

УДК 631.842:635.15

## СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ НІТРАТІВ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ ПІГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСУ КОРЕНЕПЛОДІВ РЕДЬКИ

Селютіна Г.А., Гапонцева О.В.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Досліджені закономірності зниження нітратів коренеплоду редьки залежно від виду та термінів обробки. Підібрано оптимальні концентрації солей та кислот, які дозволяють одночасно низити нітратне забруднення та стабілізувати пігментний комплекс сировини. За експериментальними даними встановлено раціональний спосіб попередньої обробки подрібнених коренеплодів, що дозволить одержати високоякісну та безпечну продукцію з редьки.

**Ключові слова:** нітрати, пігментний комплекс, зниження нітратів, коренеплоди, редька.

**Постановка проблеми.** Постійне погіршення екологічної ситуації, розширення використання хімікатів у сільському господарстві супроводжується збільшенням надходження токсичних сполук у ґрунт, воду і повітря, які здатні включатися в біогеохімічні цикли і накопичуватися в харчових продуктах рослинного походження, створюючи загрозу здоров'ю людини [1; 2]. Відомо, що середньостатистичне споживання коренеплодів (моркви, столового буряку, редису, редьки, селери тощо), які, відносяться до продуктів з підвищеною здатністю до накопичення токсичних речовин з навколишнього середовища, становить 40...45 кг на рік на одну особу [3]. Тому здійснення нагляду за показниками безпеки коренеплодів, а також пошук ефективних шляхів зниження кількості нітратів в овочевих продуктах є актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зважаючи на поширеність проблеми забруднення овочевої сировини нітратами вчені систематично розробляють шляхи зниження їх кількості. Встановлено, що залежно від видів та режимів технологічної переробки змінюється кількість нітратного азоту в готовому продукті, адже за цих умов відбувається швидке руйнування фермен-

тів у продукції і загибель мікроорганізмів, що зупиняє подальше перетворення нітрату в нітрит [4]. Як правило, попередня підготовка продукції (очищення, миття) знижує кількість нітратів у овочевій сировині на 3...25%. Залежно від подальшого способу переробки коренеплодів кількість нітратів знижується неоднаково. Дослідженнями [5] показано, що під час варки картоплі у воді рівень нітратного азоту знижується на 40...80%, на пару — на 30...70%, під час жаріння в рослинній олії — на 15%, у фритюрі — на 60%. Під час варіння моркви та столового буряку концентрація нітратів знижується в 2 рази. Найбільшу їх кількість втрачає в процесі варіння капуста — майже 60%. Неочищені морква, буряк і картопля втрачають приблизно однакову кількість нітратів — 17...20% [6].

За попереднього замочування овочевої сировини в 1%-их розчинах хлористого калію і аскорбінової кислоти ступінь нітратного забруднення знижується до 90% (залежно від виду овочевої культури та ступеню порібнення). Маринування та ферментування овочів сприяє зниженню нітратів до 65%. Менш ефективними способами обробки коренеплодів є: заморожування, під час якого рівень нітратів залишається сталим.

А сушіння та уварювання призводять до їх збільшення [4; 7].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Важливим питанням під час переробки редьки є пошук шляхів зниження вмісту нітратів, адже наші попередні дослідження підтверджують, що коренеплоди накопичують значну кількість цих шкідливих речовин саме в незадерев'янілій паренхімі, яка використовується в їжу.

Видалення токсикантів з сировини значною мірою залежить від ступеня їх доступності для екстрагенту і міцності зв'язування структурами клітин. Багаторічними науковими дослідженнями доведено, що нітрати – стійкі речовини й погано руйнуються за теплової обробки, але добре вимиваються водою та водними розчинами різних солей та кислот. Тому нами було обрано як спосіб видалення надмірної кількості нітратів подрібнення коренеплодів та їх вимочування у кислотньо-сольовому розчині. Складні багатостадійні біохімічні реакції, що виникають під час порушення цілісності рослинних клітин та тривалої взаємодії з розчинами, викликають потемніння або знебарвлення рослинної тканини. Тому розробка ефективного методу зниження кількості нітратів, з одного боку, та стабілізація пігментного комплексу сировини, з іншого, – є актуальним завданням під час розробки нових продуктів з редьки.

**Мета статті.** Метою даної статті було визначення оптимальних режимів обробки сировини, які дозволять максимально знизити концентрацію нітратів та матимуть стабілізуючу дію відносно пігментного комплексу коренеплодів.

**Виклад основного матеріалу.** Проведені попередні дослідження вмісту нітратів у 8 господарсько-ботанічних сортах редьки, поширених в Східній Україні, показали, що Маргеланська відрізняється підвищеним здатністю до накопичення цих контамінантів. В той час сорт Серце

дракона містить середню кількість нітратів, проте має значний вміст антоціанових речовин, які легко екстрагуються та руйнуються під дією різноманітних факторів. Також під час подрібнення редьки відбувається потемніння рослинної тканини, яке обумовлено наявністю в ній лейкоантоціанів та катехінів, оскільки характерною рисою цих сполук є легке окислення із утворенням високореактивних проміжних продуктів типу семихінонних радикалів або орто-хінонів.

З літературних джерел відомо, що для стабілізації антоціанових пігментів використовують дубильну кислоту, катехіни чаю, солі лужного металу, придатні для харчових цілей (хлорид натрію, калію або кальцію), патоку, цукор, танін, 2% харчової кислоти і 10% цукру від маси сировини [8; 9].

Значними стабілізуючими властивостями пігментного комплексу плодово-овочевої сировини володіють такі кислоти: ацетилсаліцилова, лимонна, аскорбінова і сорбінова, а також галова кислота в поєднанні з дубильною кислотою і рутином, соляна, ортофосфорна кислоти. Також відомий спосіб стабілізації червоних пігментів шляхом ацилювання і метилування антоціанів сумішшю оцтового ангідриду і ортофосфорної кислоти або йодистим метилом в розчині ацетону [10].

Зважаючи, що такі речовини як хлориди калію та кальцію, а також лимонна, аскорбінова та молочна кислоти є безпечними та дозволяються до використання у харчових цілях в необмеженій кількості (згідно з санітарно-гігієнічними вимогами), нами, з метою зниження нітратів та стабілізації пігментного комплексу редьки, було обрано: хлорид калію, хлорид кальцію, аскорбінову (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>), лимонну та молочну кислоти.

Першим етапом дослідження було порівняння впливу обраних речовин на вміст нітратів та барвних речовин редьки (рис. 1-3). Згідно усереднених літературних даних [9] обирали наступні

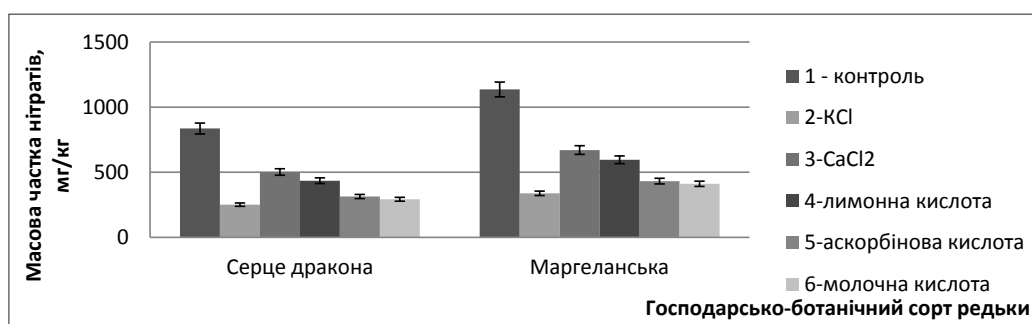


Рис. 1. Залежність вмісту нітратів у коренеплодах редьки від виду добавок

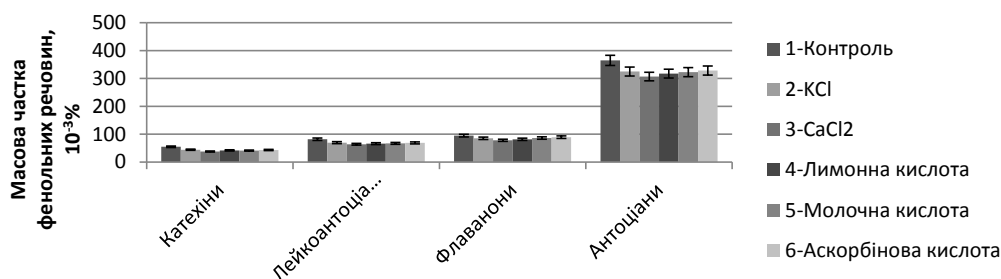


Рис. 2. Залежність вмісту фенольних речовин редьки сорту Серце дракона від виду добавок

концентрації речовин: солі KCl та CaCl<sub>2</sub> – 1,5%, кислот лимонної, аскорбінової та молочної – 3%. Коренеплоди редьки після очищення від шкірочки та миття, подрібнювали на кубики з розміром граней 20 мм, піддавали вимочуванню протягом 20 хв. у кожному дослідженому розчині окремо.

У результаті дослідження встановлено, що обробка редьки обраними солями та харчовими кислотами сприяє зниженню кількості нітратів. Проте варто відмітити, що вимочування у розчині KCl дозволяє знизити рівень нітратного забруднення більш ніж на 70% від початкового їх вмісту, порівняно з розчином CaCl<sub>2</sub>, що зменшує кількість токсикантів тільки на 40%. Серед кислот більш ефективною є аскорбінова, розчин якої сприяє виведенню до 65% нітратів. Молочна та лимонна кислоти також сприяють виведенню токсикантів, проте їхня дія слабша за аскорбінову.

Також в процесі обробки редьки розчинами солей калію та кальцію, лимонної, аскорбінової та молочної кислотами контролювали вміст фенольних речовин – катехинів, лейкоантоціанів, флавонолів, а для сорту Серце дракона – додатково і кількість антоціанів.

Встановлено, що солі калію мають вищу стабілізуючу активність фенольного комплексу сировини, ніж солі кальцію. Так, під час використання першої збереженість катехинів редьки становить майже 81%, лейкоантоціанів – 86%,

флавонолів – 90%, антоціанів у сорті Серце дракона – 89%. Розчину хлориду кальцію зберігають катехіни до 69%, лейкоантоціанів – близько 78%, флавонолів – до 83%, антоціанів – 84%.

Використання кислот також має значний стабілізуючий ефект фенольних речовин редьки. Так, під час використання лимонної кислоти вміст катехинів зберігається до 76%, лейкоантоціанів – 80% та флавонолів – на 86% для обох сортів редьки. Деяко вищу стабілізуючу активність виявляє молочна кислота: катехіни зберігаються майже на 75%, лейкоантоціани – близько 82%, флавоноли – до 92%. Найбільшу стабілізуючу дію на фенольний комплекс редьки має аскорбінова кислота, використання якої забезпечує збереженість катехинів майже на 79%, лейкоантоціанів – 84%, флавонолів – на 94%. Варто відмітити, що така ж закономірність простежується й на стабілізацію антоціанів редьки Серце дракона – лимонна кислота зберігає 87%, молочна кислота – 88,4%, аскорбінова кислота – 90% від початкового вмісту.

Таким чином, для обробки коренеплодів редьки з метою зниження нітратів та стабілізації пігментного комплексу нами було обрано хлорид калію та аскорбінову кислоту.

Встановлення оптимальних концентрацій цих речовин та тривалості обробки, які дозволять максимально знизити рівень токсичного

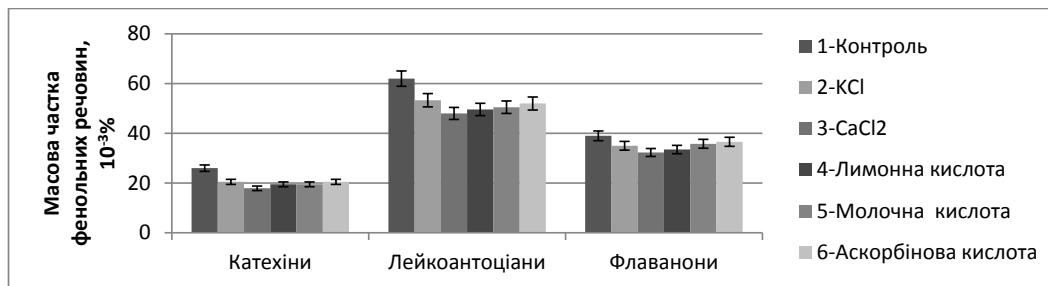


Рис. 3. Залежність вмісту фенольних речовин редьки сорту Маргеланська від виду добавок

Таблиця 1

**Матриця експерименту з дослідження параметрів обробки коренеплоду редьки Серце дракону та Маргеланської (n=5, P≥0,95)**

Фактори процесу обробки			Господарсько-ботанічний сорт редьки Серце дракона					Господарсько-ботанічний сорт редьки Маргеланська			
C KCl, % у Розчині	C C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub> , % у розчині	Час обробки, хв.	Масова частка, мг/кг					Масова частка, мг/кг			
			Нітрати	Катехіни	Лейкоантоціани	Флавоноли	Антоціани	Нітрати	Катехіни	Лейкоантоціани	Флавоноли
1,0	3	20	272,61	45,7	61,5	80,6	291,8	354,50	18,7	54,7	33,5
1,5	3	20	175,84	52,2	79,8	90,0	354,2	204,48	20,5	60,2	37,1
2,0	3	20	176,12	51,7	77,2	84,3	348,5	207,80	20,2	58,8	34,9
2,5	3	20	180,00	48,6	64,6	81,1	337,0	210,00	19,4	53,0	34,2
1,5	1	20	267,62	42,1	69,4	79,0	331,6	340,00	18,6	47,0	27,8
1,5	2	20	221,14	50,9	71,5	84,7	350,0	289,46	19,6	58,3	31,6
1,5	3	20	175,82	52,2	79,8	90,0	354,2	204,48	20,5	60,2	37,1
1,5	4	20	176,80	48,5	77,2	82,6	341,4	206,00	20,1	54,1	34,4
1,5	3	10	404,50	43,4	70,0	79,3	320,6	498,72	18,5	55,6	29,8
1,5	3	20	175,81	52,2	79,8	90,0	354,2	204,48	20,5	60,2	37,1
1,5	3	30	150,54	51,0	78,2	82,4	346,8	199,25	20,4	59,3	35,7
1,5	3	40	149,00	46,5	76,5	75,2	329,0	197,64	18,4	56,7	29,2
Контроль (коренеплід без обробки)			836,00	55,0	82,0	95,0	365,0	1136,00	26,0	62,0	39,0

збруднення та зберегти природній колір сировини, проводили за допомогою багатофакторного експерименту (табл. 1). Інтервал часу обробки складав 10...40 хв, діапазон концентрацій солей – 1,0...2,5%, кислот – 1,0...4,0%. Критерії ефективності обробки – вміст нітратів та барвних речовин фіксували кожні 10 хв. Як контроль було обрано відповідні сорти редьки без обробки (табл. 1).

Аналіз таблиці свідчить, що використання водного розчину KCl та  $C_6H_8O_6$  дозволяє знизити вміст нітратів у коренеплодах редьки на 51...82,6% та має стабілізуючу дію на фенольний комплекс сировини. Аскорбінова кислота стримує окислення фенольного комплексу за рахунок приєднання до себе молекули кисню, а високомобільна калієва сіль, проникаючи в рослинні клітини, попереджає окисно-відновні реакції. Зважаючи на це раціональна концентрація обраної солі складає 1,5...2,0%, а кислоти 3,0...4,0%. Підвищення концентрацій реагентів недоцільне з погляду їх витрати.

Встановлено також, що оптимальним часом вимочування редьки в стабілізуючому розчині є

20...30 хв, при цьому відбувається максимальне зниження нітратів та збереження фенольних речовин. Подовження часу обробки до 40 хв є недоцільним, оскільки, з одного боку, відбувається подальше незначне зниження вмісту нітратів (менш ніж 4%), а з іншого – відбувається втрата фенольних речовин, що є небажаним.

**Висновки і пропозиції.** Таким чином, за проведеними експериментальними дослідженнями встановлено, що оптимальним способом обробки редьки є витримування подрібнених коренеплодів протягом 20...30 хв у стабілізуючому водному розчині KCl (1,5...2,0%) та  $C_6H_8O_6$  (3,0...4,0%). Це дозволить знизити кількість нітратів на 82% та стабілізувати пігментний комплекс редьки: катехіни зберігаються до 94,9%, лейкоантоціани – 97,3%, флавоноли – 95,1%, антоціани – 97,0% від початкового вмісту необробленої сировини. Запропонований спосіб дозволяє суттєво покращити споживні властивості продуктів переробки редьки та допоможе отримувати продукцію не тільки з високими органолептичними характеристиками, збалансованим хімічним складом, біологічною цінністю, а й абсолютно безпечно.

## Список літератури:

1. Донченко Л.В., Надикта В.Д.: Безопасность пищевой продукции [Текст] / Л.В. Донченко, В.Д. Надикта // 4-е изд. – М.: ДеЛи принт, 2005. – С. 539.
2. Кодекс Алиментарийс. Гигиена пищевых продуктов. Базовые тексты. Пер. с англ. 2006 г. М.: Издательство «Весь Мир», 76 с.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М.: ИНФРА-М, 2002 – С. 64-75.
4. Fletcher, J. R. Effect of cooking on the nitrate levels in vegetables / J. R. Fletcher // Nutr. Health. 1987. – № 5 (1-2). – P. 61-63.
5. Variquaux, P. Tichital note: loss of nitrate from carrots during / P. Variquaux, F. Variquaux, L. Tichit // J. Food Technol. 1986. – Vol. 21. – P. 401-407.
6. Мониторинг нітратів та заходи щодо їх зменшення у рослинній продукції / В. Д. Ганчук, М. Г. Христіансен, О. М. Бутенко [та ін.] // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 6(60). – С. 47-49.
7. Трухина Т.Д. Нитраты, нитриты и пути снижения их содержания в овощах. Азотсодержащие соединения и их влияние на организмы // Химия, 2001. – № 31. – С. 21-22.
8. Скорикова Ю.Г. Полифенолы плодов и ягод и формирование цвета продуктов / Ю.Г. Скорикова. – М.: Пищевая пром-сть, 1973. – 232 с.
9. Малюк Л.П. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии полуфабрикатов многофункционального назначения из растительного сырья: дисс. докт. техн. наук : 05.18.16. – Харьков, 1995. – 770 с.
10. Дубініна А.А. Наукове обґрунтування формування споживних властивостей фортифікованих паст із фруктів та овочів : дис. докт. техн. наук : 05.18.15 / Антоніна Анатоліївна Дубініна. – Х., 2014. – 395 с.

**Селютина Г.А., Гапонцева О.В.**

Харьковский государственный университет питания и торговли

## СПОСОБ СНИЖЕНИЯ НИТРАТОВ И СТАБИЛИЗАЦИИ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА КОРНЕПЛОДОВ РЕДЬКИ

### Аннотация

Исследованы закономерности снижения нитратов корнеплода редьки в зависимости от вида и сроков обработки. Подобраны оптимальные концентрации солей и кислот, которые позволяют одновременно снизить нитратное загрязнение и стабилизировать пигментный комплекс сырья. По экспериментальным данным установлено рациональный способ предварительной обработки измельченных корнеплодов, что позволит получить высококачественную и безопасную продукцию из редьки.

**Ключевые слова:** нитраты, пигментный комплекс, снижение нитратов, корнеплоды, редька.

**Seljutina G.A., Gapontseva O.V.**

Kharkiv State University of Food Technology and Trade

## **THE METHOD OF REDUCING NITRATES AND STABILIZATION PIGMENT COMPLEX OF RADISH ROOTS**

### **Summary**

The laws reduction nitrates radish root crops, depending on the type and timing of treatment. The optimum concentration of salts and acids that can simultaneously reduce nitrate pollution and stabilize the complex pigment raw materials. The experimental data set rational way pretreatment crushed roots, which will result in high-quality and safe products with radish.

**Keywords:** nitrates, pigment complex, reduced nitrate, root vegetables, radish.