

*Розглянуто питання здатності редьки до накопичення контамінантів у залежності від сортової специфіки та їх локалізація в різних анатомічних частинах коренеплоду. Визначено, що концентрації нітратів та пестицидів різні як у господарсько-ботанічних сортах редьки, так й в окремих анатомічних частинах коренеплоду. Проведені дослідження дозволяють обирати сорти, що здатні накопичувати мінімальні кількості контамінантів*

*Ключові слова: сорти коренеплодів редьки, нітрати, пестициди*

*Рассмотрен вопрос способности редьки к накоплению контаминантов в зависимости от сортовой спецификации и их локализация в различных анатомических частях корнеплода. Определено, что концентрации нитратов и пестицидов разные как в хозяйственно-ботанических сортах редьки, так и в отдельных анатомических частях корнеплода. Проведенные исследования позволяют выбирать сорта, которые способны накапливать минимальное количество контаминантов*

*Ключевые слова: сорта корнеплодов редьки, нитраты, пестициды*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДАТНОСТІ КОРЕНЕПЛОДІВ РЕДЬКИ ДО НАКОПИЧЕННЯ НІТРАТІВ І ПЕСТИЦИДІВ

**А. А. Дубініна**

Кандидат технічних наук, професор, завідувачий кафедрою\*

**Г. А. Селютіна**

Кандидат технічних наук, доцент\*

**О. В. Гапонцева**

Аспірант

\*Кафедра товарознавства та експертизи товарів

Харківський державний університет

харчування та торгівлі

вул. Клочківська, 333, м.Харків, 61051

### 1. Вступ

Наприкінці ХХ століття відповідно до рекомендацій ООН однією з основних програм, які спрямовані на задоволення глобальних потреб людства поряд з енергетичною програмою і програмою охорони навколишнього середовища поставлена програма постачання людини їжею. Обумовлено це тим, що в даний час більше 60% людства харчується незадовільно, не отримуючи достатньої кількості білків і не задовольняючи потреби в калоріях. Все це змусило людство застосувати різні стимулятори для сільськогосподарської продукції, особливо широке застосування знайшли мінеральні добрива та різні пестицидні препарати, при цьому значно розширюється їх асортимент і масштаби застосування [1 – 3].

### 2. Постановка проблеми у загальному вигляді

Серйозною токсикологічно-гігієнічною проблемою сільсько-господарського виробництва є накопичення нітратів та пестицидів у продукції рослинництва. До проблеми нітратів у овочах світова наука останнім часом виявляє особливий інтерес. Вміст нітратів нормується тільки в тій продукції, яка має суттєве значення, як джерело надходження «харчових» нітратів в організм людини. З сільськогосподарських продуктів основними джерелами нітратів є овочі. Згідно з даними Міжнародної організації ВООЗ допустима норма

нітратів на добу становить 5 мг  $\text{NaNO}_3$  на 1кг маси людини токсична доза для дорослих дорівнює 600 мг, для дітей середнього віку – 100 мг. Такий показник встановлено виходячи з науково обґрунтованої норми харчування (приблизно 400 гр. овочів та 300 гр. картоплі за добу) [4].

Також жорстка регламентація за вмістом хімічних забруднень у сільськогосподарській продукції стосується й пестицидів. Пестициди є єдиним забруднювачем, який свідомо вноситься людиною в навколишнє середовище. Пестициди (отрутохімікати) – хімічні препарати для захисту сільськогосподарської продукції, рослин, для знищення паразитів у тварин, для боротьби з переносниками небезпечних захворювань і т.п. Застосування пестицидів за останні 20 років збільшилося в 2,5 рази, число різних пестицидів постійно зростає, і в даний час складає більше 1000 типів. У розвинених країнах застосування пестицидів досягло до 2 кг на 1 га або близько 1,5 кг на душу населення. Велика кількість може зберігатися в ґрунтах досить довго (період напіврозпаду ДДТ у воді оцінюється в 10 років, а для дієлдріну – перевищує 20 років). При визначенні допустимих концентрацій пестицидів у продуктах виходять з того, що 80% їх добового надходження в організм людини відбувається саме з продуктами харчування. Вибіркові проби продуктів на вміст пестицидів показують їх наявність майже в 50% випадків. Тому контроль за вмістом пестицидів у сільськогосподарській продукції є важливим бар'єром по виключенню негативного їх впливу на здоров'я людини [5].

Встановлено, що вплив нітратів (нітритів та нітрозоамінів) і пестицидів у концентраціях, вищих за припустимі, можуть являти собою небезпеку для життя та здоров'я людини через загальнотоксичну, канцерогенну та тератогенну дію [6].

Для усунення важких наслідків застосування нітратів та пестицидів важливо насамперед підвищувати культуру сільськогосподарського виробництва шляхом закладання основи для одержання продукції з мінімальним рівнем нітратів та запроваджувати суворий моніторинг за якістю овочевої продукції.

---

### 3. Аналіз останніх досліджень і публікацій

---

Накопичення нітратів та пестицидів в овочевих культурах значною мірою пов'язано з їх біологічними особливостями. Тому різні рослини мають неоднакову здатність акумулювати шкідливі речовини. Основна маса нітратів надходить у рослини через кореневу систему і рухається до листя. До овочів, що здатні акумулювати велику кількість контамінантів відносяться шпинат, салат, кріп, петрушка, буряк столовий, редиска, редька, селера, баштанні рослини. Так, відомо, що столовий буряк може містити до 4000 мг/кг нітратів, які розподіляються нерівномірно: найбільша кількість міститься у верхній та нижній частині коренеплоду. У салаті, шпинаті, петрушці, кропі та іншій зелені нітратів іноді буває більше, ніж в буряку. Причому, у рослинах, вирощених без застосування добрив, вміст солей звичайно помірний. А ось на добре підживлений нітратами ґрунті їх концентрація може досягати 4000 - 5000 мг/кг, особливо багато нітратів міститься у стеблах і черешках листя. Білоголова капуста в більшій кількості накопичує нітрати в верхніх листках, ніж в середній частині качана. Редис містить до 2500 мг/кг нітратів, причому в круглій редисці нітратів значно менше, ніж у витягнутій, більша частина яких знаходиться у верхівці та хвостіку овочу [7].

Відомо, що вміст нітратів та пестицидів різні не тільки в окремих культурах, але і в сортах. Ці відмінності досягають 5-10 разів через різну здатність поглинати (засвоювати) нітрати з ґрунту, більш-менш ефективно їх використовувати для синтезу органічних речовин. Проведені дослідження дозволяють обирати ті сорти овочевих культур, що містять мінімальні кількості нітратів. Наприклад, у капусти це сорти Зимівля і Подарунок, у моркви – Шантене Сквирська, Світозара, Бірючекуртська, у буряка столового - Сквирський дар, Бордо 237 та Detroit-2 negro, у гарбуза – Славута та Арабатський, в огірків – Ксана, Левіна та Паркер. Знаючи особливості кожного сорту, можна істотно впливати на якість овочів шляхом сортової агротехніки вирощування з метою отримання врожаю з низьким рівнем нітратів [8 – 10].

Дослідження показали, що вміст нітратів у продукції, вирощеної в теплицях в десятки разів вище, ніж при вирощуванні у відкритому ґрунті, і може досягати колосальних величин – до 10 г на 1 кг продукції. Це відбувається тому, що в теплицях шкідливі речовини не можуть безперешкодно випаровуватися й нестися потоками повітря, й після випаровування вони знову осідають на рослини. Відомі випадки гострого отруєння, і навіть смерті, особливо серед дітей,

у результаті вживання продуктів, що містять 80 – 1300 мг/л нітрат іонів [11].

Вміст нітратів у рослинах також залежить від терміну посіву їх і збирання. Вивчення добової динаміки вмісту нітратів показує, що збір врожаю, заготовлю кормів краще проводити в другій половині дня, коли рослини містять на 30 - 40% менше нітратів, ніж у першій половині дня. Це обумовлено тим, що в першій половині дня надходження нітратів переважає над їх перетворенням у сполуки, які беруть участь у синтезі органічних речовин. При дотриманні сівозмін у сільськогосподарських культурах накопичується менше нітратів, ніж при вирощуванні монокультури [7].

Варто зазначити, що наукові дослідження щодо вмісту нітратів, пестицидів та їх локалізація в коренеплодах редьки не проводилися. Тому зважаючи на надзвичайну корисність та появу великої кількості нових сортів, вважаємо за доцільне вивчення накопичення шкідливих речовин в залежності від сортової та тканинної специфіки.

---

### 4. Мета і завдання роботи

---

Метою роботи було визначення рівня забрудненості різних господарсько-ботанічних сортів редьки, що поширені в східній Україні, нітратами та пестицидами, а також дослідження локалізації контамінантів в анатомічних частинах коренеплодів. Для досягнення поставленої мети було виконано ряд завдань, а саме: вивчення анатомічної будови коренеплоду редьки; дослідження ступеня забрудненості різних сортів редьки залишковим вмістом нітратів та пестицидів; визначення та встановлення локалізації накопичення нітратів та пестицидів в анатомічних частинах коренеплодів.

---

### 5. Виклад основного матеріалу

---

Редька – це коренеплід, який накопичує достатньо велику кількість нітратів – гранично допустимую кількість складає 1200 мг/кг. Тому взяли за мету дослідити видові та сортові особливості накопичення нітратів, як коренеплодом редьки, так і його анатомічними частинами.

Вміст нітратів у редьці визначається як зовнішніми (екологічними й антропогенними) факторами, так і внутрішніми, зумовленими фізіологічними особливостями коренеплоду. Тому було доцільно провести порівняльні дослідження ботанічних сортів редьки, поширених на Сході України, на накопичення нітратів. Для дослідження були взяті зразки сорти коренеплодів редьки, вирощені в Інституті овочівництва та баштанництва НААН: Чорна зимова Сквирська, Біла зимова Сквирська, Біла куля, Лебідка, Трояндова, Серце дракона, Маргеланська, дайкон «Біле ікло».

Визначення нітратів здійснювали фотометричним методом. Результати експериментальних досліджень представлені на рис. 1.

На підставі одержаних експериментальних даних, можна зробити висновки, що всі господарсько-ботанічні сорти редьки не перевищують ГДК нітратів 1200 мг/кг. Проте спостерігається значне коливання

концентрації нітратів в дослідних зразках: від 805 мг/кг (Чорна зимова Сквирська) до 1136 мг/кг (Маргеланська). Варто відмітити, що сорти редьки Маргеланська та дайкон «Біле ікло» мають підвищену здатність до накопичення нітратів (1136,0 мг/кг та 1061,0 мг/кг відповідно). Сортові відмінності у накопиченні нітратів обумовлені різною реакцією на умови оточуючого середовища, а також гінетичними особливостями щодо рівня закріплення нітратредуктази та різним строком вегетації сортів редьки.

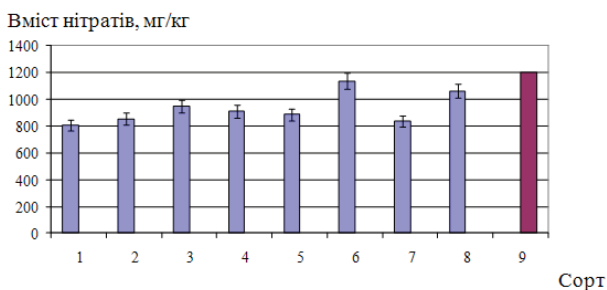


Рис. 1. Сортowa специфіка накопичення нітратів коренеплодами редьки: 1 – Чорна зимова Сквирська, 2 – Біла зимова Сквирська, 3 – Біла куля, 4 – Трояндова, 5 – Лебідка, 6 – Маргеланська, 7 – Серце дракона, 8 – Дайкон «Біле ікло», 9 – ГДК

Наступним етапом було дослідження накопичення нітратів різними анатомічними частинами редьки, оскільки їх роль, з погляду використання для харчових цілей, неоднакова, а питома вага різна, крім того, даних в літературі з цього питання не відображено. Визначення нітратів проводилося у наступних анатомічних частинах коренеплоду редьки: перидерма, камбій, незадерв'яніла паренхіма [12]. Тканинна специфіка накопичення нітратів у коренеплодах редьки різних господарсько-ботанічних сортів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Тканинна специфіка накопичення нітратів у коренеплодах редьки різних господарсько-ботанічних сортів

№ з/п	Господарсько-ботанічний сорт редьки	Концентрація нітратів, мг/кг		
		Перидерма	Камбій	Незадерв'яніла паренхіма
1	Чорна зимова Сквирська	376,0	1025,0	1136,0
2	Біла зимова Сквирська	315,0	1004,0	1221,0
3	Біла куля	389,0	1112,0	1337,0
4	Трояндова	417,0	940,0	1370,0
5	Лебідка	337,0	802,0	1513,0
6	Серце дракона	326,0	934,0	1248,0
7	Маргеланська	517,0	1156,0	1735,0
8	Дайкон «Біле ікло»	524,0	1083,0	1576,0

Експериментальні дані, наведені в табл. 1 показують, що більша частина нітратів накопичується у незадерв'янілій паренхімі коренеплоду (від 1136,0 у сорті Чорна зимова Сквирська до 1735,0 мг/кг у сорті Маргеланська), що у більшій мірі перевищує гранично

допустимі концентрації. Мінімальну кількість нітратів вміщує перидерма (покривна тканина) коренеплоду редьки (від 315 мг/кг у сорті Біла зимова Сквирська до 524 мг/кг у дайкон «Біле ікло»). Що стосується камбію, то ця частина коренеплоду редьки накопичує нітрати в кількості (від 802,0 мг/кг у сорті Лебідка до 1156,0 мг/кг у сорті Маргеланська).

З проведених досліджень можемо відзначити, що нітрати у коренеплодах редьки розподілені досить нерівномірно: більша частина їх накопичення припадає на центральну частину, що можна пояснити тим, що за своїми функціями тканини, у яких було визначено вміст нітратів, різноманітні, вони характеризуються різною анатомічною будовою та різною інтенсивністю та характером метаболічних процесів.

Таким чином, за рівнем накопичення нітратів, анатомічні частини коренеплоду редьки можуть бути розташовані у наступній послідовності: незадерв'яніла паренхіма → камбій → перидерма. Мінімальне накопичення нітратів у перидермі обумовлено тим, що в цій частині коренеплоду міститься велика кількість речовин переважно вуглеводної природи, кількість білків та інших азотовміщуючих сполук в ній менша, що потребує меншої кількості нітрат-іонів для її утворення.

Проведені дослідження коренеплодів редьки різних господарсько-ботанічних сортів дозволяють зробити висновок, що зразки дайкон «Біле ікло» та Маргеланська мають більш високу здатність до накопичення нітратів, а Чорна зимова Сквирська та Серце дракона мають меншу здатність до накопичення нітратів. Можемо припустити, що підвищення концентрації нітратів у деяких сортах редьки пов'язано здебільшого з використанням у сільському господарстві великої кількості добрив.

Також були проведені дослідження щодо вмісту пестицидів (визначення проводили за фосфорорганічним інсектицидом – дурсбан) в господарсько-ботанічних сортах редьки, результати наведені на рис. 2.

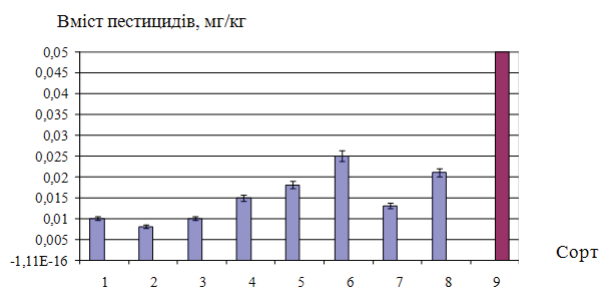


Рис. 2. Сортowa специфіка накопичення пестицидів коренеплодами редьки: 1 – Чорна зимова Сквирська, 2 – Біла зимова Сквирська, 3 – Біла куля, 4 – Трояндова, 5 – Лебідка, 6 – Маргеланська, 7 – Серце дракона, 8 – Дайкон «Біле ікло», 9 – ГДК

Аналіз одержаних даних показує, що вміст пестицидів у всіх дослідних зразках не перевищують ГДК 0,05 мг/кг. Найменшу залишкову кількість пестицидів містять такі господарсько-ботанічні сорти редьки: Біла зимова Сквирська (0,008 мг/кг), Чорна зи-

мова Сквирська та Біла куля (0,010 мг/кг), дещо більша кількість міститься в Серці дракона та Трояндовій (0,013 мг/кг). Найбільша концентрація визначена в зразках дайкон «Біле ікло» (0,021 мг/кг) та Маргеланська (0,025 мг/кг). Але варто відмітити, що всі дослідні зразки, не дивлячись на широкий розбіг вмісту пестицидів, відповідають вимогам ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001.

## 6. Висновки

У результаті дослідження нами виявлені значні коливання вмісту нітратів в окремих господарсько-ботанічних сортах редьки: Серце дракона та Чорна зимова Сквирська накопичують нітратів на 20...30 % менше, ніж Маргеланська та дайкон «Біле ікло», проте жоден зі зразків не перевищує вимоги нормативної документації. Експериментальні дані щодо локалізації нітратів в коренеплоді редьки показують, що більша

частина нітратів накопичується у незадерев'яній паренхімі (запасаюча тканина) - від 1136,0 (Чорна зимова Сквирська) до 1735,0 мг/кг (Маргеланська), що у більшій мірі перевищує гранично допустимі концентрації. Середню кількість нітратів накопичує камбій - від 802,0 мг/кг (сорт Лебідка) до 1156,0 мг/кг (сорт Маргеланська). Мінімальна концентрація нітратів виявлена у перидермі (покривна тканина) коренеплоду редьки (від 315 мг/кг у сорті Біла Зимова Сквирська до 524 мг/кг у дайкон «Біле ікло»).

Крім того, встановлено, що масова частка залишків пестицидів становить від 0,008 мг/кг (сорт Біла зимова Сквирська) до 0,025 мг/кг (редька Маргеланська). За рівнем накопичення пестицидів господарсько-ботанічні сорти редьки можна розташувати у наступній послідовності (від меншого до більшого): Біла зимова Сквирська > Чорна зимова Сквирська > Біла куля > Серце дракона > Трояндовій > Лебідка > дайкон «Біле ікло» > Маргеланська.

## Література

1. Дубініна, А. А. Товарознавчі аспекти підвищення безпеки харчових продуктів [Текст] : монографія / А. А. Дубініна, Л. П. Малюк, Г. А. Селютіна, Т. М. Шапорова, Л. В. Кононенко. – К. : Професіонал, 2005. – 176 с.
2. Амелин, А. А. Накопление нитратов растениями под действием комплекса внешних и внутренних факторов [Текст] / А. А. Амелин, С. Е. Амелина, О. А. Соколов // Агрехимия. – 1996. – № 12. – С. 13–16.
3. Maynard, D. N. Nitrate accumulation in vegetables [Text] / D. N. Maynard, A. V. Barker, P. L. Minotti, N. H. Perk // Ad Agron. – 2006. – Vol. 28. – pp. 71 – 118.
4. Berry, C.G. Pesticides [Text] / C.G. Berry // Human Toxicology. – 1998. – 7, № 5. – pp. 433-436.
5. Toxicological aspects of food Safety [Text] // Food Chemistry. – 1993. – № 11. – pp. 339-346.
6. Cancer risk of pesticides in agricultural workers [Text] // F. Amer. Med. Ass. – 1998. – 260, № 7. – pp. 959-966.
7. Голубаев, В. Н. Распределение нитратов в сырье и в продуктах его переработки [Текст] / В. Н. Голубаев, В. А. Соколов, Е. Г. Неструева, Е. В. Гунар // Пищевая промышленность. – 1992. – № 9. – С. 23 – 25.
8. Дубинина, А.А. Влияние различных факторов на содержание нитратов в моркви [Текст] / А.А. Дубинина, Т.Н. Шапорова, В.Е. Прокудина, Р.Я. Томашевская // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічна обґрунтованість у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі: Зб. наук. пр. – Харків: ХДАТОХ, 1998. – Ч. 1. – С. 241-244.
9. Дубініна, А.А. Дослідження токсичних речовин та локалізація їх у столовому буряку [Текст] / А. А. Дубініна, Н. М. Пенкіна, Л. М. Беляєва // Товари і ринки. – 2007. – С. 146-152.
10. Дубініна, А.А. Визначення залишків фосфорорганічних пестицидів та синтетичних пиретроїдів в огірках [Текст] / А.А. Дубініна, Г.А. Селютіна, В.І. Білоус // Вісник Харківського національного університету сільського господарства ім. П.Василенка. – Харків, 2009.
11. Зеленин, В. М. Динамика содержания нитратов [Текст] / В. М. Зеленин // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 5. – С. 59 – 60.
12. Эззау, К. Анатомия семенных растений [Текст] / под ред. акад. А.Л. Тахтаджяна. – М.: Мир, 1980. – В 2 томах, Т. 2. – С. 441-446.