

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 6/4.876:635.1/8

ВИДОВІ ТА СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ОВОЧЕВИМИ КУЛЬТУРАМИ

Дубініна А.А., Селютіна Г.А., Летута Т.М., Ленерт С.О.
Харківський державний університет харчування та торгівлі

Досліджена питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у овочах різних господарсько-ботанічних сортів та розраховано показник їх відповідності критеріям безпеки. Встановлено вибірково здатність до накопичення радіонуклідів різними овочевими культурами. Максимальним показником відповідності та найбільшою здатністю до накопичення радіоцезію і радіостронцію володіє ревінь сорту Огрський та Лінней; морква сортів Ранок F1, Дарунок F1, Нантська Харківська, Оленка та гарбуз сорту Український багатоплідний. Визначено залежність вмісту радіонуклідів від сортової специфіки овочів. Найбільш безпечними є досліджувані сорти картоплі, столового буряку, томатів, цибулі ріпчастої, часнику, капустяних овочів та баклажанів.

Ключові слова: ботанічні сорти овочів, питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr , показник відповідності.

Постановка проблеми. Незадовільні екологічні параметри атмосфери і ґрунту створюють небезпеку прямого попадання канцерогенів на поверхню овочів, фруктів, ягід і продуктів, які зберігаються або виробляються на відкритому повітрі. В результаті забрудненими виявляються всі ланки біологічного циклу харчування людини.

Групу речовин з особливими властивостями складають радіонукліди. Одним з основних джерел надходження природних радіонуклідів в організм людей є продукти харчування. Внаслідок аварії на ЧАЕС відбувся потужний викид радіоактивних речовин, що суттєво погіршило радіаційну ситуацію на Європейському континенті. Вона призвела до забруднення більше 145 тис. кв. км території України та сусідніх країн.

В останні роки в Україні стан справ з безпекою продовольства погіршився в зв'язку з монополізацією харчової промисловості, ослабленням контролю за виробництвом і реалізацією продуктів харчування та збільшенням обсягів поставок з-за кордону. Результати контролю якості продуктів харчування свідчать про високі рівні забруднення. Шкода від вживання харчових продуктів, в яких вміст радіонуклідів перевищує допустимий рівень, не менша ніж від зовнішнього опромінення. У зв'язку з тривалою дією, навіть найменші дози здатні викликати в клітинах організму зміни, які приводять до генетичних порушень, злоякісних новоутворень і всіляких розладів обмінних процесів організму, його травних, кровотворних та інших функцій.

Безпека харчової продукції і належна її якість є головною запорукою якості життя населення. Показники безпеки посідають особливе місце у вимогах до харчової продукції з рослинної сировини. Вона має бути екологічно чистою і придатною для споживання. За матеріалами вчених, більше 70% природної радіації, що накопичується людиною, припадає саме на продукти харчування та воду, тому потрібно намагатися мінімізувати негативний вплив на свій організм, обираючи екологічно безпечні продукти [1].

Згідно з Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя насе-

лення» вплив радіаційного фактору на населення підлягає обов'язковій регламентації. Важливим заходом зменшення доз опромінення населення є постійний контроль вмісту радіонуклідів в продуктах харчування та питній воді [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Забруднення ґрунту й атмосфери створює можливість прямого попадання контамінантів на поверхню рослин, що створює передумови змін їх структурного характеру. Ступінь засвоєння затриманих часток залежить від їхньої розчинності і швидкості видалення під дією дощу й інших процесів. Нерозчинні радіонукліди забруднюють рослини тільки з поверхні, а розчинні поглинаються через листи, стебла і плоди. У свою чергу рослини поглинають їх по-різному [3].

Практичне значення можуть мати радіонукліди, що довго живуть, до яких відносяться ^{137}Cs і ^{90}Sr . Внаслідок забруднення раціону ^{90}Sr і ^{137}Cs виявляються в організмі у всіх жителів планети [20]. При цьому особливо небезпечним є внутрішнє опромінення за рахунок інкорпорування ^{137}Cs і ^{90}Sr . Радіоактивний ізотоп ^{90}Sr здатний швидко накопичуватися і на довгі роки залишатися в кістковій тканині, викликаючи хронічне відставання організму в розвитку. Механізм дії на організм радіоактивних ^{137}Cs і ^{90}Sr різний. Якщо ^{90}Sr локалізується в кістковій тканині, то при надходженні ^{137}Cs опроміненню піддається весь організм людини.

Вітчизняні автори у своїх дослідженнях приділяють значну увагу питанням якості продукції. Переважна більшість робіт, присвячених радіонуклідам, пов'язана, головним чином, із моніторингом рівня радіонуклідів у харчових продуктах тваринного походження. Однак досліджень рівня радіонуклідів у продукції рослинництва доволі мало. Наприклад, робота [4] присвячена дослідженню зразків рослинницької продукції (кріп, салат, цибуля-перо, капуста, огірки, помідори, гриби, петрушка, перець, баклажани, кабачки, морква) у господарствах Київської області у 2010 році. Виявлено, що рівень радіонуклідів не перевищував гранично допустимих.

В роботі [5] вченими Інституту агроекології і природокористування НААН України встановлено рівень ^{137}Cs та ^{40}K у плодах огірків, вирощених на радіоактивно забруднених ґрунтах Полісся протягом 2010-2012 років. Встановлено, що при поливі підземною та поверхневою водою спостерігається зменшення рівню радіонуклідів у плодах огірків.

Дослідженню вмісту токсичних речовин різної хімічної природи в овочах, у тому числі, радіонуклідів у моркві, вирощених у господарствах Волинської області у 2011 році присвячена робота [6]. Рівень радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у моркві складав від 4 Бк/кг до 11 Бк/кг за допустимого їх рівня під час використання в продуктах для дітей 40 Бк/кг.

Дані держсанепідслужби Київської області за 2014 рік про проведення моніторингових аналізів накопичення радіонуклідів по видам грибів на цій території показують, що забруднення свіжих грибів склало: цезієм – до 7100 Бк/кг; стронцієм – до 150 Бк/кг; у сушених грибах: цезієм – до 24000 Бк/кг; стронцієм – до 750 Бк/кг, при допустимих рівнях для грибів свіжих 500 і 50 Бк/кг, і для грибів дикорослих сушених – 2500 і 250 Бк/кг відповідно [7].

Таким чином, аналіз наукової літератури показав, що практично відсутня інформація щодо вмісту радіонуклідів у овочах за різними господарсько-ботанічними сортами. Рівень радіонуклідів у продуктах харчування з роками постійно збільшується, що пов'язано зі зростанням навантаження на природу не тільки природних радіонуклідів, але і синтезованих у результаті ядерних реакцій. Саме тому постає актуальним питання контролю радіаційної безпеки продукції рослинництва різних селекційних сортів за питомою активністю та показником відповідності харчових продуктів критеріям радіаційної безпеки.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Захист харчових ланцюгів від продукції, забрудненої контамінантами, може здійснюватися шляхом організації екологічно чистих виробництв, а також впровадження хімічних і агротехнічних прийомів, що знижують надходження екотоксикантів у рослини. Принципово іншим шляхом рішення проблеми є використання потужного адаптивного потенціалу рослин, а саме стійкості до едафічних факторів середовища, зокрема здатності за рахунок механізмів поглинання і нейтралізації контамінантів забезпечувати відносно низьке їх накопичення в товарній частині продукції. Дослідження в цьому напрямі дуже актуальні, оскільки мають за мету відбір сортів, адаптованих до антропогенно забруднених територій, що дозволяє отримувати екологічно безпечну продукцію. Тому вивчення видових, сортових і морфологічних відмінностей овочевих культур за вмістом в них хімічних елементів (як цінних, так і токсичних, зокрема радіонуклідів) є необхідним. Це дозволить виділити рослини, що володіють різною здатністю накопичувати означені елементи.

Мета статті. Метою цієї роботи було встановлення співвідношення результатів вимірів активності радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у різних сортах досліджуваних овочів до нормативного вмісту для виявлення безпечних продуктів.

Виклад основного матеріалу. Проведені попередні дослідження накопичення радіонуклідів овочевими культурами, які поширені в Україні та вирощені в Харківській області в умовах сировинних зон Інституту овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України, дозволили встановити співвідношення результатів вимірів активностей радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr до нормативного вмісту. Об'єктами дослідження було обрано 24 сорти томатів, 12 сортів столового буряку, 11 сортів цибулі ріпчастої, по 10 сортів картоплі, моркви, капусти, баклажанів, по 9 сортів гарбуза і часнику та 4 сорти ревеню. Ботанічні сорти овочів відрізняються господарсько-ботанічними характеристиками, хімічним складом, морфологічними ознаками, тощо.

Попередні дослідження здатності різних сортів овочів до накопичення цезію і стронцію дозволили встановити, що їх селективне відношення зберігається повною мірою не тільки до накопичення біологічно активних елементів харчування, але і під час поглинання радіоактивних речовин із зовнішнього середовища [8–11].

Відповідно до наказу Міністерства охорони здоров'я України «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді» харчовий продукт є придатним до вживання, якщо показник відповідності $B \leq 1$. Для визначення відповідності харчових продуктів критеріям радіаційної безпеки використовується показник відповідності, значення якого розраховується за результатами вимірювань питомих активностей ^{137}Cs і ^{90}Sr :

$$B = \frac{A_{\text{Cs}}}{\text{ДР}_{\text{Cs}}} + \frac{A_{\text{Sr}}}{\text{ДР}_{\text{Sr}}} \leq 1$$

де B – показник відповідності;

A_{Cs} і A_{Sr} – результати вимірів питомих активностей ^{137}Cs і ^{90}Sr ;

ДР_{Cs} і ДР_{Sr} – нормативи вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr відповідно в харчових продуктах і питній воді [12].

Отримані результати визначення показника відповідності у дослідних овочевих культурах різних сортів критеріям радіаційної безпеки та вміст в них радіонуклідів наведено у табл. 1.

Експериментальні дані свідчать про те, що питомих активностей радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у всіх досліджуваних зразках овочів не перевищують державних гігієнічних нормативів ($^{137}\text{Cs} \leq 40$ Бк/кг, $^{90}\text{Sr} \leq 20$ Бк/кг). Однак, за показником відповідності рослинної сировини критеріям радіаційної безпеки виявлені значні коливання.

Мінімальний показник відповідності спостерігається у цибулі сорту Любчик (0,12 відн. од.), а максимальний у ревені сорту Лінней (1,37 відн. од.).

Дані таблиці свідчать про те, що показник відповідності досліджених сортів картоплі продовольчої свіжої (від 0,3 до 0,53), столового буряку (від 0,15 до 0,34), томатів (від 0,16 до 0,31), цибулі ріпчастої (від 0,12 до 0,22), часнику (від 0,33 до 0,54), капустяних овочів (від 0,24 до 0,43) та баклажанів (від 0,14 до 0,32) менше 1, тому реалізація цих сортів овочів дозволяється у торговельних мережах. Нами встановлено залежність значення показника відповідності від питомої активності радіонуклідів у різних сортах овочів: якщо ці значення менше половини значень до-

Вміст радіонуклідів у дослідних овочах (n=5, P≥0,95)

Ботанічні сорти	Питома активність, Бк/кг		Показник відповідності, відн. од.
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	
1	2	3	4
Допустимі рівні	40,0	20,0	
Картопля			
Повінь	18,51	1,4	0,53
Поляна	13,57	2,1	0,44
Дніпрянка	10,95	3,3	0,43
Луговська	17,3	1,17	0,49
Серпанок	10,5	0,9	0,31
Слов'янка	13,1	1,0	0,38
Радич	14,9	1,77	0,46
Явір	6,85	3,42	0,34
Лілея	12,6	1,4	0,38
Фантазія	10,37	0,8	0,30
Морква			
Шантене Сквирська	12,5	9,5	0,78
Яскрава	18,0	6,1	0,76
Оленка	29,0	8,2	1,14
Вереснева	10,5	8,2	0,67
Нантська Харківська	19,1	15,0	1,23
Олімпус	14,0	10,0	0,85
Дарунок F1	17,0	12,0	1,03
Кримчанка	15,0	10,5	0,90
Чумак F1	12,0	9,0	0,75
Ранок F1	18,0	11,5	1,02
Буряк			
Дій	4,5	3,6	0,29
Бордо Харківський	3,3	2,8	0,22
Сквирський дар	3,9	1,3	0,16
Бордо 237	4,6	3,5	0,29
Одноростковий	4,7	3,0	0,27
Egavo	5,5	3,9	0,34
Libero	4,2	3,8	0,30
Detroit-2-nero RS	5,3	4,1	0,34
Місцевий 26-5	3,3	2,8	0,22
Багрянний	5,3	3,1	0,29
Зміна	5,4	3,7	0,32
Делікатесний	4,9	3,4	0,29
Гарбуз			
Арабатський	15,0	6,4	0,70
Славуа	10,3	8,0	0,66
Український багатоплідний	24,0	14,7	1,33
Ждана	10,7	7,5	0,64
Чудовий	18,7	9,8	0,96
Столовий зимовий	12,5	10,5	0,83
Мрамуровий	14,8	11,8	0,94
Херсонський	14,5	8,5	0,78
Хуторянка	17,5	6,8	0,78
Томати			
Аміко	3,8	2,2	0,20
Атласний	3,3	2,7	0,21
Боян	2,9	2,6	0,20
Гришка	3,1	2,0	0,18
Карась	3,9	2,8	0,24
Лагоранж	3,1	2,1	0,18
Сяйво	2,7	2,6	0,20
Зореслав	3,6	2,7	0,23
Флора	3,3	2,5	0,20
Чайка	3,4	2,9	0,23
F4 (Геркулес* Dark Green)	2,5	2,3	0,18
РИ 74-43	2,9	2,3	0,19

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4
Мариока 20	3,1	2,4	0,20
Лонг-Кипер	3,3	2,3	0,19
CLN 2116B	4,2	2,7	0,31
Маестро	4,0	3,1	0,25
Малинове Віканте	2,4	2,0	0,16
Клондайк	3,8	2,0	0,20
Мить	3,1	2,7	0,21
Легідний	2,5	2,4	0,18
Любимий	3,1	2,8	0,21
Господар	3,2	2,8	0,22
Іскорка	4,5	2,5	0,24
Кременчуцький	2,3	2,3	0,17
Цибуля			
Глобус	2,4	1,4	0,13
Веселка	3,2	1,6	0,14
Мавка	5,1	1,7	0,22
Любчик	2,3	1,3	0,12
Амфора	3,9	1,3	0,16
Харківська 82	7,6	1,9	0,21
Ткаченківська	2,7	1,9	0,16
Білянка	2,6	2,2	0,17
Золотиста	4,3	1,7	0,19
Ялтинський рубін	3,1	2,2	0,19
Стерлінг F1	2,9	1,2	0,13
Часник			
Промінь	7,4	3,1	0,34
Харківський фіолетовий	8,6	3,4	0,39
Мануйлівський	7,2	3,0	0,33
Софіївський	7,8	3,2	0,36
Мереф'янський білий	10,2	3,4	0,43
Дюшес	8,1	3,7	0,38
Спас	8,1	3,3	0,37
Прометей	9,3	3,5	0,41
Сакський	14,1	3,8	0,54
Капуста			
Білоголова – Харківська зимова	10,5	3,2	0,42
Білоголова – Ліка	10,6	3,3	0,43
Білоголова – Леся	6,8	3,1	0,33
Савойська – Отава	8,9	3,2	0,38
Брюссельська – Трембіта	11,1	3,0	0,42
Китайська – Гілтон	9,2	3,1	0,39
Кольрабі – Фея	20	7,4	0,87
Цвітна – Рання Грибовська	7,1	2,7	0,32
Червоноголова – Палета	5,9	1,7	0,24
Броколі – Вітамінна	7,4	2,5	0,32
Баклажан			
Алмаз	3,6	2,7	0,23
Прем'єр	5,3	3,8	0,32
Фіалка	4,1	3,5	0,28
Геліос F1	4,3	3,2	0,27
Робін Гуд	3,7	2,7	0,14
Калгула	4,9	3,5	0,30
Матросик	3,9	2,8	0,24
Адоніс F1	5,0	3,7	0,31
Ультраранній F1	3,6	2,8	0,23
Біла лілія	5,1	3,9	0,31
Ревінь			
Крупночерешковий	16,2	8,7	0,84
Огрський	23,4	9,4	1,05
Монарх	18,2	8,7	0,89
Лінней	27,9	13,5	1,37

пустимих рівнів радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr , то показник їх співвідношення буде завжди нижче 1, а ці овочі відрізняються мінімальним накопиченням радіонуклідів і тому безпечні для вживання.

Максимальним накопиченням радіоцезію і радіостронцію відрізняються наступні сорти моркви: Оленка, Нантська Харківська, Дарунок F1, і Ранок F1, які мають показники відповідності: 1,14; 1,23; 1,03 і 1,02, що перевищує допустимий рівень. Для ботанічних сортів гарбуза максимальний показник відповідності становить Український багатоплідний – 1,33 відн. од. Граничними є сорти Чудовий (0,96) та Мармуровий (0,94). Відзначимо, що лідером за цим показником виявилось два сорти ревеню із чотирьох досліджених – це сорти Огр-

ський (1,05) та Лінней (1,37), що перевищує припустимий рівень і тому реалізація цих сортів повинна постійно контролюватися.

Висновки та пропозиції. Таким чином, у найменшій мірі до накопичення радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr здатні дослідні сорти овочів, які можна розташувати в наступному ранжируваному зростаючому ряду: сорти цибулі ріпчастої → сорти баклажанів → сорти столового буряку → сорти томатів → сорти капустяних овочів → сорти картоплі → сорти часнику, – що не загрожує здоров'ю людини за цим показником безпеки і можуть використовуватись у виробництві продуктів здорового харчування. Встановлена залежність питомої активності та показника відповідності радіонуклідів від сортової специфіки овочів.

Список літератури:

1. Курбатова Н.О. Нітрати, радіонукліди в харчових продуктах та продовольчій сировині. Вимоги безпеки. Виробничий лабораторний контроль. – Режим доступу : <http://www.dolc.dp.ua/wpress/?p=143>.
2. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, № 27 (Із змінами 2015 р.) / <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/4004-12>.
3. Антропогенная радионуклидная аномалия и растения / Гродзинский Д.М., Коломиец К.Д., Кутлахмедов Ю.А. и др. – Киев: Лыбидь, 1991. – 160 с.
4. Яцук І.П. Безпека харчової продукції – запорука якості життя людей / І.П. Яцук, Г.Д. Матусевич, А.М. Ліщук // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія. – 2014. – Вип. 9. – С. 67–70. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2014_9_17.
5. Якименко Г.М. Роль поливної води у нагромадженні радіонуклідів огірками на Поліссі / Г.М. Якименко // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.14. – С. 63–67. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu_2013_23.14_12.
6. Мазуренко І.К. Відповідність овочево-фруктової сировини, яка використовується у виробництві продуктів для дітей, вимогам показників безпечності / І.К. Мазуренко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. : Агрономія. – 2013. – Вип. 183(1). – С. 143–148. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2013_183%281%29_29.
7. Радіаційні проблеми грибною компанії / Режим доступу : <http://www.oblses-kiev.com.ua/clients/kievoblses.nsf/0/D89165B364FD8C6DC2257D42004845D1>.
8. Дубініна А.А., Овчиннікова І.Ф., Дебелий А. Вивчення накопичення радіонуклідів у ботанічних сортах ріпчастої цибулі / Прогресивна техніка та технологія харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. пр. – Харків: ХДУХТ, 2007.
9. Дубініна А.А., Селютіна Г.А., Пенкіна Н.М. Вміст радіонуклідів у коренеплодах столового буряку різних ботанічних сортів районуваних у Харківській області // Зб. наук. праць «Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі», І розділ. – Харків: ХДУХТ, 2004, С. 379–383.
10. Дубініна А.А. Локалізація радіостронція і радиоцезія в різних сортах и тканях коренеплодов моркови // Актуальні проблеми на стоковедната наука і практика, Варна, Болгария, 3-5.10.2002 – С. 147–152.
11. Дубініна А.А., Летута Т.М., Селютіна Г.А. Дослідження накопичення радіонуклідів у капустяних овочах // Матеріали 4 Міжнародної науково-практичної конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія», 23-24 травня 2006 р. – Харків, с. 133.
12. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Затв. Наказом МОЗ України від 03.05.2006, № 256. (Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я № 240 (z0590-08) від 08.05.2008) // <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06>.

Дубинина А.А., Селютіна Г.А., Летута Т.Н., Ленерт С.А.

Харьковский государственный университет питания и торговли

ВИДОВЫЕ И СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ОВОЩНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Аннотация

Исследована удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в овощах разных хозяйственно-ботанических сортов и рассчитан показатель их соответствия критериям безопасности. Установлена избирательная способность к накоплению радионуклидов разными овощными культурами. Максимальный показатель соответствия и наибольшую способность к накоплению радиоцезия и радиостронция имеет ревеня сорта Огрский и Линней; морковь сортов Ранок F1, Дарунок F1, Нантская Харьковская, Аленка и тьква сорта Украинская многоплодная. Определена зависимость содержания радионуклидов от сортовой специфики овощей. Наиболее безопасными являются исследуемые сорта картофеля, столовой свеклы, томатов, лука репчатого, чеснока, капустных овощей и баклажанов.

Ключевые слова: ботанические сорта овощей, удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr , показатель соответствия.

Dubinina A.A., Seliutina G.A., Letuta T.M., Lenert S.A.

Kharkiv State University of Food Technology and Trade

SPECIAL AND VARIETAL FEATURES OF RADIONUCLIDES ACCUMULATION BY VEGETABLES

Summary

The specific activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr in vegetables of various economic-botanical varieties is investigated and the indicator of their compliance with the safety criteria is calculated. The selective ability to accumulate radionuclides by different vegetable crops has been established. The maximum compliance indicator and the greatest ability for accumulation of radiocaesium and radiostrontium have the rhubarb OGRE and Linnaeus; carrots of varieties Ranok F1, Darunok F1, Nantes of Kharkov, Alenka and pumpkin of Ukrainian multifaceted variety. Dependence of radionuclide content on varietal specificity of vegetables is determined. The safest are the investigated varieties of potatoes, beetroot, tomato, onion, garlic, cabbage and eggplant.

Keywords: botanical varieties of vegetables, specific activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr , compliance indicator.