

УДК 502.55:[630*266:635.92.05

UDC 502.55:[630*266:635.92.05

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agriculture

НАКОПЛЕНИЕ В АЛЫЧЕ ⁹⁰Sr В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ ЕГО РАСПОЛОЖЕНИЯ В ПОЧВЕ**THE ACCUMULATION OF ⁹⁰Sr IN CHERRY-PLUM DEPENDING ON THE DEPTH OF ITS DISPOSITION IN THE SOIL**

Проворченко Александр Владимирович
д.с.-х.н, профессор, ООО «Крымский питомник
«Гавриши», Крымск, Россия

Provorchenko Alexander Vladimirovich
Dr.Sci.Agr., Professor
LLC «Krymsk Nursery «Gavrish», Krymsk, Russia

Кравченко Алена Николаевна
аспирант
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,
Краснодар, Россия

Kravchenko Alena Nikolaevna
graduate student
Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia

При возможном радиоактивном загрязнении территории, в результате аварийных ситуаций на предприятиях ядерного топливного цикла, возникает задача дальнейшего использования почвы в сельскохозяйственных целях. Исследований, по выращиванию на загрязненных площадях плодовых растений в условиях Краснодарского края не проводилось. В результате опыта в полевых условиях получен экспериментальный материал по миграции и накоплению ⁹⁰Sr в вегетативных и генеративных органах алычи. Исследования продолжались в течение 8 лет. Накопление ⁹⁰Sr, при расположении его на поверхности почвы, в коре, древесине, листьях и плодах составило соответственно $7,0 \times 10^2$; $4,8 \times 10^2$; $9,7 \times 10^2$ и $1,8 \times 10^2$ Бк/кг. При заглублении ⁹⁰Sr в почву на 50 см накопление в коре, древесине, листьях и плодах составило соответственно: $5,1 \times 10^2$; $3,0 \times 10^2$; $6,9 \times 10^2$; $1,4 \times 10^2$ Бк/кг. Полученный в полевых условиях экспериментальный материал позволяет рассчитать коэффициенты перехода нуклида из загрязненной почвы в различные органы изучаемого растения и составить прогноз возможного использования загрязненных территорий для выращивания плодовых культур. Радиоактивно загрязненные территории не могут быть оставлены без надлежащего контроля так как, во-первых, не занятые растениями поля подвержены ветровой и водной эрозии почв, что ведет к быстрому и масштабному загрязнению окружающей среды и, во-вторых, если есть возможность получить продукцию с таких полей, то следует это сделать по экономическим причинам

With the possible radioactive contamination of the territory, as a result of emergency situations at enterprises of the nuclear fuel cycle, there occurs a task of further use of the soil for agricultural purposes. Researches on the cultivation on contaminated areas of fruit plants in the conditions of the Krasnodar region were not carried out. As a result of the experiment in the field we received experimental material on migration and ⁹⁰Sr accumulation in vegetative and generative organs of cherry-plum. Research lasted for 8 years. The accumulation of ⁹⁰Sr, placed on the surface of the soil, in the bark, wood, leaves, and fruit was $7,0 \times 10^2$; $4,8 \times 10^2$; $9,7 \times 10^2$ and $1,8 \times 10^2$ Bq/kg. With the penetration of ⁹⁰Sr in soil at 50 cm accumulation in the bark, wood, leaves, and fruit were: $5,1 \times 10^2$; $3,0 \times 10^2$; $6,9 \times 10^2$; $1,4 \times 10^2$ Bq/kg. The experimental material obtained in the field makes it possible to calculate the coefficients of the nuclide transition from polluted soil to the various organs of the studied plant and to make a forecast of the possible use of contaminated areas for the cultivation of fruit crops. Radioactive contaminated areas cannot be left without proper control, since, firstly, non-planted fields are exposed to wind and water erosion of soils, which leads to rapid and large-scale pollution of the environment and, secondly, if it is possible to obtain products from such fields, this should be done for economic reasons

Ключевые слова: РАДИОНУКЛИД, МИГРАЦИЯ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ», НАКОПЛЕНИЕ, ВЕГЕТАТИВНЫЕ И ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ

Keywords: RADIONUCLIDE MIGRATION, «SOIL-PLANT», ACCUMULATION, VEGETATIVE AND GENERATIVE ORGANS

Doi: 10.21515/1990-4665-127-028

Алыча - одна из самых урожайных косточковых культур на Кубани. В настоящее время эта культура еще и тем привлекательна, что быстро вступает в пору плодоношения (первые плоды образуются уже через год после посадки в почву), дает обильные урожаи, требует минимальных затрат и довольно хорошо реализуется при продаже плодов, что очень важно для настоящего времени, когда требуется быстрый возврат вложений и получения прибыли [1,2].

Известно, что алыча предпочитает теплые, хорошо проветриваемые места. Для получения хорошего урожая требуется высаживать 2-3 различных сорта. Плоды алычи содержат яблочную и лимонную кислоту, сахара, в мякоти находятся пектиновые, дубильные и минеральные вещества. Из плодов готовят вкусные сиропы, компоты, варенье, джем, благодаря наличию в нем пектинов получают ароматное золотистое желе [1,2].

Развитие атомной энергетики влечет за собой возможное загрязнение окружающей среды, сельскохозяйственных угодий в результате аварийных ситуаций [3-7].

В связи с тем, что этой культуре на Кубани уделяется большое внимание, она была подвергнута исследованию. Вопрос использования радиоактивно загрязненных территорий для выращивания косточковых древесных растений в условиях Краснодарского края остается открытым. Поэтому своевременность и актуальность подобных работ в условиях Краснодарского края не вызывает сомнений.

Цель работы – изучить накопление в алыче ^{90}Sr в зависимости от глубины его расположения в почве. Полученный экспериментальный материал позволит оценить степень радиационной опасности в целом для биоты, так как плоды алычи с успехом используются в пищу не только человеком, но и животным миром природных и агроэкосистем.

Материал и методы исследования.

Опыты проводились на черноземе выщелоченном малогумусном, сверхмощном. Мощность гумусового горизонта 180см, тяжелый механический состав: физической глины 62%, фракции ила 33%, песка почти нет. Общая скважность – 51%. Пахотный слой на участке выполняемых опытов имеет нейтральную реакцию (рН солевой вытяжки 6,9). В нижних слоях реакция слегка щелочная (рН 7,2 – 7,5). Обменная кислотность 0,6мг-экв на 100г почвы. Гидролитическая кислотность 1,3мг-экв на 100 г почвы. Сумма поглощенных оснований в пахотном горизонте составляет 37,5мг-экв на 100г почвы. Содержание гумуса – 3,8% [8,9].

Все работы по подготовке участка проводились очень тщательно с соблюдением однородности условий. Для агротехнических опытов рекомендуют и чаще всего используют в исследовательской работе делянки с 6 растениями [10]. На концах рядов расположены защитные растения – по 2 растения. С учетом сказанного, полевые опыты заложены стандартным методом размещения вариантов.

В 2008 году в полевых условиях был заложен экспериментальный участок. Опыты располагались по следующей схеме: 1 вариант – в почву, поверхностно загрязненную $^{90}\text{SrCl}_2$, проведена посадка саженцев алычи. Площадь питания саженцев 6×4м. Уровень загрязнения опытного участка составил 500 МБк/м²; 2 вариант – на делянках проведена посадка саженцев алычи с расположением радионуклида в почве на глубине 50см. Площадь питания высаженных саженцев 6×4м. Уровень загрязнения опытного участка составил 500МБк/м². Повторность опыта 6 кратная. После отбора проб растения разделяли на органы и части, высушивали при температуре 105⁰С, взвешивали и измельчали на мельницах МРП-1 или ЭМ-3А.

Испытания продукции по признаку радиоактивного загрязнения выполнен на приборе УСК «Гамма Плюс» по методике измерения активности бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах с

применением программного обеспечения «Прогресс». Методика разработана ГП ВНИИФТРИ и утверждена Госстандартом России 05.05.1996г. Настоящая методика является основной в определении значений активности бета-излучающих радионуклидов в счетном образце и позволяет выполнить расчет погрешности каждого измерения. Для регистрации бета-излучения от счетного образца используется бета-спектрометрический тракт со сцинтилляционным блоком детектирования (СБД). Для экспонирования счетных образцов применяются специальные алюминиевые кюветы (Комплекс универсальный спектрометрический «Гамма Плюс», 1995).

При контроле почвы применялись «Инструкции по отбору проб почвы при радиационном обследовании загрязненности местности», утвержденные Госкомгидрометом в 1987г. При контроле содержания стронция-90 в почвах и растениях, кроме того применяли методические указания (Методические указания по определению содержания стронция-90 и цезия-137 в почвах и растениях, ЦИНАО, 1985), ГОСТ Р 50801-95, а также ОСТ Р 10070-95 Почвы. Методика определения стронция – 90 в почвах сельхозугодий (ОСТ Р 10070-95). Полученные результаты обрабатывали методами математической статистики по Б.А. Доспехову [10].

Результаты и обсуждение. В результате эксперимента было определено содержание в древесной коре алычи ^{90}Sr при нахождении его на поверхности почвы (рис. 1).

В первые годы после посадки древесного растения происходит постепенное накопление нуклида в его коре. За 6 лет роста и развития в исследуемом растении содержание нуклида составило $0,71 \times 10^3 \text{ Бк/кг}$. Однако с течением времени корневая система постепенно уходит вглубь почвы и контакт ее с радионуклидом, находящимся на поверхности почвы, уменьшается.



Рисунок 1 – Содержание в коре алычи ^{90}Sr при расположении его на поверхности почвы

Так с 2014г по 2016г содержание нуклида в коре практически не изменилось. Различие в содержании изучаемого радионуклида между 2010г и 2016г составляет в 1,6 раз. Определенную роль в этом процессе, конечно, играет состояние ^{90}Sr в почве. Радионуклид со временем уменьшает свою подвижность в почве, однако она все же присутствует и выше, чем у ^{137}Cs за этот же период.

В результате полевого эксперимента получены данные о содержании радионуклида в коре алычи при размещении его в почве на глубине 50см (рис.2).

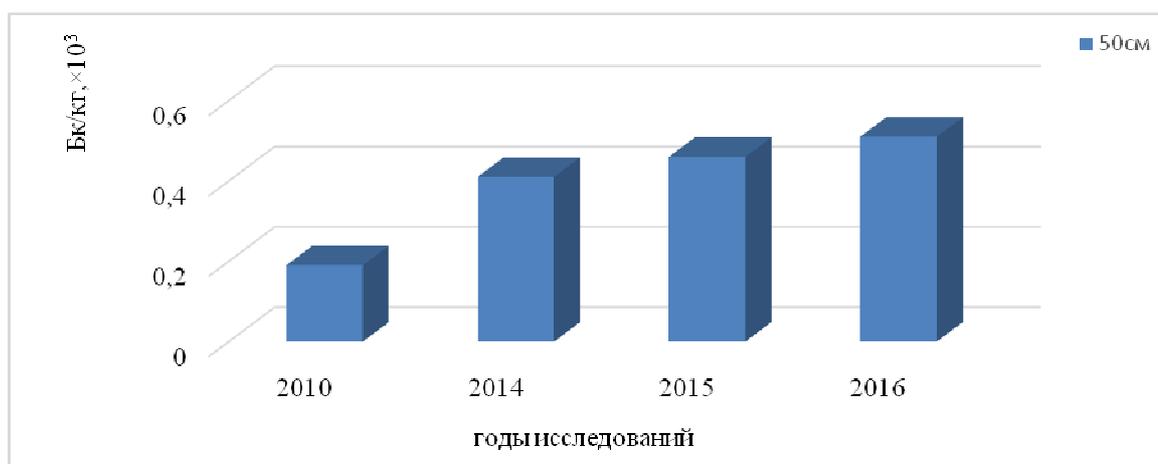


Рисунок 2 – Содержание в коре алычи ^{90}Sr при расположении его в почве на глубине 50см

Содержание нуклида в коре алычи за первый год исследований определено, как не значительное. Радионуклид находится на глубине 50см и корневая система не сразу имеет возможность с ним контактировать. С течением времени происходит рост надземной и подземной части древесного растения. Корневая система достигает ^{90}Sr , который расположен в почве на глубине 50см, в конечном итоге происходит его накопление в коре алычи.

Если в первые годы после посадки косточковой культуры содержание ^{90}Sr в коре не высокое, то в следующие годы исследований оно увеличивается (рис.2). Различие в накоплении нуклида в коре алычи между 2010г и 2016г составляет в 2,6 раза.

Различие в накоплении изучаемого нуклида в коре алычи в зависимости от варианта расположения его в почве приведено в таблице 1.

В древесной коре алычи ^{90}Sr накопилось в первом варианте опыта (при расположении его на поверхности почвы) больше, чем во втором (табл.1). Различие между вариантами опыта по годам исследований 2010г, 2014г, 2015г и 2016г соответственно в 2,2; 1,7; 1,5 и 1,3 раза. В течение периода исследований различие между вариантами опыта в накоплении нуклида в коре исследуемого растения уменьшается. То есть вариант размещения ^{90}Sr в почве оказал влияние на его накопление в коре алычи.

Таблица 1 – Содержание ^{90}Sr в древесной коре алычи, Бк/кг

Годы исследований	Глубина расположения ^{90}Sr в почве, см	
	0	50
2010	$0,45 \times 10^3$	$0,19 \times 10^3$
2014	$0,71 \times 10^3$	$0,41 \times 10^3$
2015	$0,70 \times 10^3$	$0,46 \times 10^3$
2016	$0,70 \times 10^3$	$0,51 \times 10^3$

При расположении нуклида в почве на глубине 50см происходит постепенное увеличение его содержания в коре, тогда как в первом

варианте опыта этого не обнаружено (табл.1).

Влияние глубины расположения ^{90}Sr в почве на его накопление в коре алычи описано уравнением геометрической регрессии (1)

$$y = 1,1 \times 10^{-2} \times x^{1,96} \quad \text{при} \quad r = 0,97 \quad F = 56,4 \quad (1)$$

Содержание в древесине алычи ^{90}Sr , при поверхностном расположении его на почве, приведено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Содержание в древесине алычи ^{90}Sr при расположении его на поверхности почвы

В первые годы исследований в древесине алычи происходит более интенсивное накопление нуклида (в 2010г - $0,30 \times 10^3$ Бк/кг), в следующие годы наблюдений интенсивность накопления падает (в 2016г - $0,48 \times 10^3$ Бк/кг) (рис.3). То есть прибавка в содержании ^{90}Sr в древесине алычи составила всего $0,18 \times 10^3$ Бк/кг. Вариант расположения нуклида на поверхности почвы способствует в первые годы после посадки саженцев, тесному с ним контакту корневой системы. В этот период происходит интенсивное накопление ^{90}Sr в древесине алычи (рис.3). В дальнейшем интенсивность накопления радионуклида в древесине алычи снижается, так как корневая система с течением времени глубже располагается в почве, где нет нуклида. За 3 года наблюдений (2014-2016гг) содержание нуклида в древесине алычи практически не изменилось (рис.3).

При размещении ^{90}Sr в почве на глубине 50см накопление его в

древесине алычи отличается от первого варианта (рис.4).

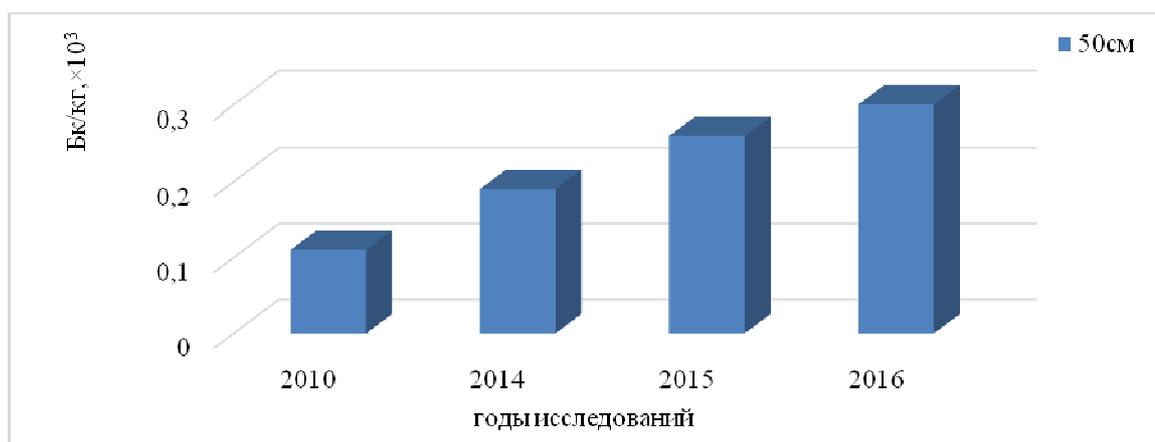


Рисунок 4 – Содержание в древесине алычи ^{90}Sr при расположении его в почве на глубине 50см

При расположении нуклида в почве на глубине 50см корневая система алычи не сразу имеет с ним тесный контакт ($0,11 \times 10^3$ Бк/кг – 2010г). Однако в процессе наблюдений корневая система глубже проникает в почву, что ведет к более тесному ее контакту с радионуклидом, расположенным в почве на глубине 50см. Содержание в древесине алычи ^{90}Sr по годам исследований 2014, 2015 и 2016 гг составило соответственно $0,19 \times 10^3$; $0,26 \times 10^3$ и $0,30 \times 10^3$ Бк/кг (рис.4). При втором варианте расположения нуклида в почве происходит постепенное увеличение его содержания в древесине алычи. Различие по вариантам расположения нуклида в почве в накоплении изучаемого нуклида составило между 2010г и 2016г в 2,7 раза.

Различие в накоплении изучаемого нуклида в древесине алычи в зависимости от варианта расположения его в почве приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание ^{90}Sr в древесине алычи, Бк/кг

Годы исследований	Глубина расположения ^{90}Sr в почве, см	
	0	50
2010	$0,30 \times 10^3$	$0,11 \times 10^3$
2014	$0,48 \times 10^3$	$0,19 \times 10^3$
2015	$0,49 \times 10^3$	$0,26 \times 10^3$
2016	$0,48 \times 10^3$	$0,30 \times 10^3$

В древесине алычи ^{90}Sr накопилось в первом варианте опыта (при расположении его на поверхности почвы) больше, чем во втором (табл.2). Различие между вариантами опыта по годам исследований 2010г, 2014г, 2015г и 2016г соответственно в 2,7; 2,5; 1,9 и 1,6 раза. В течение периода исследований различие между вариантами опыта в накоплении нуклида в древесине исследуемого растения уменьшается. То есть вариант размещения ^{90}Sr в почве оказал влияние на его накопление в древесине алычи. При расположении нуклида в почве на глубине 50см происходит постепенное увеличение его содержания в древесине. Корневая система с течением времени увеличивает свой доступ к радионуклиду, расположенному в почве на глубине 50см (табл.2).

Влияние глубины расположения ^{90}Sr в почве на его накопление в древесине алычи описано уравнением экспоненциальной регрессии (2)

$$Y = 2,91 \times e^{(4,39 \times 10^{-2} \times X)} \quad \text{при } r = 0,92 \quad F = 17,2 \quad (2)$$

В связи с тем, что в листовой пластинке за весь период вегетации накапливается какое-то количество загрязнителя очень важно знать точную цифру его накопления. Лист у растения выполняет важнейшую функцию – фотосинтез. Кроме того, листья, как в процессе вегетации, так и после их опада могут участвовать в трофических цепях биоты. Листья, во время вегетационного процесса и после опада может увеличивать дополнительную дозу внешнего облучения персонала, работающего в поле.

Результаты исследований по определению содержания ^{90}Sr в листьях алычи при расположении нуклида на поверхности почвы приведены на рисунке 5. В первые годы нахождения саженцев на делянках происходит большое накопление нуклида в листьях алычи ($0,64 \times 10^3 \text{Бк/кг}$). В дальнейшем интенсивность увеличения содержания нуклида в листовом аппарате заметно снижается, а с 2015г вообще не увеличивается (рис.5).

Причин такого накопления ^{90}Sr несколько: постепенно радионуклид

переходит в менее доступную для растения форму, с увеличением биомассы идет разбавление его содержания в листве, но главная – расположение радионуклида на поверхности почвы. Если в начальный период роста и развития алычи контакт корневой системы (больше ее массы) тесный с нуклидом, то в дальнейшем он уменьшается.

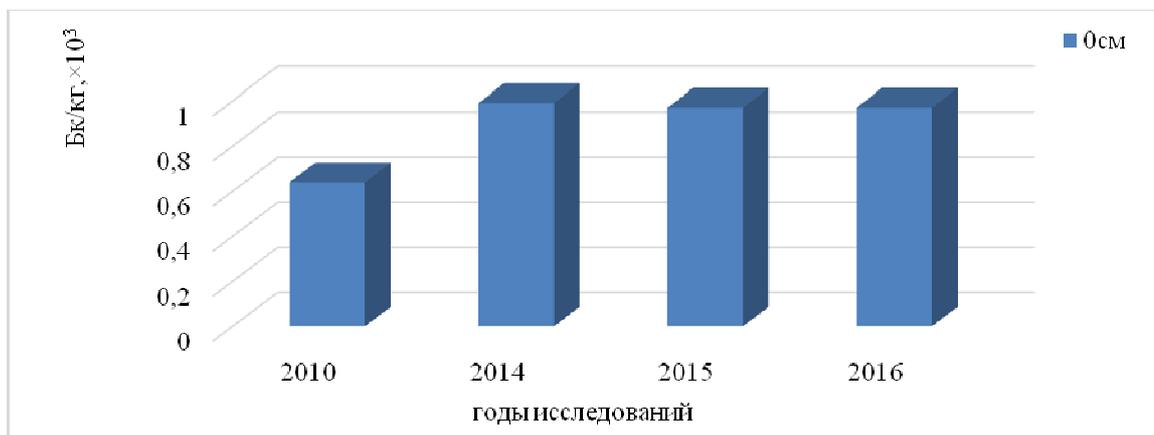


Рисунок 5 – Содержание в листьях алычи ^{90}Sr при расположении его на поверхности почвы

В процессе исследований было обнаружено, что различие в накоплении нуклида между 2010г и 2014г составляет в 1,5 раза, тогда, как между 2014г и 2016г его не обнаружено (рис.5).

Расположение радионуклида в почве на глубине 50см оказало влияние на накопление его в листовом аппарате алычи (рис.6).



Рисунок 6 – Содержание в листьях алычи ^{90}Sr при расположении его в почве на глубине 50см

При расположении ^{90}Sr в почве на глубине 50см в начальный период нахождения саженцев на поле накопление в листе не большое. Корневая система еще находится на малой глубине и контакт ее с нуклидом очень ограничен. За несколько лет исследований корни алычи глубже оказались в почве, что привело к более тесному контакту с радионуклидом. Содержание ^{90}Sr в листьях алычи во втором варианте опыта постепенно увеличивается. Так если различие между 2014г и 2010г составляло в 2,3 раза, то различие между 2010г и 2016г составляло уже в 3,1 раза.

То есть вариант расположения нуклида в почве оказал влияние на накопление его в листьях алычи.

Различие в накоплении изучаемого нуклида в листьях алычи в зависимости от варианта расположения его в почве приведено в таблице 3.

В листе алычи ^{90}Sr накопилось в первом варианте опыта (при расположении его на поверхности почвы) больше, чем во втором (табл.3).

Таблица 3 – Содержание ^{90}Sr в листьях алычи, Бк/кг

Годы исследований	Глубина расположения ^{90}Sr в почве, см	
	0	50
2010	$0,64 \times 10^3$	$0,22 \times 10^3$
2014	$0,99 \times 10^3$	$0,50 \times 10^3$
2015	$0,97 \times 10^3$	$0,61 \times 10^3$
2016	$0,97 \times 10^3$	$0,69 \times 10^3$

Различие между вариантами опыта по годам исследований 2010г, 2014г, 2015г и 2016г соответственно в 2,9; 2,0; 1,6 и 1,4 раза. За период наблюдений с 2010г по 2016г различие между вариантами опыта в накоплении нуклида в листе исследуемого растения уменьшается. То есть вариант размещения ^{90}Sr в почве оказал влияние на его накопление в листьях алычи.

При расположении нуклида в почве на глубине 50см происходит постепенное увеличение его содержания в листовом аппарате. Корневая система с течением времени увеличивает свой доступ к радионуклиду,

расположенному в почве на глубине 50см, что ведет к накоплению его в листьях алычи (табл.3).

Влияние глубины расположения ^{90}Sr в почве на его накопление в листьях алычи описано уравнением экспоненциальной регрессии (3)

$$Y = 3,25 \times e^{(2,9 \times 10^{-2} \times X)} \quad \text{при } r = 0,97 \quad F = 60,5 \quad (3)$$

Плоды алычи являются тем органом растения из-за чего его и выращивают. Пищевые качества плодов этого древесного растения приведены выше. Стоит добавить, что плоды у этого растения появляются в очень раннем возрасте, каждый год (периодичность в плодоношении у этого растения практически отсутствует), урожай всегда обильный. Даже, если алыча попадает в заморозки, урожай получается довольно высокий. У садоводов она нашла широкое применение и по этим качествам.

Результаты исследований по накоплению ^{90}Sr в плодах алычи при расположении радионуклида на поверхности почвы приведены на рисунке 7.

При расположении нуклида на поверхности почвы наблюдается высокая интенсивность его накопления в плодах алычи. За первые 3 года содержание его в плодах составило 61% от общего накопления за весь период наблюдений (рис.7).



Рисунок 7 – Содержание в плодах алычи ^{90}Sr при расположении его на поверхности почвы

В дальнейшем увеличение содержания ^{90}Sr в плодах алычи происходит с малой интенсивностью. Так если различия в накоплении нуклида в плодах между 2010г и 2014г составило в 1,6 раз, то между 2014г и 2016г оно не обнаружено.

В целом можно сказать, что при расположении нуклида на поверхности почвы в первые годы происходит интенсивное его накопление в плодах алычи, в дальнейшем интенсивность накопления резко уменьшается. Причин такого «поведения» ^{90}Sr несколько, одна из них, расположение его на поверхности почвы. Если в первые годы контакт корневой системы с нуклидом высокий, то в дальнейшем он уменьшается, в связи проникновением корневой системы вглубь почвы.

Экспериментальные данные о содержании нуклида в плодах алычи при расположении его в почве на глубине 50см, приведены на рисунке 8.

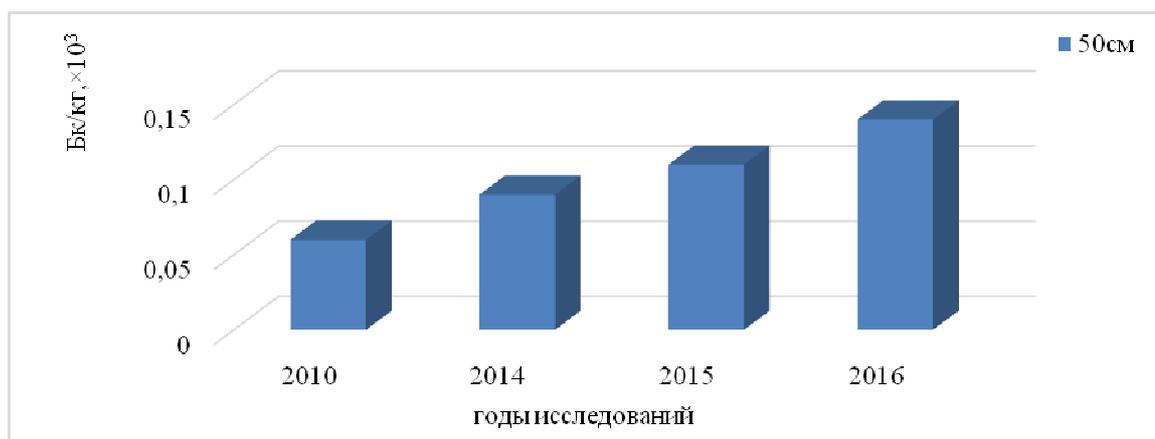


Рисунок 8 – Содержание в плодах алычи ^{90}Sr при расположении его в почве на глубине 50см

Расположение нуклида в почве на глубине 50см изменило характер накопления его в плодах алычи. В течение всех лет наблюдений происходит увеличение его содержания в изучаемом органе растения. В первые годы нахождения саженцев на опытных делянках накопление ^{90}Sr очень малое (корневая система почти не имеет связи с нуклидом). В следующие годы исследований контакт корневой системы с радионуклидом увеличивается, содержание его в плодах тоже растет.

Различие в накоплении нуклида в плодах между 2010г и 2014г составляет в 2,3 раза.

В целом содержание в плодах алычи, при расположении нуклида в почве на глубине 50см, меньше, чем в первом варианте опыта, но оно продолжает расти.

В результате выполненного эксперимента появилась возможность сравнить содержание нуклида в плодах при различном расположении нуклида в почве, в динамике по годам наблюдений (табл.4).

Таблица 4 – Содержание ^{90}Sr в плодах алычи, Бк/кг

Годы исследований	Глубина расположения ^{90}Sr в почве, см	
	0	50
2010	$0,13 \times 10^3$	$0,06 \times 10^3$
2014	$0,19 \times 10^3$	$0,09 \times 10^3$
2015	$0,18 \times 10^3$	$0,11 \times 10^3$
2016	$0,18 \times 10^3$	$0,14 \times 10^3$

Накопление ^{90}Sr в плодах алычи в первые годы наблюдений заметно выше в первом варианте опыта, различие в 2010г по вариантам опыта составляет в 2,2 раза.

Различие в содержании нуклида в плодах алычи по изучаемым вариантам в 2014г составило в 2,1 раза. К 2014 году произошло накопление изучаемого нуклида в плодах в первом и втором варианте опыта в 1,5 раза. В 2015 и 2016гг различие в содержании ^{90}Sr в плодах алычи по вариантам опыта уменьшилось и, составило соответственно в 1,6 и 1,3 раза. Причем снижение различия в накоплении нуклида произошло по причине увеличения его содержания в плодах во втором варианте опыта. То есть глубина расположения ^{90}Sr в почве оказала влияние на характер его накопление в плодах алычи: в первом варианте – сначала наблюдается более интенсивная миграция нуклида в плоды, затем темпы снижаются. Во втором варианте опыта накопление радионуклида в первый год не значительное, в следующие годы исследований содержание его в плодах

увеличивается.

Влияние глубины расположения ^{90}Sr в почве на его накопление в плодах алычи описано уравнением экспоненциальной регрессии (4)

$$Y = 1,18 \times e^{(0,12 \times X)} \quad \text{при } r = 0,92 \quad F = 41,5 \quad (4)$$

Заключение.

1. В древесной коре алычи ^{90}Sr накопилось больше в первом варианте опыта (при расположении его на поверхности почвы) больше, чем во втором. Различие между вариантами опыта по годам исследований 2010г, 2014г, 2015г и 2016г соответственно в 2,2; 1,7; 1,5 и 1,3 раза.

2. Вариант размещения ^{90}Sr в почве оказал влияние на его содержание в древесине алычи, больше его накопилось при расположении на поверхности почвы.

3. В листе алычи ^{90}Sr больше накопилось в первом варианте опыта (при расположении его на поверхности почвы), чем во втором. Различие между вариантами опыта по годам исследований 2010г, 2014г, 2015г и 2016г соответственно в 2,9; 2,0; 1,6 и 1,4 раза.

4. Накопление ^{90}Sr в плодах алычи в первые годы наблюдений заметно выше в первом варианте опыта, различие в 2010г по вариантам опыта составляет в 2,2 раза. В 2015 и 2016гг различие в содержании ^{90}Sr в плодах алычи по вариантам опыта уменьшилось и, составило соответственно в 1,6 и 1,3 раза.

5. Различие между вариантами опыта в накоплении ^{90}Sr в коре, древесине, листьях и плодах за период исследований уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плодоводство/ под ред. В.И. Якушева. – М.: Колос, 1982. – 415с.
2. Плодоводство/ под ред. В.А. Колесникова. – М.: Колос, 1979. – 415с.
3. Алексахин Р.М., Крышев И.И., Фесенко С.В., Санжарова Н.И. Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики/Р.М.Алексахин, И.И. Крышев, С.В. Фесенко, Н.И. Санжарова. – М: Атомная энергия, 1990. – Т.68, вып.5. – С.320-328.
4. Израэль Ю.А., Петров В.Н. Радиоактивное загрязнение природных сред в зоне аварии на Чернобыльской атомной электростанции/Ю.А. Израэль, В.Н. Петров. – Метеорология и гидрология, 1987. – №2. – С.5-18.
5. Лес. Человек. Чернобыль/ под ред. В.А. Ипатьева. – Гомель, 1999. – 454с.

6. Щеглов, А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах/ А.И. Щеглов. – М., 2000. – 268с.
7. Щеглов, А.И. Экологическая роль лесных подстилок в миграции техногенных загрязнителей/ А.И. Щеглов, О.Б. Цветнова. – М., 2002. – 126с.
8. Симакин, А.И. Удобрение, плодородие почв и урожай/ А.И. Симакин. – Краснодар, 1988. – 270с.
9. Тарасенко, Б.И. Повышение плодородия почв Кубани / Б.И. Тарасенко. – Краснодар, 1981. – 146с.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: «Колос», 1968. – 336с.

REFERENCES

1. Plodovodstvo/ pod red. V.I. Jakusheva. – М.: Kolos, 1982. – 415s.
2. Plodovodstvo/ pod red. V.A. Kolesnikova. – М.: Kolos, 1979. – 415s.
3. Aleksahin R.M., Kryshev I.I., Fesenko S.V., Sanzharova N.I. Radiojekologicheskie problemy jadernoj jenergetiki/R.M.Aleksahin, I.I. Kryshev, S.V. Fesenko, N.I. Sanzharova. – М: Atomnaja jenergija, 1990. – Т.68, vyp.5. – S.320-328.
4. Izrael' Ju.A., Petrov V.N. Radioaktivnoe zagrjaznenie prirodnyh sred v zone avarii na Chernobyl'skoj atomnoj jelektrostantsii/Ju.A. Izrael', V.N. Petrov. – Meteorologija i gidrologija, 1987. – №2. – S.5-18.
5. Les. Chelovek. Chernobyl'/ pod red. V.A. Ipat'eva. – Gomel', 1999. – 454s.
6. Shheglov, A.I. Biogeohimija tehnoannyh radionuklidov v lesnyh jekosistemah/ A.I. Shheglov. – М., 2000. – 268s.
7. Shheglov, A.I. Jekologicheskaja rol' lesnyh podstilok v migracii tehnoannyh zagrjaznitelej/ A.I. Shheglov, O.B. Cvetnova. – М., 2002. – 126s.
8. Simakin, A.I. Udobrenie, plodorodie pochv i urozhaj/ A.I. Simakin. – Krasnodar, 1988. – 270s.
9. Tarasenko, B.I. Povyszenie plodorodija pochv Kubani / B.I. Tarasenko. – Krasnodar, 1981. – 146s.
10. Dospheov, B.A. Metodika polevogo opyta/ B.A. Dospheov. – М.: «Kolos», 1968. – 336s.