

**ДИНАМІКА НАКОПИЧЕННЯ НІТРАТІВ У БУЛЬБАХ РАННЬОСТИГЛИХ СОРТІВ КАРТОПЛІ
ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ**

Андрій ДАРМАНСЬКИЙ, аспірант, ORCID: 0009-0004-1363-9302

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна
e-mail: darmanskiy.iagro@gmail.com

Завдяки інтенсифікації складових виробництва і залучення нових елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, вміст нітратів у продукції рослинництва та відповідно продуктах, що виробляються, часто перевищує допустимі граничні концентрації. Основним чином нітрати до людського організму надходять з овочами, фруктами та ягодами і на їх частку припадає близько 70 % добової дози, решта потрапляє з водою та іншими продуктами. Метою дослідження було визначити вплив системи удобрення та величини посадкової фракції на адаптивні властивості та накопичення вмісту нітратів у бульбах ранньостиглих сортів картоплі в умовах південної частини Західного Лісостепу України. У статті наведено результати комплексної оцінки сортів картоплі ранньостиглих сортів Спас та Слаута за вмістом нітратів і їх вміст коливалися відповідно кожного окремо взятого сорту, а частка становила від 68,4 до 109,5 мг/кг сирої ваги. Максимальні показники вмісту нітратів у сорту картоплі Спас відмічено на варіанті з внесенням мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ + стимулятор росту нова-Марін + мікродобрива нова-Макро і за висадки бульб величиною 28-40 мм склав у середньому за три роки проведення досліджень 84,3 мг/кг, а за висадки бульб величиною 40-60 мм найвищим показник був на варіанті з внесенням $N_{90}P_{90}K_{120}$ + стимулятор росту нова-Марін і становив – 75,7 мг/кг. У сорту Слаута найвищі показники відмічено за внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ + стимулятор росту нова-Марін + мікродобрива нова-Макро та посадки бульб обох фракцій і склав відповідно – 108,5 та 109,5 мг/кг сирої наважки. Окремим висновком що впливає з отриманих результатів проведеного дослідження є те, що задля поліпшення якості картоплі можливо застосувати такі чинники, як правильний вибір сорту для задоволення вимог щодо вмісту сухої речовини та удосконалені елементів технології вирощування.

Ключові слова: картопля, величина посадкової фракції, живлення, стимулятор росту, мікродобриво, нітрати.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons

Вступ

Здоров'я людини переважно залежить від впливу факторів зовнішнього природного середовища і якості харчових продуктів, що вона споживає. Безвідповідальне, споживацьке відношення людини до біосфери призводить до того, що рослинний та тваринний світи також стають небезпечними по відношенню для неї. У процесі обробки сировини до готової продукції виникають екологічні проблеми, що обумовлюють безпеку харчування. Безпечність продуктів харчування є важливим, актуальним і невідкладним завданням не лише науковців, а й безпосередньо виробників у господарствах, виробників продуктів та контролюючих державних органів. Безпека продуктів повинна зводитись до відсутності шкідливого впливу на здоров'я людини внаслідок споживання (Andrews M, 1986; Hanchuk V.D., 2012).

Азот є необхідним елементом для всіх життєвих форм. У процесі обігу азоту в природному середовищі за час розщеплення білкових форм та інших азотовмісних речовин проходить процес виділення аміаку. Нітрифікуючі бактерії окиснюють його до нітратів, а ті, в свою чергу, перетворюються на нітрити, а в подальшому під дією денітрофікуючих бактерій останні знову

перетворюються на азот, який знову ж таки потрапляє до атмосферного середовища. У ґрунт азот потрапляє чи надходить за внесення різних видів добрив, рослинними та кореневими залишками, солями з амонійним та азотнокислим складом, які містяться в талій (сніговій) та дощовій водах (Kostenko E. E. et al., 2020; Panasenko T.V. & Krasnorutska K.I., 2016).

Нітрати – це природні продукти обміну всіх рослин без яких неможливий процес їхнього повноцінного росту і розвитку. Слід відзначити, що неконтрольоване застосування азотних добрив може призвести до накопичення у продуктах рослинного походження їх необмеженого рівня (Zhou Z.Y., 2000). Аналіз літературних джерел, як вітчизняних, так закордонних, вказує на те, що на сьогодні рівень забруднення сировини рослинного походження, нітратами - високий. До основних факторів, що спонукають накопиченню нітратів в продукції овочівництва, відносяться такі чинники: метеорологічні фактори, агротехнічні умови, рівень родючості ґрунтів, сортові ознаки (Panchenko T. I. & Mandebura S.V., 2018).

Науковцями ряду установ проведено дослідження овочів, що районовані у східних

регіонах України, на предмет накопичення умісту токсичних речовин, залежно від їх видової та сортової належності (картопля, морква, буряк, гарбуз, перець, кабачки, томати, ревіль, агрус та т. і.). Ці дослідження дали змогу виявити найбільш «безпечні» сільськогосподарські культури та сорти, а вивчення закономірностей надходження і накопичення в рослинах нітратів є необхідним для правильного обґрунтування розробки заходів, що знижують їхній вміст у готовій продукції (Kharitonov M. M., et al., 2015).

Рядом науковців охарактеризовано токсичну дію нітратів і встановлено, що перевищення їх допустимого рівня викликає інтоксикацію організму людини (Shutyuk V et al., 2015; Panasenکو T. V. & Krasnorutska K. I.,), Проведення експериментальних досліджень показало, що кількісне визначення вмісту нітрат-іонів у продуктах харчування рослинного походження дало результати перевищення ГДН в 2,5 рази у помідорах, які вирощені в тепличних умовах. Вченими інституту екології і токсикології імені Л. І. Медведя та Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця було досліджено вміст нітратів, нітритів і нітрозоамінів у харчових продуктах і раціонах та визначено параметри їх токсичності для людського організму, а також встановлено, що у випадку тривалого вживання забруднених нітратами овочів розвивається хронічна інтоксикація. Під час вживання продуктів з підвищеним вмістом нітратів в організм людини надходять не тільки нітрати, але й їх метаболіти: нітрити і нітрозо сполуки (Smolyar V. I. et al., 2007).

Ряд зарубіжних науковців стверджують, що технологічна обробка рослинної продукції сприяє зменшенню в ній накопичених нітратів. Такі заходи, як промивання та механічне очищення овочів знижує їх вміст на 3–10%, вимочування – на 20–30 %, варіння або ж термічна обробка – на 20–80 %, хоча при цьому смаження – лише на 10 %, а квашення, консервування чи маринування – на 50–70 %. За їхніми ж даними, Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) встановила допустиму дозу нітратів – 5 мг/кг ваги людини, хоча в нашій державі допустимі норми до нітратів менш жорсткі відносно європейських (Anjana, Umar S. et al., 2007; Santamaria P., 2006).

Основними чинниками, що впливають на надмірне накопичення вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції є неконтрольоване застосування високих доз азотних добрив з метою отримання максимально швидкої вигоди, незадовільне та неякісне проведення підготовчих робіт щодо їх внесення, що в свою чергу призводить до нерівномірного розподілу азотних добрив на поверхні поля, надмірне підживлення культур азотом, порушення балансового співвідношення між азотом, фосфором і калієм, низький рівень культури землеробства і низька технологічна дисципліни за проведення польових робіт, ігнорування і

недотримання науково обґрунтованих сівозмін та відсутність сортової політики і переважання монокультури, низька ефективність впровадження наукових розробок у практику та відсутність належного ефективного контролю як за ходом виконуваних робіт, так і за якістю кінцевого продукту (Tsyganenko O. I., 2005; Chen B. M. et al., 2004).

Добрива, що вносяться в надмірних кількостях (понад 16–18 т/га сівозміни) з урахуванням і мінеральних, спричиняють до нагромадження нітратів у кінцевій продукції. Ще одним негативним чинником є те, що за тривалого зберігання продукції рослинництва з накопичених нітратів утворюються нітрити, які є більш токсичними і небезпечними для споживачів, ніж нітрати (Opol N. I. & Dobryanskaya E. V., 1986).

Дослідження щодо накопичення нітратів в основному проводили з плодоовочевою продукцією (борщовий набір та ряд кісточкових плодів культур). Вміст нітратів у овочах та показники допустимих меж коливаються залежно від термінів збирання врожаю, місцевості і кліматичних умов, структури ґрунту і його вологості. Але найбільш важливим агротехнічним чинником є методи і кількість внесення азотних добрив під кожен окремо виділену культуру (Barvinchenko V. I., 2004).

На вміст нітратів в овочах впливає тип та гранулометричний склад ґрунту. На важких ґрунтах через їх спроможність високого ступеню поглинання азоту нітратів накопичується значно більше. Досліджено, що стосовно ґрунтів із низьким вмістом фосфору, калію та основних мікроелементів дози внесення азотних добрив зменшують, а для дуже кислих (рН, KCL < 4) і зі значним вмістом мінерального азоту їх використання взагалі не рекомендоване та заборонено (Doroguntsov S. I., 2005; Santamaria P., 1999).

Аналіз вітчизняної та закордонної літератури свідчить, що нині час рівень забруднення рослинної сировини нітратами є доволі високим, а тому проведення досліджень в цьому напрямку мають актуальність там наукову новизну.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на полях приватного підприємства «АВС-АГРО», що розміщене у селі Кугаївці Чемеровецького району Хмельницької області. Попередником картоплі були озимі зернові з післяжнивним посівом сидеральних сумішок (гірчиця біла, ріпак та жито).

У ґрунтовому покриві господарства, переважають чорноземи глибокі малогумусні, в значно меншій кількості чорноземи сильно реградовані сірі і в невеликій кількості – чорноземи слабореградовані, на яких вирощуються всі сільськогосподарські культури.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземами глибокими малогумусними середньосуглинковими. Його орний

шар (0-30 см) має такі агрохімічні показники: вміст гумусу (за Тюрнімом) 4,42 %, рН сольової витяжки – 6,5, гідролітична кислотність – 1,44 мг/екв./100 г, сума обмінних основ – 35,2 мг/екв./100 г, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 12,0 мг/100 г, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим), відповідно, 17,1 і 17,8 мг/100 г ґрунту. Рухомих форм бору (за Бергером і Труогом) – 6,3 мг/100 г, марганцю – 246 мг/100 г, міді – 2,1 мг/100 г, цинку – 4,7 мг/100 г, кадмію – 0,6 мг/100 г, свинцю – 6,2 мг/100 г ґрунту. Глибина гумусово-елювіального горизонту досягає 120 см, перехід до ілювіального горизонту поступовий, гумусове забарвлення втрачається з глибиною.

Порівняно з іншими чорноземами, дуже глибокі та глибокі мають найбільшу зритість, що і обумовлює таку розтягнутість гумусового горизонту в порівнянні з середньо-забезпеченими. Рухомість фосфатів знаходиться в оберненій залежності від насиченості ґрунту основами.

Глибокий гумусний горизонт із зернисто-грудкуватою структурою обумовлює сприятливий водно-повітряний режим ґрунту – аерацію, високу вологоємність та добру водопроникність. Ґрунт добре окультурений, насичений гідроксидами кальцію і магнію. Агрохімічний бал – 74. Еколого-агрохімічний бал – 69. Реакція ґрунтового розчину нейтральна.

За природно-кліматичними умовами південна частина Західного Лісостепу є сприятливою для вирощування ранньостиглих сортів картоплі. Проте, навіть в межах однієї області створюються метеорологічні умови, які можуть обумовити різницю врожайності за роками, тому що на її формування істотний вплив має не лише оптимальна кількість опадів, а їх розподіл за місячними нормами в період росту і розвитку рослин картоплі. Адже за останні роки за вирощування картоплі, буває так, що в період найбільшої потреби рослин у вологості опади не випадають, або навпаки – випадають в той час, коли рослинам картоплі волога вже менш потрібна.

Дослідження проводили з метою агробіологічного обґрунтування урожайності ранньостиглих сортів картоплі в умовах південної частини Західного Лісостепу України, з урахуванням потреб адаптації технологій до змін клімату та завдань сталого розвитку виробництва аграрної продукції. Досліди закладали за трьохфакторною схемою з вивченням впливу:

- 1) сортових особливостей (сортів Спас та Слаута);
- 2) фракція садивних бульб (28-40 та 40-60 мм);
- 3) застосування основного живлення в сукупності стимулятором росту (нова-Марін) та основного живлення та стимулятора росту і мікродобрива (нова-Марін та нова-Макро).

Характеристика сортів картоплі. **Спас** - дуже урожайний ранній сорт столової картоплі

селекції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, що підготовлено до передачі на Державну науково-технічну експертизу. Сорт підходить для вирощування в усіх природних зонах нашої країни, найкраще стосовно ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу. Ранню картоплю можна копати вже в другій половині червня-початку липня. Сорт картоплі раннього терміну досягання - до 60-65 днів від появи сходів до збирання; для свіжого споживання і зимового зберігання; кущі - середнього розміру, утворюють в середньому 10-12 бульб округлої форми зі шкіркою рожевого забарвлення з світлим забарвленням вічка та світло-кремового кольору м'якушем, що містить до 16,0 % крохмалю; дуже висока врожайність - до 400-450 кг з 1 сотки, хороші смакові якості - 8,6 балів з 10 можливих, середньорозваристий сорт, при кулінарній обробці м'якуш не темнішає, придатний для картоплі-фрі; сорт картоплі стійкий до нематоди, фітофторозу та інших захворювань; добре переносить механізоване збирання врожаю, транспортування та зберігання.

Слаута - дуже урожайний ультраранній сорт столової картоплі селекції Інституту картоплярства НААН. Сорт підходить для вирощування в усіх природних зонах нашої країни - найбільш ранню картоплю можна копати вже в червні, а в південних областях сорт можна вирощувати і як двоврожайну культуру. Сорт картоплі раннього терміну досягання - 55-60 днів від появи сходів до збирання; для свіжого споживання і зимового зберігання; кущі - середнього розміру, утворюють в середньому 10 бульб, копати на їжу можна вже в другій половині червня/липні; бульби - округлої форми зі шкіркою червоного забарвлення і кремового кольору м'якушем, що містить до 15,4 % крохмалю; дуже висока врожайність - аж до 500 кг з 1 сотки, хороші смакові якості - 8,6 балів з 10 можливих, середньорозваристий сорт, при кулінарній обробці м'якуш не темнішає; сорт картоплі стійкий до нематоди, фітофторозу та інших захворювань;

Характеристика стимулятора росту та мікродобрива, що включено у проведення досліджень. **Нова-Марін** - комплексний біостимулятор-антистесант на основі екстракту водорості *Ascophyllum nodosum* та амінокислот рослинного походження. Збагачений макро- та мікроелементами. Норми внесення для овочевих культур - 1-2 л/т насіннєвого матеріалу.

Дія та фізіологічний вплив на рослину: стимулювання ферментативної та фотосинтетичної активності; стимуляція ділення, росту та диференціації клітин; активація росту кореневої системи; підвищення загальної стресостійкості, ефективний захист від дії посухи та високих температур; підвищення ефективності внесених добрив; активація природного захисту рослин від патогенів; подолання різних видів стресу;

підвищення врожайності та якості продукції рослинництва.

Як складова стимулятора росту, водорості *Ascophyllum nodosum* - цей вид був зустрічається в Європі в Ірландії, на Фарерських островах, в Норвегії, у Великій Британії і на острові Мен, в Нідерландах, в Північній Америці в затоці Фанді, Новій Шотландії. Він також був зареєстрований як випадкове явище поблизу Сан-Франциско, Каліфорнія, але був викорінений як потенційний інвазивний вигляд. Водорість схильна до впливу екстремальних погодних умов і здатна рости як при високих так і низьких температурах (-20 °C взимку до + 40 °C влітку).

Ascophyllum nodosum збирається для використання в альгінатах, добривах та виробництві борошна з морських водоростей для споживання тваринами та людьми. Він тривалий час використовувався як органічне та основне добриво для багатьох сортів сільськогосподарських культур через його поєднання як макроелементів (N, P, і K), так і мікроелементів (Ca, Mg, S, Mn, Cu, Fe, Zn тощо). Він також містить цитокиніни, ауксин-подібні гібереліни, бетаїни, маніт, органічні кислоти, полісахариди, амінокислоти та білки, які є дуже корисними і широко використовуються в сільському господарстві.

Мікродобриво нова-Макро - висококонцентроване фосфорно-калійне добриво з фунгіцидним ефектом, що містить фосфор і калій у спеціальній формі, надзвичайно доступний для рослин. Призначене для швидкого усунення дефіциту макро- та мікроелементів у рослині та покращення засвоєння елементів живлення з ґрунту. Рекомендована норма витрат добрива – 1-2 л/га.

Дія препарату: ліквідація дефіциту мікроелементів; підвищення ступеню засвоєння поживних речовин; корегування системи удобрення рослин у разі дефіциту в ґрунті важливих мікроелементів, а також в інтенсивних технологіях за вирощування високих врожаїв; активація біологічної активності рослин у відповідальні періоди росту і розвитку для формування максимально можливої урожайності.

Технологія вирощування картоплі – загальноприйнята стосовно зони Західного Лісостепу, основне живлення – нітроамофоска ($N_{16}P_{16}K_{16}$) збалансована калімагnezією ($K_{28}Mg_8S_{15}$). Протягом вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження, відмічали всі фази росту рослин картоплі. Проведені дослідження відповідають нормам Держстандартів України й вимогам ISO-17025 та виконано з використанням методичних підходів відповідно до міжнародних практик. Закладка варіантів дослідження, площа ділянок за обліковими параметрами, їх повторність проведено згідно: «Картоплярство: методика дослідної справи», «Методичних рекомендацій по вивченню вихідного селекційного матеріалу сільськогосподарських культур», «Методичних

рекомендацій щодо проведення досліджень з картоплею».

Результати та обговорення

Рання (молода) картопля є одним із перших весняно-літніх «делікатесів», проте вона часто викликає занепокоєння через ризик пов'язаний з накопичення потенційно високого вмісту нітратів, що зумовлене як біологічними особливостями розвитку бульб, так і окремими елементами технології їхнього прискореного вирощування.

Максимальна концентрація нітратів у рослинах, а саме у бульбах картоплі спостерігається в період їхнього активного росту. У недозрілих овочах і ранній картоплі рівень цих сполук зазвичай вищий, ніж у бульбах, які досягли повної фізіологічної зрілості восени. Основні фактори накопичення включають такі чинники, як надлишкове живлення, а саме - для отримання надраннього врожаю аграрії часто вносять великі дози азотних добрив та обмежений доступ сонця та тепла - ранню картоплю часто вирощують у теплицях або під агроволокном. За умов недостатнього освітлення та низьких температур природні процеси переробки нітратів у безпечні амінокислоти суттєво сповільнюються.

Дослідженнями проведеними в 2024-26 рр. встановлено, що показники накопичення нітратів у сорту Спас коливались в середньому у межах 64,2-84,3 мг/кг сирої речовини за посадки фракцією 28-40 мм та 73,2-75,7 мг/кг сирої речовини за посадки фракцією 40-60 мм та були значно нижчими встановленої для ранньої картоплі гранично допустимої норми у 250 мг/кг.



Сорт картоплі Спас (контрольний варіант без внесення добрив)

Відносно контрольного варіанту, де не проводилось жодних обробітків та не вносилося живлення показники вмісту накопичених нітратів були низькими і склали відповідно величині зазначених посадкових фракцій 68,4 та 73,2 мг/кг. Внесення мінеральних добрив у рекомендованій дозі згідно технології вирощування збільшило показник накопиченого вмісту нітратів на 10,2 мг/кг відносно посадкової фракції 28-40 мм та на 0,5 мг/кг відносно посадкової фракції 40-60 мм.

Додаткове застосування стимулятора росту нова-Марін незначно підвищило вміст нітратів, на

0,9 мг/кг, відносно контрольного варіанту та зменшило їх кількість на 0,9 мг/кг в порівнянні з рекомендованою дозою живлення стосовно посадкової фракції 28-40 мм. На нашу думку, причиною зниження вмісту накопичення нітратів у цьому випадку стала дії стимулятора росту на пришвидшення процесів розвитку та формування сухої речовини у бульбах картоплі.

За посадки бульб величиною 40-60 мм відслідковується поступове збільшення вмісту нітратів

відносно усіх попередніх варіантів проведення дослідження – на 2,5 мг/кг відносно контролю та на 2,0 мг/кг відносно дози внесення мінеральних добрив.

Найвищим показник накопичення нітратів у ранньостиглого сорту картоплі Спас відмічено на варіанті з внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ + стимулятор росту нова-Марін + мікродобрива нова-Макро за посадки фракцією 28-40 мм і коливався на рівні 84,3 мг/кг сирої речовини (табл. 1)

Таблиця 1. Показники накопичення вмісту нітратів у картоплі ранньостиглого сорту Спас на 85-й день після садіння, 2024-2026 рр.

Фракція	Варіанти дослідження*	сорт Спас			
		2024	2025	2026	Середнє за 2024-2026 рр.
28-40 мм	Без добрив (контроль)	63,7	70,7	71,0	68,4
	$N_{90}P_{90}K_{120}$ (р. д.)	77,8	78,9	79,2	78,6
	$N_{90}P_{90}K_{120}$ + стимулятор росту нова-Марін	49,2	79,3	79,4	69,3
	$N_{90}P_{90}K_{120}$ + стимулятор росту нова-Марін + мікродобрива нова-Макро	85,7	82,5	84,7	84,3
40-60 мм	Без добрив (контроль)	77,8	70,8	71,0	73,2
	$N_{90}P_{90}K_{120}$ (р. д.)	63,7	78,4	79,0	73,7
	$N_{90}P_{90}K_{120}$ + стимулятор росту нова-Марін	68,2	79,6	79,5	75,7
	$N_{90}P_{90}K_{120}$ + стимулятор росту нова-Марін + мікродобрива нова-Макро	63,7	79,8	80,1	74,5

Примітка: дані зведено і опосередковано з трьох повторень. Аналіз проведено у Львівському регіональному центрі ДУ «Держгрунтохорона».



Ранньостиглий сорт картоплі Слаута у фазу бутонізації-цвітіння

Аналіз даних проведення дисертаційного дослідженнями показав, що показники накопичення нітратів у сорту Слаута на 85-й день після садіння або ж за 15 днів до початку збирання коливались в середньому у межах 99,6–108,5 мг/кг сирої речовини за посадки фракцією 28-40 мм та 92,3-109,5 мг/кг сирої речовини за посадки фракцією 40-60 мм та і як

вже попередньо відзначалось, були значно нижчими гранично допустимої норми.

На контрольному варіанті показники вмісту накопичених нітратів склали відповідно величині зазначених посадкових фракцій 113,4 та 92,3 мг/кг. Внесення мінеральних добрив у рекомендованій дозі згідно технології вирощування зменшило вміст нітратів для посадкової фракції 28-40 мм на 1,7 мг/кг та збільшило їх вміст на 11,3 мг/кг відносно посадкової фракції 40-60 мм

Найвищим показник накопичення нітратів у ранньостиглого сорту картоплі Слаута відмічено на варіанті з внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ + стимулятор росту нова-Марін + мікродобрива нова-Макро за посадки фракціями 28-40 та 40-60 мм і склав відповідно 108,5 та 109,5 мг/кг сирої речовини (табл. 2).

Пропозиції

Поліпшити якість картоплі можливо за допомогою правильного вибору сорту для задоволення вимог щодо вмісту сухої речовини та удосконалених елементів технології вирощування.

Таблиця 2. Показники накопичення вмісту нітратів у картоплі ранньостиглого сорту Слаута на 85-й день після садіння, 2024-2026 рр.

Фракція	Варіанти дослідження*	сорт Слаута			
		2024	2025	2026	Середнє за 2024-2026 рр.
28-40 мм	Без добрив (контроль)	118,7	109,6	112,0	113,4
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (р. д.)	108,7	109,4	117,2	111,7
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + стимулятор росту нова-Марін	84,3	105,3	109,4	99,6
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + стимулятор росту нова-Марін + мікродобрива нова-Макро	105,4	105,3	114,7	108,5
40-60 мм	Без добрив (контроль)	63,7	102,1	111,0	92,3
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (р. д.)	88,9	102,9	119,0	103,6
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + стимулятор росту нова-Марін	81,7	101,2	119,5	100,8
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + стимулятор росту нова-Марін + мікродобрива нова-Макро	109,4	101,0	118,1	109,5

Примітка: дані зведено і опосередковано з трьох повторень. Аналіз проведено у Львівському регіональному центрі ДУ «Держгрунтохорона».



**Сорт картоплі Слаута
на 85-й день після садіння**

Висновки

Вміст нітратів у рослинах залежить в першу чергу від їх біологічних властивостей та елементів

Список використаної літератури

Andrews M. The partitioning of nitrate assimilation between root and shoot of higher plants: mini review. *Plant Cell Environ.* 1986, № 9, P.511–519. <https://doi.org/10.1111/1365-3040.ep11616228>.
Anjana Umar S., Iqbal M., Abrol Y. P. Accumulation of nitrates in plants, factors influencing this process and consequences for human health. *Review. Agron.Sustain.Dev.*, 2007. Vol. 27. P. 45–57. <http://dx.doi.org/10.1051/agro:2006021>

технології вирощування стосовно зони вирощування культури. Слід зауважити, що самі по собі нітрати харчових продуктів не завдають великої шкоди здоров'ю людини.

Підсумовуючи вищезгадане, зауважимо, що вся, отримана за варіантами дослідження, рослинна продукція відповідала гігієнічним нормам. Досліджені зразки картоплі ранньостиглих сортів Спас та Слаута за вмістом нітратів коливалися відповідно кожного окремо взятого сорту і частка їх становила від 68,4 до 109,5 мг/кг сирої ваги. Максимальні показники вмісту нітратів у сорту картоплі Спас відмічено на варіанті з внесенням мінеральних добрив N₉₀P₉₀K₁₂₀ + стимулятор росту нова-Марін + мікродобрива нова-Макро і за висадки бульб величиною 28-40 мм склав у середньому за три роки проведення досліджень 84,3 мг/кг, а за висадки бульб величиною 40-60 мм найвищим показник був на варіанті з внесенням N₉₀P₉₀K₁₂₀ + стимулятор росту нова-Марін і становив – 75,7 мг/кг.

У сорту Слаута найвищі показники відмічено за внесення мінеральних добрив N₉₀P₉₀K₁₂₀ + стимулятор росту нова-Марін + мікродобрива нова-Макро та посадки бульб обох фракцій і склав відповідно – 108,5 та 109,5 мг/кг сирої наважки.

Barvinchenko V.I. Soils of Vinnytsia region. Vinnytsia. 2004. 46 p.

Doroguntsov S. I. Ecology. Kyiv: KNEU, 2005. 371 p.

DSTU 4948:2008 "Fruits, vegetables and their processing products. Methods for determination of nitrate content". http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage?id_doc=83097

Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables / Chen B.M. et al. *Plant Sci.* 2004. Vol.167, P. 635–643. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.05.015>

Kharitonov M.M., Lazareva O.M., Lemishko S. M. Ecological assessment of the variability of nitrate content in vegetable and fruit and berry cultures in the Dnipropetrovsk region. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy.* 2015. №. 3. P.29–31. http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2015_3_7.

Monitoring of nitrates and measures to reduce them in plant / Hanchuk V.D. *Eastern European journal of advanced technologies.* 2012. № 6/6 (60). P.47–48.

Monitoring of nitrates and measures to reduce them in plant products / Kostenko E.E. et al. *Scientific works of the National University of Food Technologies.* 2020. Vol. 26, №. 3. P.243–252. <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/32155>

Opol N. I., Dobryanskaya E. V. *Nitrates.* Chisinau: Shtiintsa, 1986. 116 p.

Panasenko T.V., Krasnorutska K.I. The content of nitrate ions in food products of plant origin. *Current issues of biology, ecology and chemistry. Chemistry section.* 2016. Vol. 12, №. 2. P.103–112. http://nbuv.gov.ua/UJRN/apd_2016_12_2_13.

Panchenko T. I., Mandebura S. V. Estimation of nitrate content in products of plant origin.

[https://www.tnv-](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/35.pdf)

[agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/35.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/35.pdf)

Panasenko T. V. Nitrate ion content in plant foods. *Current issues in biology, ecology and chemistry. Chemistry section.* 2016. T. 12, № 2. P. 130–142. http://nbuv.gov.ua/UJRN/apd_2016_12_2_13

Santamaria P. A survey of nitrate and oxalate content in retail fresh vegetables, *J. Sci. Food Agr.* 1999. Vol. 79, P. 1882–1888. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199910\)79:13%3C1882::AIDJSFA450%3E3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199910)79:13%3C1882::AIDJSFA450%3E3.0.CO;2-D).

Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation, *J. Sci. Food Agr.* 2006. Vol. 86, P. 10–17. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2351>.

Smolyar V. I., Tsyganenko O. I., Petrashenko G. I. Nitrates, nitrites and nitro-substitutes in food products and diets. URL: http://medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2007/n07_3_5.htm.

The research of the amount of heavy metals and nitroso compounds in concentrated tomato products / Shutuyuk V. et al. *Food science and technology.* 2016. T.10, Vol. 3. P. 56–60.

Tsyganenko O.I. *Nitrates in food products.* K.: Zdorovye, 2005. C. 141–148.

Zhou Z.Y., Wang M. J., Wang J. S. Nitrate and nitrite contamination in vegetables in China, *Food Rev. Int.* 2000. Vol.16, P. 61–76. <https://doi.org/10.1081/FRI-100100282>.

DYNAMICS OF NITRATE ACCUMULATION IN TUBERS OF EARLY-RIPE POTATO VARIETIES DEPENDING ON FERTILIZATION SYSTEMS

Andrii DARMANSKYI, ORCID: 0009-0004-1363-9302. Roman ILCHUK, ORCID: 0000-0002-3524-4844

Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences of Ukraine

Due to the intensification of production components and the involvement of new elements of crop cultivation technology, the nitrate content in crop products and, accordingly, in the products produced, often exceeds the permissible maximum concentrations. Nitrates mainly enter the human body with vegetables, fruits and berries and account for about 70% of the daily dose, the rest comes with water and other products. The aim of the study was to determine the influence of the fertilization system and the size of the planting fraction on the adaptive properties and accumulation of nitrate content in tubers of early-ripening potato varieties in the conditions of the southern part of the Western Forest-Steppe of Ukraine. The article presents the results of a comprehensive assessment of early-ripening potato varieties Spas and Slauta for nitrate content and their content varied according to each individual variety and the proportion was from 68.4 to 109.5 mg/kg of fresh weight. The maximum nitrate content in the Spas potato variety was observed in the variant with the application of mineral fertilizers N90P90K120 + growth stimulator Nova-Marin + microfertilizer Nova-Macro and when planting tubers of 28–40 mm in size, it was 84.3 mg/kg on average over the three years of research, and when planting tubers of 40–60 mm in size, the highest indicator was in the variant with the application of N90P90K120 + growth stimulator Nova-Marin and was 75.7 mg/kg. In the Slauta variety, the highest indicators were observed with the application of mineral fertilizers N90P90K120 + growth stimulator Nova-Marin + microfertilizer Nova-Macro and planting tubers of both fractions and were 108.5 and 109.5 mg/kg of raw weight, respectively. A separate conclusion that follows from the results of the study is that in order to improve the quality of potatoes, it is possible to apply such factors as the correct choice of variety to meet the requirements for dry matter content and improved elements of growing technology

Keywords: potatoes, planting fraction size, nutrition, growth stimulant, microfertilizer, nitrates.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons

Отримано: 18.7.2026

Погоджено до друку: 31.7.2026

Опубліковано: 30.9.2026