

состоянием и таким образом могут использоваться для их характеристики, что предполагает продолжение исследований в этом направлении.

При отсутствии направленной асимметрии в качестве маркера можно брать только признак или с левой или с правой стороны.

Литература

1. Загородняя, Ю. А. Таксономический состав и количественные характеристики зоопланктона в восточном Сиваше летом 2004 г. [Текст] / Ю. А. Загородняя // Экосистемные исследования Азовского, Черного и Каспийского морей. - 2006. - Т. 8. - Апатиты, - С. 103 - 114.
2. Ковалев, А. В., Количественные характеристики микрозоо- и мезопланктона в прибрежной зоне Азовского моря [Текст] // Ковалев, А. В., Светличный Л. С. - 1986. ИнБЮМ АН УССР. - Севастополь, - 11с. Деп. в ВИНТИ 05.03.1986, № 1502-В.
3. Ковалев, А. В. Изменчивость и некоторые экологические особенности Соперода Черноморского планктонного комплекса в морях средиземноморского бассейна [Текст] : дис. ... канд. биол. наук./ Ковалев А. В.- Севастополь, 1967. – 190 с.
4. Серегин, С. А. Некоторые характеристики бактерио- и зоопланктона как показатели качества морской среды [Текст] / Серегин С. А., Попова Е. В.// Рыбное хозяйство Украины. - 2010. - №5. - С. 30 - 33.
5. Урбах, В. Ю. Биометрические методы. [Текст] / Урбах В. Ю. - М., Наука, 1964. - 415 с.
6. Шадрин, Н. В. Агрегации планктонных копепод: гипотетическая модель флуктуирующего облака [Текст] / Шадрин Н. В. // Морской экологич. журн., 2011. - 10, № 2. - С. 78 - 82.
7. Calliari, D. Salinity modulates the energy balance and reproductive success of co-occurring copepods *Acartia tonsa* and *A. clausi* in different ways [Текст] /Calliari D, Andersen C.M., Thor P., Gorokhova E., Tiselius P // Mar. Ecol. Prog. Ser. - 2006. - С. 177-188.
8. Folt, C. L. Biological drivers of zooplankton patchiness [Текст] / Folt C. L., Burns C. W // Trend in Ecology & Evaluation. - 1999. - N 8. - P.300-305.
9. Sims, D. W. Biological drivers of zooplankton patchiness [Текст] / Sims D. W., Southall E. J., Humphries N. E. // Nature. - 2008. - С. 1098-1102
10. Shmeleva, A. A. Three new species of *Acartia* (Copepoda, Calanoida, Acartiidae) from the Black Sea [Текст] / Shmeleva A. A., Selifanova J. P.// 9-th Intern. Conf. on Copepoda. Hammamet, Tunisia, July 11-15, 2005. - Abstract book. - С. 57

Досліджено вміст нітратів, радіонуклідів, солей важких металів в різних ботанічних сортах цибулинних овочів, а саме цибулі ріпчастої та часнику. Отримані дані дають підставу констатувати наявність сортової специфічності та особливостей локалізації токсикантів в анатомічних частинах цибулі ріпчастої та часнику, що дає змогу їх правильного та цілеспрямованого відбору для різних напрямків використання

Ключові слова: нітрати, радіонукліди, солі важких металів, цибуля ріпчаста, часник

Исследовано содержание нитратов, радионуклидов, солей тяжелых металлов в различных ботанических сортах лука репчатого и чеснока. Полученные данные дают основание констатировать наличие сортовой специфичности и особенностей локализации токсикантов в анатомических частях лука репчатого и чеснока, что позволяет произвести их правильный и целенаправленный отбор для различных направлений использования

Ключевые слова: нитраты, радионуклиды, соли тяжелых металлов, лук репчатый, чеснок

УДК 664.849:519.85

ЛОКАЛІЗАЦІЯ КОНТАМІНАНТІВ У КОМПАРТАМЕНТАХ ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ ТА ЧАСНИКУ

А. А. Дубініна

Кандидат технічних наук, професор,
завідуюча кафедрою

Кафедра товарознавства та експертизи товарів
Харківський державний університет
харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051
E-mail: tovaroved206@rambler.ru

1. Вступ

Речовини, які надходять із навколишнього середовища й мають токсичну дію ще називають

контамінантами їжі й розділяють на дві групи: 1 – хімічної природи: токсичні (важкі метали), пестициди, нітрати, нітрити, нітросполуки, радіонукліди, поліциклічні ароматичні вуглеводи; діоксини;

гормональні препарати; 2 – біологічної природи: мікроорганізми; мікотоксини; антибіотики; віруси; гельмінти.

Найбільш розповсюдженими контамінантами є представники першої групи й особливо солі важких металів, нітрати і радіонукліди.

Серед багатьох причин, що обумовлюють нагромадження нітратів у рослині, варто виділити наступні: видова і сортова специфіка їх нагромадження; умови мінерального харчування; ґрунтово-екологічні фактори. Найчастіше ці причини діють у комплексі, що ускладнює прогнозування рівня нітратів у продукції [1-8]. Видові розходження рослин по нагромадженню нітратів часто обумовлені локалізацією останніх в окремих частинах культур.

Як і у випадку нітратів, сорти (гібриди) культур різко розрізняються по здатності накопичувати важкі метали у врожаї. Так, у досліджах американських авторів [9] концентрація кадмію в зерні гібридів кукурудзи, які сильно поглинають, важкі метали була в 13...18 разів вище, ніж у тих, які слабо поглинають. При цьому здатність батьківських форм до слабкого нагромадження кадмію і цинку успадковується гібридним поколінням.

Гігієнічна оцінка якості овочевих культур повинна також включати і визначення радіоактивності продуктів харчування, тому що вони є джерелом надходження радіоактивних елементів в організм людини. На жаль, хоча здійснюються, здавалося б, усі необхідні міри для забезпечення безпечної і безаварійної роботи реакторів, число „незапланованих” витоків продуктів ядерного розподілу в атмосферу, різного роду подій і аварій на цих об'єктах як і раніше залишається дуже значним [10].

Серед більш ніж 200 радіонуклідів, що утворюються в результаті ядерного розподілу і містяться в глобальних випаданнях, найбільшу небезпеку представляють ті, що довго живуть, особливо цезій-137 і стронцій-90, які проникають у кров і поширюються по всім органам і тканинам [10-14].

При загальних закономірностях мінерального харчування рослинам притаманні визначені особливості його протікання і накопичення контамінантів, які детерміновані генетично, тобто визначаються генетичними розбіжностями між сортами однієї і тієї ж культури, між різними видами. Ці розходження виявляються в різній будові корневих систем, різній загальній адсорбуючій поверхні коренів, а також у різному типі й інтенсивності метаболічних процесів. Ці фактори значною мірою визначають кількість і швидкість поглинання та транспорту сполук контамінантів [15; 16].

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Автори [17] умовно розділили овочеві культури за рівнями нагромадження радіо цезію у врожаї на кілька груп: культури, які мало накопичують (баклажани, перець солодкий, гарбуз, цибуля); культури, які середньо накопичують (огірки, помідори, часник, кабачки, морква, петрушка, капуста кольорова); культури підвищеного нагромадження (редис, кріп, капуста); культури високого нагромадження (щавель, капуста кольрабі, буряк столовий).

Автори [18; 19] свідчать, що нагромадження радіонуклідів різними органами рослин визначається деякими загальними закономірностями. Найбільш високі коефіцієнти нагромадження – у коренях, на порядок нижче – у листах і стеблах, ще менше в насіннях і підземних органах рослин, що запасають.

У ряді робіт відзначаються не тільки видові, але і сортові розходження по величині акумуляції радіоактивних ізотопів стронцію і цезію. Міжсорткові розходження по цьому показнику можуть досягати 2...4 разів і більше [20-25].

Таким чином, аналіз результатів досліджень багатьох вчених свідчить про високий рівень забруднення продуктів харчування контамінантами, що зв'язано головним чином з техногенним забрудненням навколишнього середовища, з низькою агротехнічною культурою й порушенням агрохімічних технологій. Все це вимагає своєчасного визначення в сировині, харчових добавках і готовій продукції шкідливих речовин, а також розробки заходів, спрямованих на зниження вмісту токсичних речовин у продуктах харчування, і насамперед у рослинних.

3. Мета та завдання статті

Метою роботи є дослідження вмісту контамінантів у компартаментах цибулі ріпчастої та часнику залежно від їх видової та сортової специфіки. Як об'єкти досліджень були використані одинадцять сортів цибулі ріпчастої і дев'ять сортів часнику із колекційного розсадника Інституту овочівництва і баштанництва Національної аграрної академії наук України. Всі відібрані сорти зареєстровані у державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні.

Масова частка токсичних елементів визначалася стандартними методами.

Вміст нітратів визначали фотометричним методом [26] на спектрофотометрі фірми «Аквілон» СФ-103.

Наважку (10...20 г) досліджуваного продукту переносять за допомогою 100 см³ теплої води (60 °С) в мірну колбу, додають 5 см³ розчину бури і 20 см³ буферного розчину, перемішують, потім додають по 5 см³ розчину Карреза 1 і Карреза 2. Витримують 15 хв на водяній бані (60 °С). Охолоджують, доводять об'єм розчину до мітки водою, фільтрують.

У хімічний стакан вносять 10 або 20 см³ фільтрату і 5 см³ буферного розчину, суміш переносять у збірник колонки і пропускають через шар кадмію. Елюатів з колонки збирають у мірну колбу місткістю 100 см³. Встановлюють швидкість елюції 3-5 см³/хв. Збирають до 100 см³ елюату, доводять об'єм до мітки водою і перемішують (випробовуваний елюат). Для отримання контрольного елюату замість фільтрату через кадмієву колонку пропускають контрольний розчин.

У дві мірні колби вносять: в одну - 5-20 см³ випробованого елюату, в іншу - такий же об'єм контрольного елюату і проводять визначення з реактивом Грісса. За знайденою одичною щільністю розчину за допомогою градуїрованого графіка визначають масову концентрацію нітритів (с). Вміст нітратів у продукті V, мг / кг, (в розрахунок на нітрат-іон) обчислюють за формулою (1):

$$X = 1,34 \left(\frac{cV_1V_2V_3}{mV_4V_5} - \frac{c_1V_1V_2}{mV_6} \right), \quad (1)$$

де 1,348 – коефіцієнт перерахунку нітритів у нітрати; c , c_1 – масова концентрація нітрит-іона, мкг/см³; V_1 – загальний об’єм екстракту, см³; V_2 – загальний об’єм колориметруемого розчину, см³; V_3 – загальний об’єм елюата, см³; m – маса наважки проби продукту, г; V_4 – об’єм фільтрата, взятого на колонку для відновлення, см³; V_5 – об’єм елюата, см³; V_6 – об’єм фільтрата, взятого для кольорової реакції, см³.

Визначення радіонуклідів проводилося на універсальному спектрометричному комплексі ГАМА ПЛЮС [27]. Визначення питомої активності цезію-137 проводилося за спектром γ -випромінювання (γ -спектрометричний тракт), а стронцію-90 – за β -випромінюванням (β -спектрометричний тракт).

Для визначення використовували сцинтиляційні детектори.

Сцинтиляційні спектри, що випускає речовина рахункового зразка, обробляються на ПЕОМ з використанням програмно-апаратного комплексу «Прогрес».

Вимірювана спектрограма представляється як сума функцій відгуку спектрометра на спектрі випромінювання радіонуклідів (цезій-137 і стронцій-90), що входять до складу рахункового зразка.

Вміст свинцю, кадмію, міді і цинку визначали атомно-адсорбційним методом [28] на атомному абсорбційному спектрофотометрі Perkin Elmer 2380. У колбу з пробєю продукту, вносять азотну кислоту з розрахунку 10 см³ на кожні 5 г продукту, витримують 15 хв, закривають грушоподібною склянкою пробкою і нагрівають на електроплитці, упарюючи вміст колби до обсягу 3-5 см³. Колби охолоджують, вносять 10 см³ азотної кислоти, вміст упарюють до об’єму 5 см³, після чого охолоджують. Цю процедуру повторюють 2-4 рази. У колбу вносять 10 см³ азотної кислоти, 5 см³ сірчаної кислоти, 4 см³ хлорної кислоти з розрахунку на кожні 5 г продукту. Вміст колби упарюють до об’єму близько 5 см³. Колбу охолоджують до кімнатної температури, додають 5 см³ азотної кислоти і 2 см³ хлорної кислоти і знову нагрівають до появи білих парів сірчаного ангідриду [29].

В стакани поміщають аліквоти випробовуваних розчинів об’ємом 10-50 см³ в залежності від вимог до ступеня концентрування і такі ж за обсягом аліквоти контрольних розчинів і доводять їх обсяг до 50 см³ нульовим стандартом.

У склянки доливають по 10 см³ розчину лимонної кислоти, додають по 2-3 краплі розчину фенолфталеїну і титрують розчином аміаку до появи слабо-рожевого забарвлення. Розчини переносять у мірні колби, доливають по 5 см³ розчину діетилдитіокарбамат натрію і по 5 см³ ефіру і струшують протягом 1 хв.

Розпорюючи в полум’я нульовий стандарт, встановлюють показання приладу на нуль. Потім в порядку зростання концентрації вимірюють абсорбцію стандартних розчинів порівняння. В кінці градування відзначають положення нульової лінії при розпиленні нульового стандарту.

Вимірюють абсорбцію невеликого числа (5-10) випробовуваних і контрольних розчинів, промиваючи після кожного вимірювання систему розпилювача і паль-

ника дистильованою водою до повернення сигналу до показань, близьким до нуля. Повторюють точне вимірювання абсорбції нульового стандарту і одного із стандартів порівняння, найбільш близького по концентрації до досліджуваних розчинів.

Масову частку елемента в пробах (m), млн⁻¹, розраховують за формулою (2):

$$m = \frac{(c_x - c_k) \times Y \times K}{p}, \quad (2)$$

де c_x – концентрація елемента у випробуваному розчині, мкг/см³; c_k – середнє арифметичне значення концентрації елемента для паралельних контрольних розчинів, мкг/см³; Y – вихідний об’єм досліджуваного розчину, см³; p – наважка проби, г; K – коефіцієнт розбавлення.

4. Виклад основного матеріалу дослідження

Цибулиння ріпчастої цибулі складається із сильно скороченого стебла, що називається донцем, на якому знизу розміщена п’ятка з корінцями, а зверху бруньки прикриті закритими і відкритими соковитими лусочками, а також сухими зовнішніми лусочками, що утворюють так звану сорочку. Складне цибулиння часнику являє собою сім’ю, яка складається із анатомічно особливих бруньок-зубків, що сидять на плоскому стеблі (донці). Кожний зубок має маленьке стебельце, зачатки листочків і корінців, оточені однією соковитою закритою лускою (м’якоттю). І вкриті сухою лускою. Все цибулиння вкрите загальною сорочкою білого, сріблясто-молочного чи рожевого забарвлення.

Нами вивчено накопичення нітратів, важких металів і радіонуклідів у соковитих лусках цибулинних овочів, а в часнику ще і в стебельці. Результати досліджень наведені на рис. 1-14.

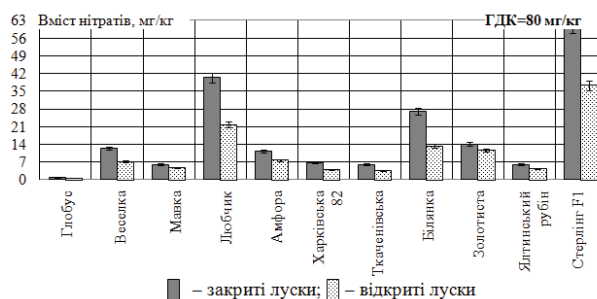


Рис. 1. Вміст нітратів у компартаментах цибулі різних сортів

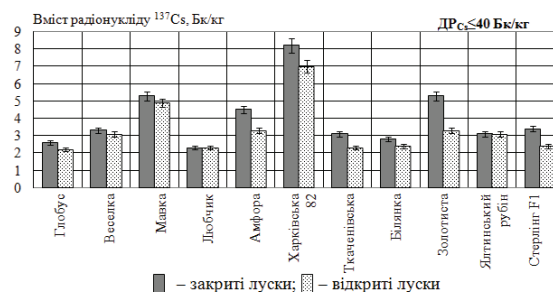


Рис. 2. Вміст цезію у компартаментах цибулі різних сортів

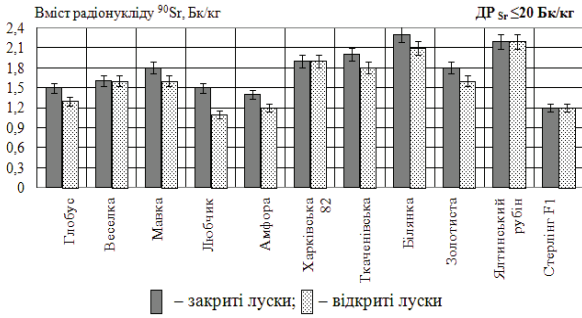


Рис. 3. Вміст стронцію у компартаментах цибулі різних сортів

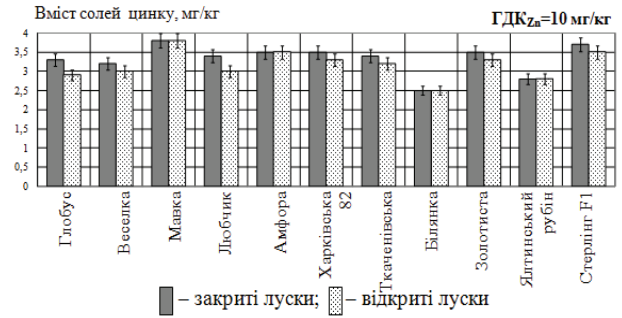


Рис. 7. Вміст солей цинку у компартаментах цибулі різних сортів

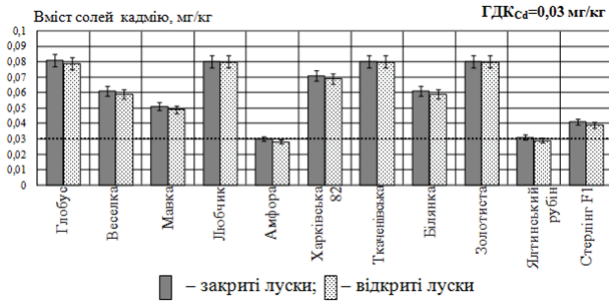


Рис. 4. Вміст солей кадмію у компартаментах цибулі різних сортів



Рис. 8. Вміст нітратів у компартаментах часнику різних сортів

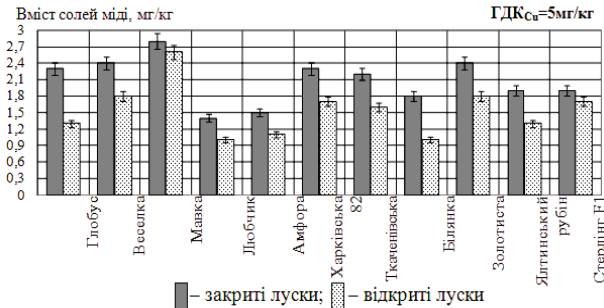


Рис. 5. Вміст солей міді у компартаментах цибулі різних сортів

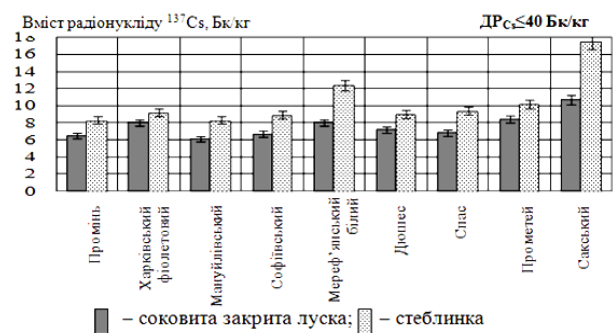


Рис. 9. Вміст цезію у компартаментах часнику різних сортів

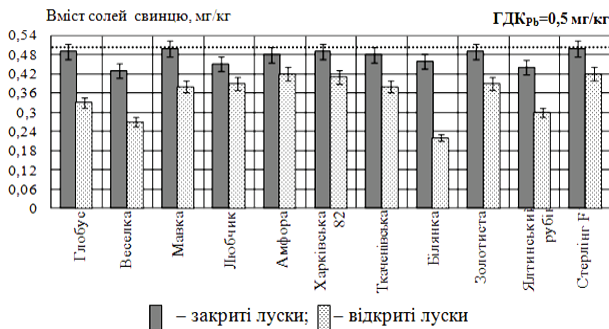


Рис. 6. Вміст солей свинцю у компартаментах цибулі різних сортів

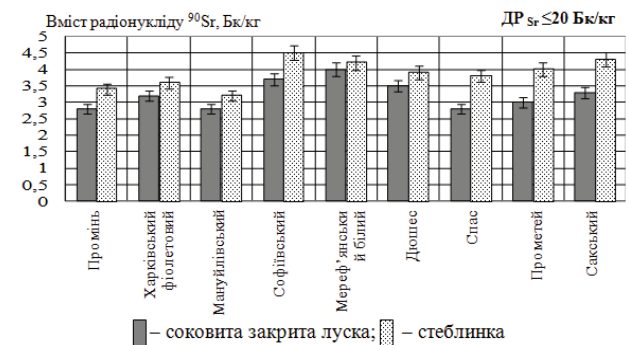


Рис. 10. Вміст стронцію у компартаментах часнику різних сортів

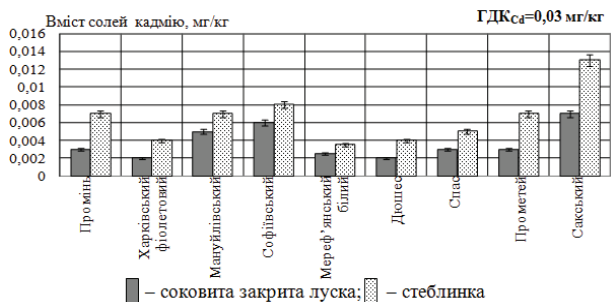


Рис. 11. Вміст солей кадмію у компартаментах часнику різних сортів

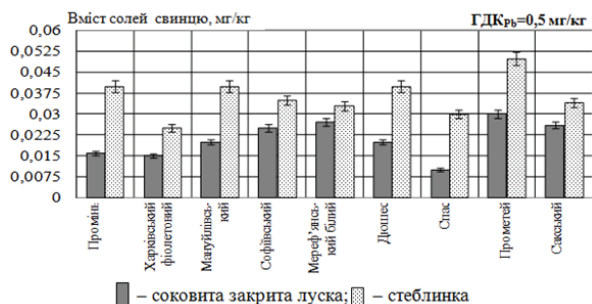


Рис. 12. Вміст солей міді у компартаментах часнику різних сортів

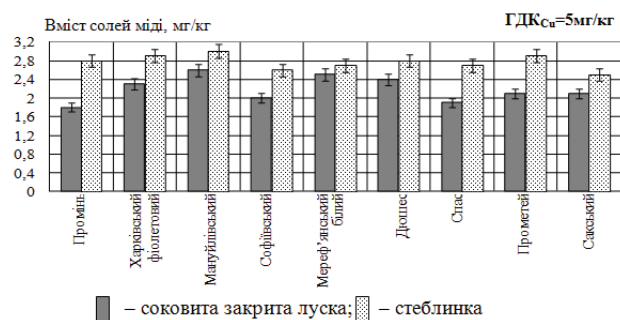


Рис. 13. Вміст солей міді у компартаментах часнику різних сортів

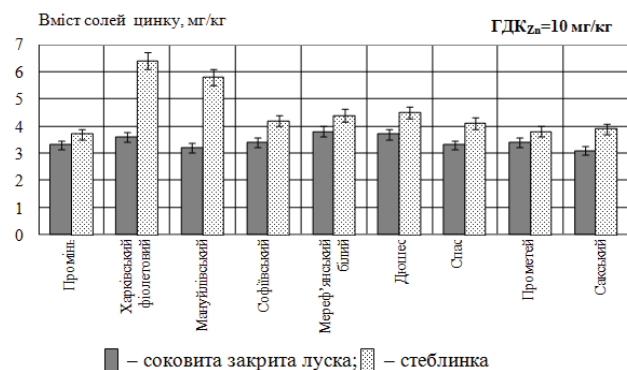


Рис. 14. Вміст солей цинку у компартаментах часнику різних сортів

Аналіз результатів досліджень свідчить про те, що всі контамінанти накопичуються з однаковою закономірністю – в закритих соковитих лусках їх більше, ніж у відкритих, у стеблі часнику їх більше, ніж в за-

критій лусці. Такий розподіл контамінантів визначається, по-перше, шляхом транспіраційного току, який у цибулинних овочах направлений наступним чином: корінь → стебло → бруньки вкриті лусочками → листя. Бруньки цибулиння представляють собою меристематичну тканину, яка є утворювальною тканиною. Це означає, що в результаті поділу частина його клітин залишається в меристематичному стані, а частина диференціюється у різні тканини. Відомо, що в зонах поділу і розтягування відсутні фізіологічні бар'єри для пересування як апопластичних, так і симпластичних іонів [30, 31]. Це явище визначається особливостями будови оболонок клітин меристеми. В результаті всі речовини, які знаходяться в провідних тканинах, у тому числі і контамінанти і які пройшли крізь бар'єрні ділянки кореня і стебла потрапляють в бруньки, а із них в закриті соковиті луски цибулиння у першу чергу. По-друге, розподіл контамінантів у соковитих лусках визначається функціонуванням їх бар'єрної тканини – епідермісу. Епідерміс вкриває кожну соковиту луску з двох сторін. У зв'язку з цим чим далі від бруньки, тим менше контамінантів накопичується в соковитих лусочках. При цьому в цибулі зареєстровано в 2-3 рази менше нітратів, радіонуклідів цезію і стронцію, ніж в часнику. Солей міді і цинку накопичується приблизно в рівних кількостях. А вміст кадмію і свинцю у цибулі на порядок вище, ніж у часнику. Причому перевищення ГДК зареєстровано у цибулі по кадмію (всі сорти, крім Амфора і Ялтинський рубін), а в часнику по нітратам (сорт Мануйлівський, Мереш'янський білий, Дюшес, Прометей).

Неоднорідність розподілу контамінантів проявляється у цибулинних овочах так само як і в інших овочах. Ця неоднорідність визначається морфо функціональними особливостями будови клітин різних тканин, а також фізико-хімічними властивостями контамінантів.

Аналіз результатів досліджень дозволяє стверджувати, що із всіх сортів цибулі ріпчастої до ексклюдерів можна віднести сорти Глобус, Ялтинський рубін, до акумуляторів – Стерлінг F₁, Харківська-82, до індикаторів – Любчик, Амфора, Білянка. Із всіх вивчених сортів часнику до ексклюдерів відносяться сорти Харківський фіолетовий, Мануйлівський, до акумуляторів – Мереш'янський білий, Прометей, до індикаторів – Спас, Сакський.

4. Висновки

Встановлено, що гетерогенність розподілення контамінантів коренеплодами цибулі ріпчастої та часнику проявляється не тільки на видовому і сортовому рівнях, але також і на тканевому. Анатомічні особливості різних тканин цибулі ріпчастої та часнику визначають характер пересування і накопичення контамінантів.

У цибулі ріпчастій та часнику накопичення контамінантів визначається у рівному ступені як шляхами транспіраційного, так і функціонуванням бар'єрних тканин. При цьому закономірність накопичення наступна: чим більше їх в середовищі, що оточує овоч, тим більше їх в продуктивному органі і навпаки.

Наведені результати досліджень дають змогу правильного і цілеспрямованого підбору цибулі ріпчастої та часнику для різних напрямків використання, що

дозволить знизити рівень токсичних речовин, а, отже, забезпечити харчову нешкідливість і високу якість готової продукції.

Література

1. Сорока, Н. Ф. Питание и здоровье [Текст] / Н. Ф. Сорока. – Минск: Беларусь, 1994. – 350 с.
2. Пругар, Я. Избыточный азот в овощах [Текст] / Я. Пругар, А. Пругарова / Пер. со словацк. И. Ф. Бугаенко. – М.: Агропромиздат, 1991. – 127 с.
3. Рымарь-Щербина, Н. В. Экологически чистые продукты питания и сохранение здоровья населения [Текст] / Н. В. Рымарь-Щербина, А. И. Селюченко, О. И. Цыганенко // Гигиена и санитария. – 1995. – № 6. – С. 15-17.
4. Габович, Р. Д. Гигиенические основы охраны продуктов питания от вредных химических веществ [Текст] / Р. Д. Габович, Л. С. Припутина. – К.: Здоровье, 1987. – 248 с.
5. Зеленин, В. М. Динамика содержания нитратов [Текст] / В. М. Зеленин // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 5. – С. 59-60.
6. Опополь, Н. И. Нитраты [Текст] / Н. И. Опополь, Е. В. Добрянская. – Кишинева: Штиинца, 1986.
7. Соколов, О. А. Аккумуляция нитратов в растениях [Текст] / О. А. Соколов // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 8. – С. 6-11.
8. О путях снижения содержания нитратов в продуктах питания [Текст] // Гигиена и санитария / О. И. Цыганенко, Н. В. Рымарь-Щербина, В. С. Лапченко [и др.]. – 1991. – № 5. – С. 38-42.
9. Алексеев, Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях [Текст] / Ю. В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
10. Анненков, Б. Н. Основы сельскохозяйственной радиологии [Текст] / Б. Н. Анненков, Е. В. Юдинцева – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.
11. Пацюк, Л. К. Консервы с радиозащитными и радиопротекторными свойствами для детей [Текст] / Л. К. Пацюк // Пищевая промышленность. – 1997. – № 10. – С. 38-39.
12. Микберг, И. И. Ионизирующая радиация и здоровье человека [Текст] / И. И. Микберг. – К.: Здоровье, 1989.
13. Смоляр, В. Е. Ионизирующая радиация и питание [Текст] / В. Е. Смоляр – К.: Здоров'я, 1992. – 176 с.
14. Москалев, Ю. И. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов [Текст] / Ю. И. Москалев. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 264 с.
15. Кларксон, Д. Транспорт ионов и структура растительной клетки [Текст] / Д. Кларксон [Пер. с англ. М. Г. Духиной]. – М.: Мир, 1998. – 368 с.
16. Най, П. Движение растворов в системе почва-растение [Текст] / П. Най, П. Тинкер [Пер. с англ. О. М. Кветовой]. – М.: Колос, 2000. – 568 с.
17. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених радіоактивними елементами. – Київ: Міністерство сільського господарства України. – 1991. – 87 с.
18. Антропогенная радионуклидная аномалия и растения [Текст] / Д. М. Гродзинский, К. Д. Коломиец, Ю. А. Кутлахмедов и др. – Киев: Лыбидь, 1991. – 160 с.
19. Козьмина, Л. Н. XXII радиологические чтения [Текст] / Л. Н. Козьмина // Агрехимия. – 1994. – № 9. – С. 156-157.
20. Корнеева, Н. В. Влияние глубокого размещения ⁹⁰Sr в почве и видовые и сортовые особенности яровой пшеницы на накопление радионуклида в урожае [Текст] / Н. В. Корнеева, Н. А. Корнеев, Р. М. Алексахин // Агрехимия. – 1976. – № 3. – С. 102.
21. Ширшов, В. А. Сортовые особенности накопления в урожае зернобобовых культур стронция-90 и цезия-137 [Текст] / В. А. Ширшов, С. С. Шаин // Агрехимия. – 1971. – № 9. – С. 107.
22. Соколов, М. С. Возможности получения экологически безопасной продукции растениеводства в условиях загрязнения агроферы [Текст] / М. С. Соколов // Агрехимия. – 1995. – № 7. – С. 112-127.
23. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов [Текст]: ГОСТ 29270-95. – [Введ. 01.01.98]. – К.: Госстандарт Украины, 1997. – С. 12 – 15.
24. Комплекс универсальный спектрометрический «Гамма плюс». Технические описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Эксперт цент, 1995. – 56 с.
25. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов [Текст]: ГОСТ 30178-96. – [Введ. 01.01.98]. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 13 с.
26. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов [Текст]: ГОСТ 269229-94. – [Введ. 01.01.98]. – К.: Госстандарт Украины, 1997. – 16 с.
27. Wierzbicka, M. Lead translation and localization in Allium cepa roots [Text] / M. Wierzbicka // Can. J. Bot. 1987. – V.65. – N. 9. – P.1851-1860.
28. Wierzbicka, M. Lead accumulation and its translocation barriers in roots of Allium cepa L. Autoradiographic and ultrastructural studies [Text] / M. Wierzbicka // Plant Cell Environ., 1987. – V. 10. – P. 17-26.