге (күбылу коэффициенті 20–40% құрайды) қарағанда аса аз өзгеретіні (күбылу коэффициенті орташа алғанда 20% аспайды) анықталды. Күнбағыстың жербеткі бөлігіндегі тиесілі белсенділік мәндерінің ең кең диапазоны өсімдік ағзасына бөтен радиоактивті элемент ^{241}Am үшін тән – күбылу коэффициенті 40% артық емес.

Кілт сөздер: Семей сынақ полигоны (ССП), химиялық элементтер, жасанды радионуклидтер, цезий (^{137}Cs), америций (^{241}Am), күнбағыс.

**ASSESSMENT OF THE IMPACT OF INDIVIDUAL BIOLOGICAL FEATURES OF PLANTS
ON THE CONTENT OF CERTAIN CHEMICAL ELEMENTS AND RADIONUCLIDES**

N.V. Larionova, T.Ye. Kozhakhhanov, A.R. Ivanova

Branch “Institute of Radiation Safety and Ecology” RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

The paper addresses quantitative values of the content of certain chemical elements and radionuclides in the aboveground part of sunflower in conditions of radioactive contamination at Semipalatinsk Test Site (STS). It was found that the content of chemical elements and radionuclides of interest in soil, in the same soil and climatic conditions, varies less significantly (variation factor on average does not exceed 20%) that the one in plants (variation factor is 20–40%). The widest range of activity concentration values in the aboveground part of sunflower is characteristic of ^{241}Am , the radioactive element, which is alien to the plant body – the variation factor is more than 40%.

Keywords: Semipalatinsk Test Site (STS), chemical elements, artificial radionuclides, cesium (^{137}Cs), americium (^{241}Am), sunflower.