

**МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)**

Факультет агрономії

Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«_____» 2025 р.

Гарант освітньої програми,

доктор с.-г. наук, доцент

_____ Ірина ДІОРДІЄВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

**ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКА ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ
УДОБРЕННЯ У ФГ «ХАВЕСТ» ЧУДНІВСЬКОГО РАЙОНУ
ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконав: студент II курсу, групи 23 м-а

спеціальності 201 Агрономія

ЄДНАК НАЗАР БОГДАНОВИЧ

Керівник: ЧЕРНО Олена

УМАНЬ - 2025

	ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1.	ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ.....	5
1.1	Вимоги буряку цукрового до умов мінерального живлення .	5
1.2	Вплив різних систем живлення на продуктивність буряку цукрового.....	8
1.3	Вплив систем живлення на цукристість коренеплодів...	12
РОЗДІЛ 2.	ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	14
2.1	Біологічна характеристика буряку цукрового.....	14
2.2	Характеристика Рутенія 12	14
РОЗДІЛ 3.	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	16
3.1	Ґрунтові умови.....	16
3.2	Погодні умови	16
3.3	Схема дослідження.....	18
3.4	Технологія вирощування буряку цукрового у досліді	19
3.5	Методика проведення дослідження	20
РОЗДІЛ 4.	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
4.1	Зміна вмісту мінерального азоту, рухомих сполук фосфору і калію за різних систем живлення	21
4.2	Забезпеченість буряку цукрового азотом під впливом різних систем живлення	26
4.3	Вплив систем удобрення на формування листкового апарату.....	27
4.4	Вплив систем живлення на врожайність буряку цукрового.....	29
4.5	Цукристість коренеплодів залежно від системи удобрення	33
РОЗДІЛ 5.	ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ПІД БУРЯК ЦУКРОВИЙ	39
РОЗДІЛ 6.	ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ АГРОХІМІКАТІВ ТА ОХОРОНА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	42
6.1	Моделювання виробничих небезпек при внесенні агрохімікатів	42
6.2	Вплив удобрення на стан ґрунтового середовища та довкілля.....	44
	ВИСНОВКИ	47
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49

ДОДАТКИ

ВСТУП

Буряки цукрові є однією з високопродуктивних цукроносних культур, яку все частіше вирощують на біоенергетичні цілі [1]. Отримання високих та стабільних урожаїв біосировини, біоетанолу, біогазу та енергії потребує сприятливих умов мінерального живлення, які можна створити в ґрунті шляхом внесення добрив.

Ринок цукрових буряків в Україні характеризується скороченням посівних площ у 2025 році (216,7 тис. га) через зниження економічної привабливості, високі витрати та конкуренцію з зерновими, але зберігає стратегічне значення для забезпечення країни цукром [2]. Малі обсяги застосування добрив упродовж останніх десятиліть спричинили значне падіння родючості ґрунтів, зниження вмісту гумусу та поживних речовин, що створює додаткові ризики щодо отримання сталих урожаїв.

За вирощування буряків цукрових важливими постають питання впливу добрив на їх біологічну та енергетичну продуктивність, щодо ефективності альтернативних систем удобрення, які передбачають внесення побічної продукції сільськогосподарських культур замість гною, якого сьогодні обмаль, як вплив добрив проявляються в їх довготривалому застосуванні. Формування оптимальної й, водночас, ефективної системи удобрення буряків цукрових дозволить отримати стабільні врожаї та ширше вирощувати цю культуру для потреб біоенергетики [3].

Тому метою досліджень було вивчити вплив різних систем удобрення на продуктивність буряку цукрового.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в дослідженні ростових процесів та продуктивності буряку цукрового залежно від системи живлення. Це в свою чергу дозволить зменшити дозу мінеральних добрив, здешевити вартість цукру і водночас зменшити навантаження на навколишнє природне середовище.

Практична цінність і апробація результатів досліджень. Одержані результати досліджень щодо впливу удобрення на продуктивність буряку

цукрового дають змогу рекомендувати виробництву застосування органо-мінеральної системи удобрення.

Особистий внесок здобувача. План та схему дослідження було розроблено сумісно з керівником. Опрацювання наукової літератури, проведення експериментальних досліджень їх аналіз та висновки зроблено особисто здобувачем.

Апробація матеріалів досліджень. Матеріали роботи доповідались на міжнародній науковій конференції Уманського НУ.

РОЗДІЛ 1

ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ

1.1. Вимоги буряку цукрового до умов мінерального живлення

Буряк цукровий дуже вибагливий до родючості ґрунту і зовсім не переносить кислої реакції ґрунтового середовища. Для отримання високих урожаїв його вирощують на окультурених з нейтральною реакцією або навіть слаболужних ґрунтах (рН 6,5–7,5) [4].

Буряк цукровий – одна з найбільш вимогливих культур до живлення і тому потребують великої кількості поживних речовин. Оптимізація мінерального живлення рослин – найбільш істотний засіб регулювання фізіологічних процесів, які визначають формування врожаю. Спрямованість фізіолого-біологічних процесів, які відбуваються в рослинах під час онтогенезу, визначається спадковими властивостями організму, а інтенсивність їхнього виявлення значною мірою залежить від умов живлення – вмісту і співвідношення поживних речовин у ґрунті. Рослинам буряків цукрових властива стійка здатність підтримувати постійне співвідношення між основними елементами живлення у своїх тканинах на окремих етапах органогенезу. Воно мало залежить від режиму мінерального живлення, що впливає на метаболізм рослин [5].

Дослідники, стверджують, що на початкових стадіях рослини розвиваються повільно, потім ріст і розвиток їх прискорюються, досягаючи максимуму в середині вегетації (друга декада липня), надалі ростові процеси уповільнюються і припиняються. Тому у початковий період високоефективним є внесення добрив у рядки під час сівби, що забезпечує сприятливі умови живлення в перші 15–20 діб після появи сходів, стимулює ріст і підвищує стійкість рослин до стресових факторів [6, 7].

Буряк цукровий в процесі вегетації виносить з ґрунту велику кількість елементів живлення. В середньому на 1 т коренеплодів з відповідною масою

гички вилучається 4–5 кг N, 1,5–2 – P_2O_5 , 5–9 кг K_2O . Винос елементів живлення великою мірою залежить від внесених добрив, родючості ґрунту і погодних умов. На Поліссі їх винос вищий, ніж у Лісостепу і Степу, що пояснюється більшою часткою гички в урожаї. В умовах зрошення на каштанових ґрунтах вміст калію в урожаї буряків різко зростає. На чорноземах звичайних і вилужених та особливо сірих лісових ґрунтах кількість азоту і калію в урожаї буряків знижується, а фосфору – підвищується. Ці закономірності змін у хімічному складі рослин переважно визначаються наявністю в ґрунті рухомих сполук основних елементів живлення [8].

Гичка буряку цукрового – цінне органічне добриво. В 1 т гички міститься 3 кг азоту, 1,5 – P_2O_5 , 5–6 кг K_2O з коливанням 50 %. Її врожайність 30–50 т/га відповідає 30 т/га гною [4].

У динаміці засвоєння елементів живлення буряком цукровим умовно виділяють три періоди: 1) незначне – у перші 45 діб, тобто до формування перших 10 листків; 2) інтенсивне – впродовж наступних 80 діб, тобто в період активного росту листків; 3) поступове спадання інтенсивності всіх процесів – упродовж наступних 30–45 діб [3, 8].

На початку вегетації, коли рослини мають слаборозвинену кореневу систему, в ґрунті необхідна безпосередньо біля проростаючого насіння достатня кількість доступних елементів живлення. Нестача їх у цей період затримує ріст і розвиток рослин, негативно позначається на подальшому рості коренеплодів і накопичення цукру.

Упродовж періоду вегетації потреба буряків цукрових в окремих елементах живлення неоднакова. Відразу після проростання насіння у зв'язку з низьким вмістом вуглеводів у проростках надлишкове азотне живлення негативно впливає на їхній ріст і розвиток. Тому на початкових етапах необхідно уникати надмірного азотного живлення [9].

Потенціал урожаю буряку цукрового закладається в перші кілька тижнів (4–6 пар листків), коли відбувається вторинне утворення камбіальних кілець. Тому у фазі формування листкового апарату виникає висока потреба в усіх

елементах живлення, а відтак у цей період система удобрення має забезпечувати інтенсивне живлення рослин макро- і мікроелементами [10].

Дефіцит вологи, поживних речовин, температурний і гербіцидний стреси сповільнюють ріст камбіальних кілець, що спричиняє недобір урожаю. Після того як потенціал урожаю для кожного кільця закладений, на нього не можуть вплинути навіть найсприятливіші умови. Отже, чим повніше буряк у перші кілька тижнів забезпечений азотним живленням, тим вищими будуть урожай і якість коренеплодів [11].

Наприкінці вегетації буряк цукровий потребує підвищеного живлення фосфором і калієм за дещо обмеженого азотного живлення. Науковцями встановлено, що в період накопичення цукру зниження частки азоту в живленні буряку цукрового позитивно впливає на збір цукру. Дія фосфору і калію залежить від забезпечення буряку цукрового азотом. Тому в системі його живлення велике значення має встановлення оптимальних співвідношень між окремими елементами в різні періоди росту. Це співвідношення забезпечується правильною системою удобрення, яка включає вапнування ґрунту, внесення органічних і мінеральних добрив, оптимальне співвідношення елементів живлення за основного, припосівного внесення та підживлення [12].

Буряк цукровий активно реагує на недостатній рівень мінерального живлення. Так, за нестачі азоту сім'ядолі рослин буріють, молоді листки набувають світлозеленого забарвлення, старіші – жовкнуть і рано відмирають. Азот є одним з найважливіших елементів у мінеральному живленні буряків цукрових, оскільки він входить до складу хлорофілу, фосфатидів, глюкозидів, алкалоїдів, є невід'ємною складовою багатьох вітамінів, гормонів та біологічно активних речовин [13]. Ферменти, що каталізують процеси обміну речовин у рослинах є білковими речовинами, а тому недостатнє забезпечення рослин азотом послаблює ферментативну діяльність, призводить до уповільнення процесів біосинтезу, обміну речовин і різкого послаблення інтенсивності фотосинтезу.

Фізіологічна роль фосфору в житті рослин досить різноманітна. Він входить до складу нуклеопротеїнів і фосфатидів ядра рослинної клітини, які разом з білками створюють плазму клітини. Входження фосфору до складу вітамінів і ферментів регулює активність каталітичних процесів у рослинах, визначає інтенсивність біохімічних реакцій. За нестачі фосфору затримується ріст сходів, тканини дорослих рослин набувають жовтуватого забарвлення з коричневим відтінком прожилків листків [14]. За даними деяких вчених, калій інтенсифікує процеси фотосинтезу, бере участь у переносі енергії клітини й утворенні АТФ, сприяє синтезу цукрів у листкових пластинках та їх відтоку у запасаючі тканини коренеплоду. Важлива роль належить калію у підтримці тургору клітини, її вологозабезпеченні та створенні умов для протікання основних фізіологічних процесів. З покращанням умов мінерального живлення буряків цукрових роль калію зростає. Він сприяє інтенсивнішому використанню рослинами азоту і фосфору, посилює інтенсивність процесів росту та розвитку, забезпечує підвищення продуктивності. У процесі старіння калій реутилізується із відмираючих у молоді листки. За дефіциту калію урожайність і цукристість коренеплодів буряків цукрових значно знижувались [3, 8, 14].

1.2. Вплив систем живлення на продуктивність буряку цукрового

Система удобрення буряку цукрового полягає у внесенні органічних, та мінеральних добрив під основний (зяблевий) або весняний обробіток ґрунту. [15, 16]. Весняне внесення фосфорно-калійних добрив зазвичай менш ефективне, особливо у посушливі роки.

При сівбі у рядки зазвичай у рядки вносять гранульований суперфосфат у дозі 15–20 кг/га д. р., іноді – до 30 кг/га за недостатнього основного удобрення. Рекомендована доза у цей період складає $N_{10-15}P_{10-15}K_{10-15}$. Такий прийом підвищує урожайність на 2–3 т/га, а за умов достатнього зволоження – на 4–5 т/га [17].

Гній можна вносити як безпосередньо під буряк цукровий, так і під попередник. Середня його норма становить 20–40 т/га. Він має бути напівперепрілим. Ефективність гною змінюється залежно від його якості, ґрунтово-кліматичних умов, норми, місця внесення в сівозміні та інших чинників. Підвищення норми гною (понад 20 т/га) зазвичай не сприяє пропорційному збільшенню врожаю коренеплодів [4, 7, 18].

Норми гною і мінеральних добрив визначаються типом ґрунту, вмістом рухомих поживних речовин, кліматичними факторами і ланкою сівозміни [19]. Наприклад, на чорноземі типовому в ланці з конюшиною на тлі 20 т гною найбільш раціональною дозою є N220P180K220 [6].

Збільшення дози азоту істотно підвищує урожай, а фосфор і калій чинять слабкий вплив на продуктивність буряків. Так, на чорноземі за середнього рівня забезпеченості ґрунту фосфором калієм на фоні 40 т гною кращі результати отримані при внесенні 120 кг/га азоту, фосфору і калію, а на безгноєвому фоні від (NPK) 180 кг/га. Збільшення дози добрив не сприяло підвищенню врожайності, а навпаки, призводило до зниженню цукристості на 0,6–1,0% [20].

На чорноземах вилужених Лівобережного Лісостепу України на ділянках без внесення гною оптимальною дозою виявилася N180P120K120. В той же час як максимальна доза призвела до зниження цукристості коренеплодів на 0,5–1,6 % і погіршення їх технологічних властивостей [21].

Дещо інша закономірність спостерігалася на чорноземах типових малогумусних. За внесення N90P110K110 врожайність, порівняно з контролем, на 37 %. Подальше підвищення дози мінеральних добрив супроводжувалося її зростанням на 4,1 т/га. Поєднання мінеральних добрив N90P110K110 + 30 т/га гною сприяло формуванню додатково 2,8 т/га, а порівняно з контролем [22].

Чим більш родючіші ґрунти, тим дія азотних добрив на фоні гною знижується. На малородючих малогумусних ґрунтах найефективнішою є органо-мінеральна система удобрення. Проте на фоні гною знижується ефективність фосфорних і калійних добрив, оскільки він є добрим джерелом достатнього фосфорного і калійного живлення рослин [18, 20, 23].

В той же час в умовах зрошення встановлено, що органо-мінеральні добрива збільшували урожайність коренеплодів на 0,89–2,63 т/га і вона була вищою порівняно з мінеральною системою удобрення. Це пояснюється перш за все підвищенням мікробіологічної активності і та збагачення ґрунту поживними речовинами та мікроелементами [24]. В умовах Північного Лісостепу органо-мінеральна система удобрення забезпечувала приріст урожайності даної культури на 9,2–22,5 т/га, порівняно з контролем та покращувала технологічну якість коренеплодів і збір цукру на рівні 7,3–10,1 т/га [7, 8].

Нажаль через нестачу гною більшість сільськогосподарських підприємств працює на природній родючості ґрунту, що неминуче призведе до недобору продукції буряківництва. Тому питання про використання альтернативних видів органічних добрив для удобрення буряку цукрового є досить актуальним і знайшло застосування багатьма дослідниками. У районах бурякосіяння в останні роки широко застосовують поєднане внесення соломи пшениці озимої і мінеральних добрив. Солома є потужним резервом органічної речовини. За внесення однієї тонни соломи у ґрунт надходить органічної речовини у вуглецевому еквіваленті у 3,5–4 рази більше, ніж від внесення однієї тонни гною [9, 18, 23, 24].

Щороку врожай соломи і стерні зернових культур в Україні становить 45–60 млн т, рослинних решток кукурудзи, соняшнику, ріпака та інших – 35–45 млн т. При цьому лише 30–45 % соломи й інших рослинних решток застосовують на добриво (компости, пряме загортання у ґрунт), решту спалюють разом зі стернею, що є нераціональним і екологічно небезпечним. За спалювання соломи температура сягає 340...360°C, що призводить до повної загибелі мікрофлори, яка формує найродючіший, 0–5 см, шар ґрунту [7, 9, 23].

При врожайності зернових культур 3–4 т/га у ґрунт із соломою повертається азоту 10–15 кг/га, фосфору – 5–8, калію – 18–24 кг/га, а також значна кількість сірки, кальцію, магнію, мікроелементів — бору, міді, марганцю, молібдену, цинку, кобальту, яких у солімі накопичується більше,

ніж у зерні. Як стверджує науковці, вартість одиниці NPK соломи зернових колосових майже втричі, а стебел кукурудзи і гички цукрових буряків – у шість-сім разів дешевше підстилкового гною [5, 9, 18, 25].

Дослідження, проведені в умовах нестійкого та недостатнього зволоження зони Лісостепу, показують, що поєднане застосування соломи пшениці озимої і мінеральних добрив дає змогу отримати стабільну врожайність коренеплодів цукрових буряків на рівні 45–50 т/га, що, порівняно з внесенням мінеральних добрив, є вищим на 2–4 т/га. Альтернативна органо-мінеральна система удобрення підвищує цукристість коренеплодів на 0,2–0,3% і збільшує біологічний вихід цукру на 0,3–0,4 т/га. До того ж вона стабілізує вміст гумусу в чорноземних ґрунтах, зменшує винесення поживних речовин із ґрунту на 30–40% і не поступається за продуктивністю традиційній, на основі гною, органо-мінеральній системі удобрення [26, 27].

Дані досліджень, проведених на Білоцерківській ДСС, свідчать, що за внесення N80P100K100 + солома пшениці озимої врожайність цукрових буряків становила 40,5 т/га, збільшення врожайності до мінеральної системи удобрення – 3,8 т/га [28].

В умовах Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційної станції максимальної продуктивності буряків цукрових на чорноземі вилугуваному досягнуто за внесення N90P90K90 + 5т/га соломи та 7,5т/га дефекату у фізичній вазі або 1,5н CaCO₃ за гідролітичною кислотністю: врожайність коренеплодів – 73,3т/га, цукристість – 18,6%, збір цукру – 13,6т/га з перевагою до контролю без добрив і дефекату – відповідно на 22,7т/га, 0,2% та 4,3т/га [29].

В умовах Лівобережного Лісостепу встановлено [30], що використання соломи в кількості 8–9 т/га з + N 10 кг на 1 т соломи за своєю дією на врожайність не поступається застосуванню 30–35 т/га гною.

На Драбівській ДСС досліджено, що за внесення 5–6 т/га соломи отримали 35,7 т/га коренеплодів, а за поєднання соломи з N80 – 38,9 т/га. У дослідях Білоцерківської ДСС урожайність буряку цукрового значно

збільшувалась за внесення 4 т соломи + N90P90K90, тоді як за використання лише соломи вона знижувалась [31].

Інші дослідники [32] наводять дані, що у варіанті N60P60K90 + солома 2,4 т/га + N24 врожайність коренеплодів склала 6,8 т/га, що на 1,5 т/га менше в порівнянні з варіантом N60P60K90 + гній 12 т/га.

За узагальненими даними досліджень, які проводилися в різних ґрунтово-кліматичних зонах заорювання соломи пшениці озимої здатне підвищувати врожайність коренеплодів на 1,3–2,1 т/га, цукристість – на 0,1–0,3 %, збір цукру – на 0,14–0,22 т/га. Сумісне використання соломи і мінеральних добрив підвищує врожайність коренеплодів на 9,2–12,6 т/га, збір цукру – 1,8– 2,4 т/га [33].

На ефективність органічних і мінеральних добрив впливають також строки їх застосування. В основних районах бурякосіяння найефективнішим є внесення гною і мінеральних добрив восени під глибоку оранку. Глибоко зароблені добрива в усі періоди росту й розвитку рослин знаходяться в зоні гарантованого зволоження і добре засвоюються кореневою системою. В разі внесення добрив навесні їх ефективність знижується, особливо в південних районах і в сухі роки, іноді в 1,5–2 рази [8, 27, 30, 31].

В той же час на Поліссі, в зоні достатнього забезпечення опадами, дія мінеральних добрив під час осінніх і весняних строків внесення вирівнюється. За весняного внесення більший ефект дає локальний спосіб порівняно із розкидним [34].

1.3. Вплив систем живлення на цукристість коренеплодів

Забезпеченість буряку цукрового елементами живлення і співвідношення між ними великою мірою впливає на якість коренеплодів. Багато авторів зазначають, що підвищення норми добрив під буряки цукрові негативно впливає на цукронагромадження [35]. Досліджено, що найнижчим (16,3 %) вміст цукру був у варіанті N210P270K255, і найвищим – (17,9) на контролі.

Багатьма дослідниками доведено, що вміст цукру з підвищенням доз добрив знижується [32, 34, 36].

В умовах зрошення , найвищий вміст цукру – 17,2 % одержано у варіанті N120P120K90 + 6 т/га соломи, у цьому ж варіанті досліді встановлено достатньо високий показник виходу цукру з гектара – 10,5 т [37].

Досліджено, що комплексне застосування гною, соломи та сидератів з мінеральними добривами у дозі N90P45K45 забезпечило отримання урожайності цукрових буряків 40,7 т/га, а збір цукру 8,3 т/га, що на 4,8–1,0 т/га більше порівняно з внесенням органічних добрив [38].

В той же час внесення фосфорних добрив на азотно-калійному фоні поліпшує якість коренеплодів у результаті підвищення цукристості та зменшення вмісту розчинної золи й азоту. Особливо різко зростають врожай і якість буряку цукрового на ґрунтах, в яких фосфор знаходиться в першому мінімумі. Калій також позитивно впливає на якість цукросировини, зокрема за недостатнього калійного живлення рослин [11, 14, 15].

В зоні лівобережної частини Лісостепу встановлено, що цукристість коренеплодів буряків цукрових знижувалася за внесення високих доз (N135P180K135) добрив [39].

Таким чином, система оптимізації поживного режиму цукрових буряків не може бути єдиною і детермінується багатьма факторами, найважливішими з яких є генотип ґрунту, рівень ефективної родючості, кліматичні ресурси, тип сівозміни, сорт, система обробітку ґрунту, рівень захисту. Іншими словами, параметри оптимізації кореневого живлення буряків цукрових носять локальний характер навіть в регіональному аспекті.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Біологічна характеристика буряку цукрового

Буряк цукровий (*Beta vulgaris* S. V. *saccharifera*) належать до родини лободових (*Chenopodiaceae*). Коренева система складається з потовщеного головного кореня та сітки тонких корневих розгалужень, які можуть проникати до 2,5 м, а в ширину – до 1,0–1,2 м.

Листки у буряку цукрового великі, суцільні, черешкові, їх пластинки можуть бути серцеподібні чи округлі, гладенькі або гофровані. Плід – горішок [4].

Тривалість вегетаційного періоду, залежно від зони вирощування варіює в межах 120–200 діб. Ця культура вибаглива до вологи і водночас є посухостійкою. Транспіраційний коефіцієнт складає 240–400. Буряк потребує великої кількості поживних речовин. Найкращими для його росту і розвитку є чорноземні та суглинкові ґрунти з нейтральною або близькою до неї реакцією (рН 6,5–7,5). Культура витривала до засоленості. Оптимальна щільність орного шару для них становить 1,0–1,2 г/см³.

2.2. Характеристика гібриду Рутенія 12

Гібрид Рутенія 12 створений селекціонерами Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України та внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2021 р. Це триплоїдний гібрид одноросткового типу, призначений для вирощування у зонах Лісостепу та Степу України. Відзначається високим потенціалом урожайності та підвищеною стабільністю показників у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Рослини мають добре розвинену листову розетку, що забезпечує активний фотосинтез і ефективне використання сонячної енергії протягом

вегетації. Коренеплід видовжено-конічної форми, занурений у ґрунт на 60–70 %, що полегшує механізоване збирання. Маса одного коренеплоду становить у середньому 850–950 г.

Гібрид характеризується високою урожайністю — 600–700 ц/га за сприятливих умов вирощування та оптимального живлення. Вміст цукру у коренеплодах становить 17,0–17,5 %, а умовний вихід цукру — близько 100 ц/га, що перевищує середні показники стандартних сортів.

«Рутенія 12» має підвищену стійкість до церкоспорозу, борошнистої роси, ризоманії та гнилей коренеплодів, а також характеризується добрим вирівнюванням сходів і рівномірним розвитком протягом усього періоду вегетації. Гібрид добре реагує на внесення органо-мінеральних добрив, особливо азотно-фосфорних у помірних дозах.

Завдяки поєднанню високої продуктивності, стійкості до основних хвороб і адаптивності до змін клімату, гібрид Рутенія 12 рекомендовано для широкого впровадження у виробництво як у товарних, так і в насінницьких посівах [40].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ґрунтові умови

У господарстві переважають такі типи ґрунтів: чорнозем типовий, чорнозем опідзолений та сірі лісові ґрунти. Дослід був закладений на чорноземі типовому середньосуглинковому. Це найбільш родючі, добре структуровані ґрунти, які переважають у Правобережному Лісостепу України, зокрема в центральній і південній частині Житомирської області. Він формується на лесових породах під багаторічною трав'янистою рослинністю в умовах помірно континентального клімату.

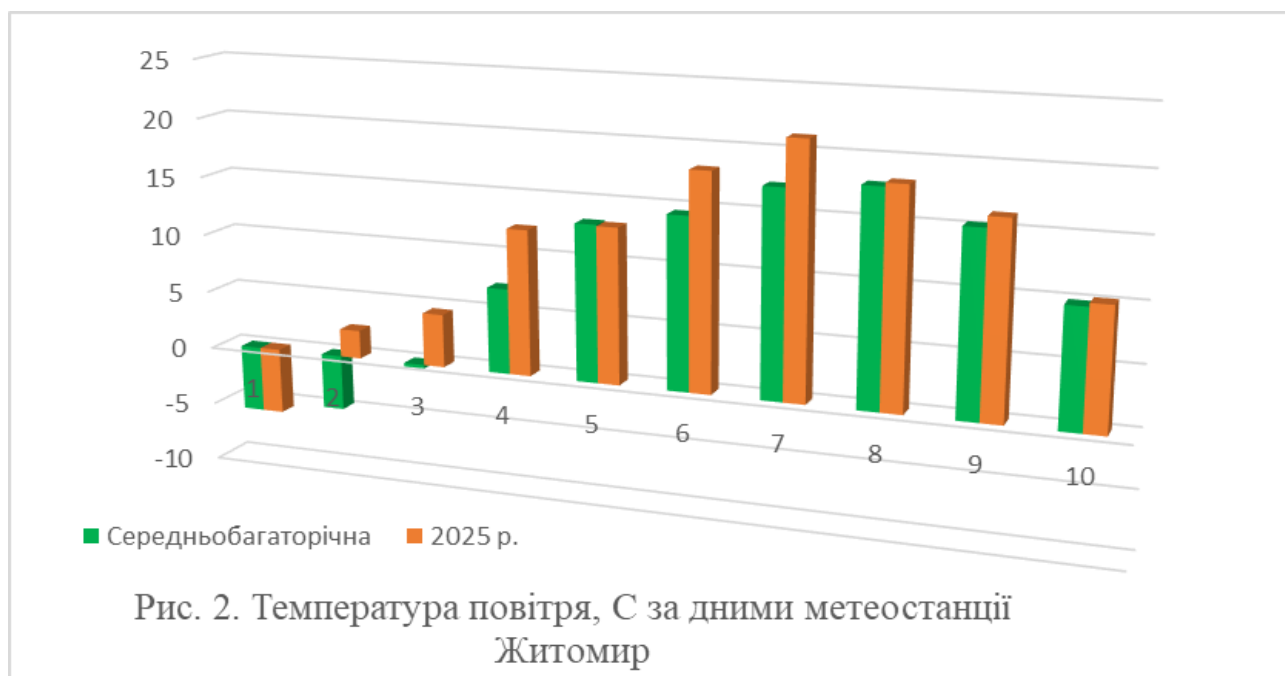
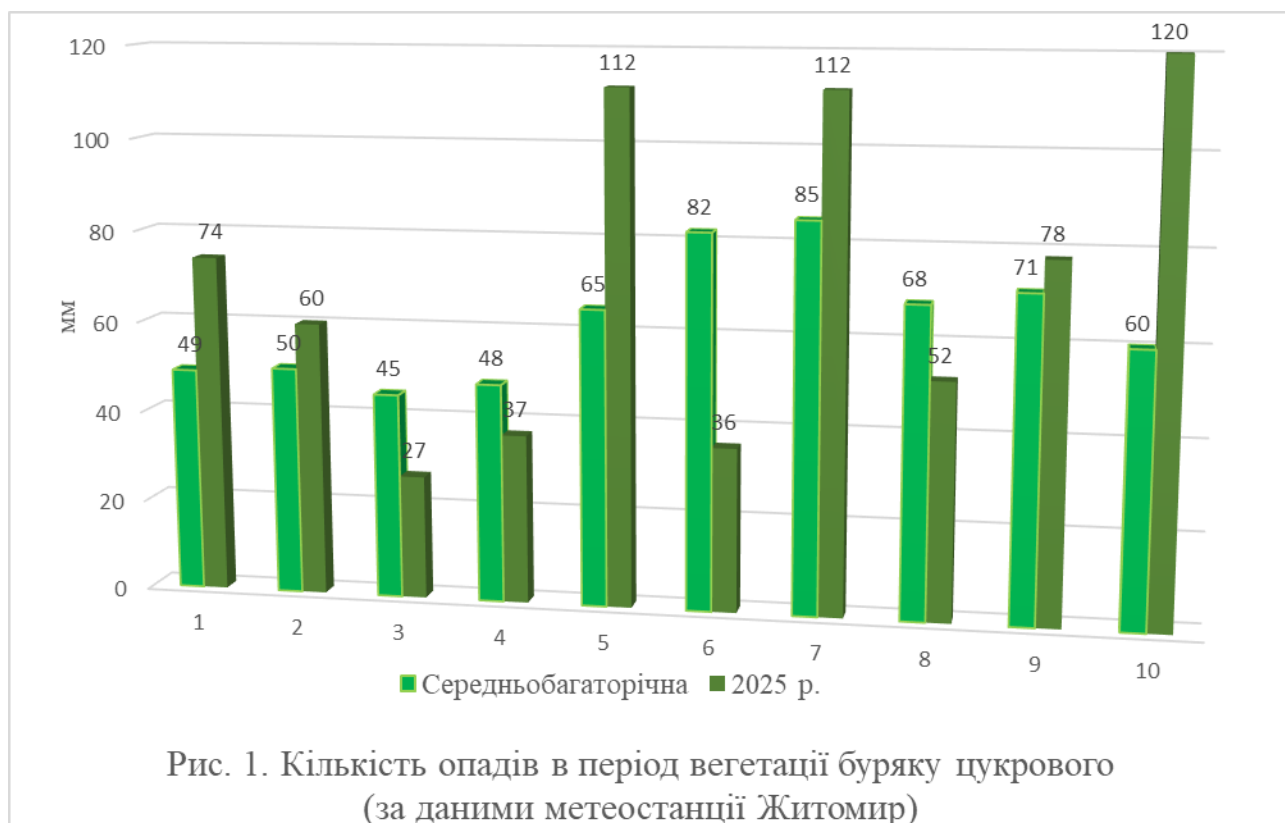
Морфологічні ознаки: Гумусовий горизонт (А) – 0–60 см, темно-сірий або чорний, добре структурований. Підорний горизонт (В) поступово освітлюється, має грудкувато-зернисту структуру. Материнська порода (С) – лес або лесоподібний суглинок, карбонатний. Перехід між горизонтами поступовий, без різких меж.

Даний тип ґрунту характеризується наступними фізико-хімічними показниками: вміст гумусу – 4,7 %; реакція ґрунтового розчину (рН) – 6,2; ємність катіонного обміну – 31 смоль/кг ґрунту. Вміст мінерального азоту – середній, фосфору і калію – підвищений (152 і 120 мг/кг ґрунту). Щільність складення 1,1–1,3 г/см³ [41].

3.2. Погодні умови

Клімат Чуднівського району Житомирської області помірно континентальний, з теплим вологим літом і помірно холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить 7,4 °С, річна кількість опадів – близько 613 мм, що свідчить про достатнє зволоження території. Вегетаційний період триває в середньому 195 днів, що створює сприятливі умови для

виращування основних сільськогосподарських культур Лісостепу й Полісся. Розподіл опадів та температура повітря наведено на рис. 1, 2.



Проаналізувавши дані рис. 1, 2 можна сказати, що погодні умови були контрастними за кількістю опадів та температурою повітря, що мало істотний вплив на врожайність буряку цукрового. Порівняно з середніми багаторічними даними перша половина вегетації пройшла при дещо нижчих температурах

повітря. Опади, що пройшли у травні, позитивно вплинули на ріст рослин. Посушливий червень негативно вплинув на ріст рослин. Проте дощі липня дещо поправили ситуацію і позитивно вплинуло на подальший розвиток рослин.

Хід середньомісячних температур в рік проведення досліджень мав відхилення від середніх багаторічних значень. 2025 рік був значно теплішим, порівняно з середньобагаторічними показниками. Найбільш теплим був липень 2025 року рік.

Отже, у 2025 році погодні умови мали неоднозначний вплив на ріст, розвиток рослин і якість коренеплодів буряку цукрового.

3.3. Схема дослідження

Дослідження з вивчення ефективності різних систем удобрення під буряк цукровий гібриду Рутенія 12 проводили у ФГ «Хавест» (с. П'ятка) Чуднівського району Житомирської області. Схема досліду представлена у таблиці 1.

Таблиця 1

Схема досліду з удобренням буряку цукрового

№ варіанта	Варіант досліду	Строки внесення добрив	
		Основне	Припосівне
1.	Без добрив (контроль)	—	—
2.	Солома 6 т/га - фон	Солома 6 т/га	—
3.	Фон+ N ₆₀ P ₅₀ K ₇₀	N ₅₀ P ₄₀ K ₆₀	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀
4.	Фон+ N ₉₀ P ₇₅ K ₁₀₅	N ₈₀ P ₆₅ K ₉₅	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀
5.	Фон+ N ₁₅₀ P ₁₂₅ K ₁₇₅	N ₁₄₀ P ₁₁₅ K ₁₆₅	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀
6.	N ₉₀ P ₇₅ K ₁₀₅	N ₈₀ P ₆₅ K ₉₅	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀

Всі варіанти закладалися у трьох повторностях. Варіанти розміщені рендомізованим методом, повторності – послідовно. Розмір ділянок: загальний – 81 м², обліковий – 36 м².

Схема розміщення варіантів у досліді та розміри ділянок наведені нижче на рис. 3.

1. повторність	2. повторність	3 повторність
1	4	2
5	1	6
3	5	1
6	3	3
4	2	5
2	6	4

Рис.3. Розміщення варіантів у досліді

3.4. Технологія вирощування буряку цукрового у досліді

Одразу після збирання ячменю озимого проводили лущення стерні на глибину 6–8 см для збереження вологи та провокування проростання насіння бур'янів. Восени, після внесення органічних та основних мінеральних добрив, проводили глибоку оранку на глибину 25–30 см плугом Lemken Diamant.

Навесні проводили боронування, щоб закрити вологу. Перед сівбою проводили передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння (3–4 см) культиватором Horsch Tiger. Сівбу проводили на початку квітня, коли ґрунт прогрівся до 5–7°C на глибині 8–10 см. Для цього використовували сівалки точного висіву Horsch Maestro. Після сівби ґрунт прикочували ґрунтоущільнювачами Lemken VarioPack.

Догляд за посівами включав: досходове і післясходове боронування, а також внесення гербіцидів, інсектицидів та фунгіцидів. Для внесення ЗЗР використовували оприскувач Amazone Pantera. Формування густоти проводили вручну, залишаючи на погонному метрі 5–6 рослин.

Збирання буряку цукрового проводили вручну при цьому окремо зважували гичку і коренеплоди.

3.5. Методика проведення дослідження

Відбирання та підготовка зразків ґрунту до аналізу проводились згідно з ДСТУ 4287:2007. У відібраних зразках у шарі ґрунту 0–40 см визначали: вміст мінерального азоту мінерального азоту, рухомі сполуки фосфору та калію – за В. Ф. Чириковим;

- забезпеченість рослин азотом визначали в період 5–6 пар справжніх листків;

- технологічні якості коренеплодів буряків, а саме цукристість у коренеплодах – методом холодної дигестії; технологічний вихід та збір цукру – розрахунковим методом.

Облік урожаю здійснювали методом суцільного збирання коренеплодів і їх зважуванням з кожної облікової ділянки; кількість нетоварної продукції буряків цукрових розраховували за співвідношенням з основною на підставі аналізу проб.

Статистичний аналіз результатів експериментальних досліджень проводили за дисперсійним, кореляційним методами. Для цього використовували прикладну комп'ютерну програму Statistica-6. Економічне оцінювання досліджуваних чинників проводили за методикою визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних робіт.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Зміна вмісту мінерального азоту, рухомих сполук фосфору і калію за різних систем живлення

Однією з основних умов родючості ґрунту є вміст у ньому поживних речовин, необхідних для росту і розвитку рослин, а також для мікробіологічної діяльності. Вміст доступних для рослин елементів живлення визначає поживний режим ґрунту, бо його здатність забезпечити рослини елементами живлення залежить не тільки від загального вмісту їх, а й від вмісту доступних елементів живлення. Рослини крім води і азоту поглинають з ґрунту зольні елементи (калій, кальцій, магній, натрій, алюміній, марганець та ін.). Вміст їх у ґрунті – обов’язкова умова нормального розвитку рослин, а нагромадження їх у достатній кількості – основне завдання агротехніки [13, 14].

Інтенсивність надходження елементів живлення в рослину залежить від швидкості мінералізації органічних решток та добрив, динаміки вмісту й запасів поживних речовин упродовж вегетації культур та доступності елементів живлення кореням рослин [11, 18].

Проведені дослідження з визначення вмісту мінерального азоту, рухомих сполук фосфору і калію показали, що усі системи удобрення сприяли збільшенню даних елементів у ґрунті (рис. 4, 5, 6).

На час появи сходів вміст мінерального азоту був найвищим, що пояснюється наявністю вологи, та оптимальною температурою ґрунту для проходження процесів мінералізації. У процесі вегетації рослини використовували нітратну та амонійну форму азоту, тож його кількість зменшувалася залежно від доз і систем удобрення на добрив на 5,2–16,7 мг/кг ґрунту. На час збирання коренеплодів вміст мінерального ще знизився, що переконливо свідчить про його використання рослинами упродовж вегетаційного періоду.

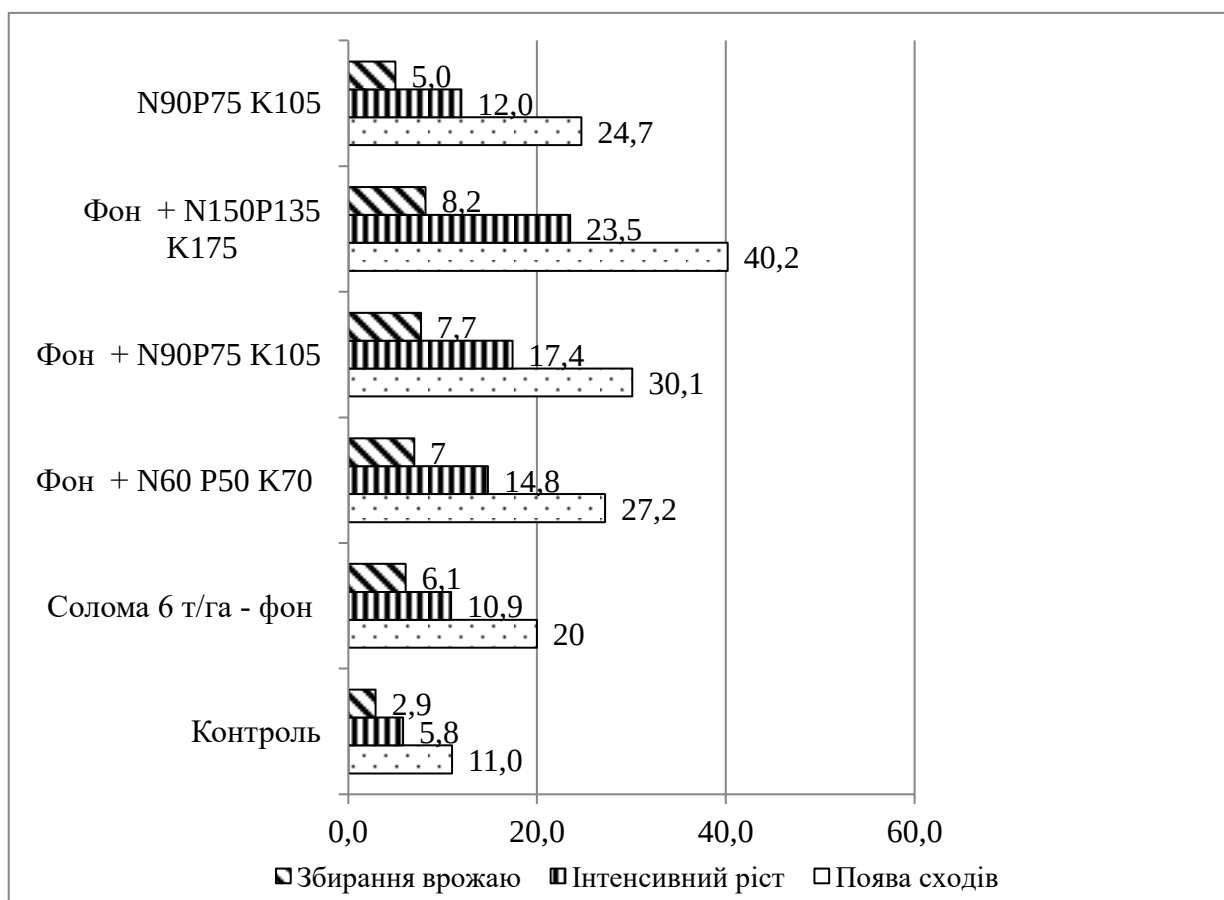


Рис. 4. Зміна вмісту мінерального азоту в у шарі ґрунту 0–40 см у посівах буряку цукрового під впливом удобрення, мг/кг

Системи удобрення позитивно, але неоднаково підвищували вміст цієї форми азоту у ґрунті. Заробляння 6 т/га соломи підвищувало вміст мінерального азоту на 82–110 %, залежно від фази вегетації. Внесення $N_{90}P_{75}K_{105}$ збільшувало даний показник на 14–6–2 мг/кг відповідно, порівняно з варіантом, де добрив не вносили. Максимальна норма добрив (Фон+ $N_{150}P_{125}K_{175}$) забезпечила найвищий вміст мінерального азоту, який залежно від періоду росту рослин складав відповідно 40,2–23,5–8,2 мг/кг ґрунту. В усіх варіантах дослідів на час збирання коренеплодів його кількість була найменшою, а вплив добрив поступово нівелювався, хоча прослідковувалася тенденція до його збільшення в разі застосування добрив.

Ми також вивчали зміну вмісту рухомих сполук фосфору у шарі ґрунту 0–40 см у процесі вегетації даної культури (рис. 5).

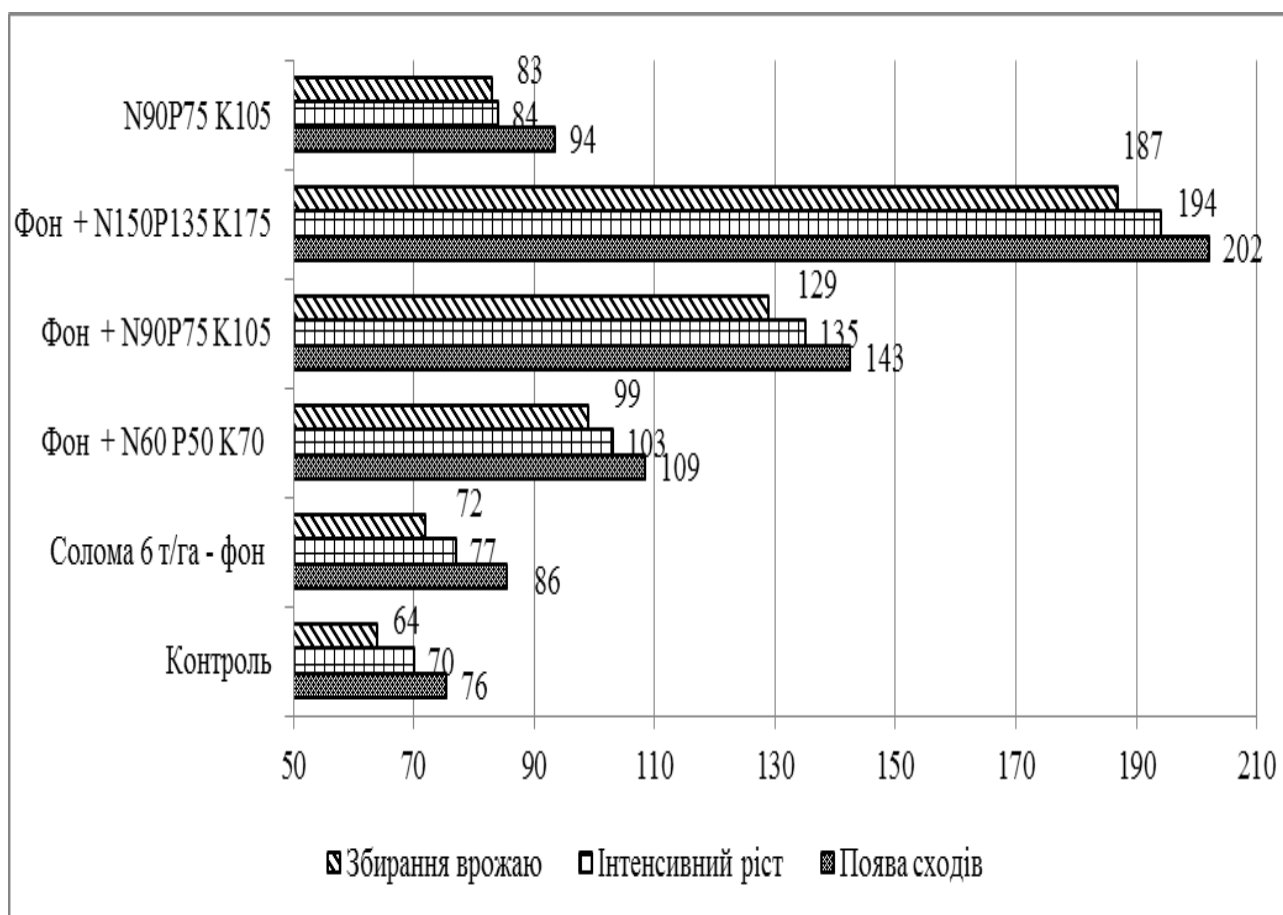


Рис. 5. Зміна вмісту рухомих сполук фосфору у шарі ґрунту 0–40 см у посівах буряку цукрового під впливом удобрення, мг/кг

Аналізуючи дані, можна простежити динаміку зниження вмісту фосфору від періоду появи сходів до збирання врожаю, що зумовлено активним використанням елемента рослинами в процесі росту та формування врожаю.

На контрольному варіанті (без добрив) вміст рухомих сполук фосфору був найнижчим протягом усього періоду вегетації — 76 мг/кг у фазу появи сходів, 70 мг/кг у фазу інтенсивного росту та 64 мг/кг під час збирання врожаю. Це свідчить про недостатнє фосфорне живлення рослин і виснаження запасів даного елемента в ґрунті.

У варіанті «Солома 6 т/га — фон» вміст рухомого фосфору зріс порівняно з контролем: 86 мг/кг при появі сходів, 77 мг/кг у період інтенсивного росту та 72 мг/кг під час збирання. Це пояснюється мінералізацією соломи, яка частково збагачує ґрунт поживними речовинами, однак забезпечення фосфором залишається на низькому рівні.

Більш суттєве підвищення спостерігається у варіанті «Фон + N60P50K70», де показники становили відповідно 103, 99 і 93 мг/кг. Це свідчить про активніше надходження фосфору в доступну форму та стабільніше забезпечення рослин.

У варіанті «Фон + N90P75K105» концентрація рухомих сполук фосфору зросла до 143 мг/кг на початку вегетації, 129 мг/кг у період інтенсивного росту та 125 мг/кг під час збирання. Це підтверджує високу ефективність поєднання органічних і мінеральних добрив у підвищенні родючості ґрунту.

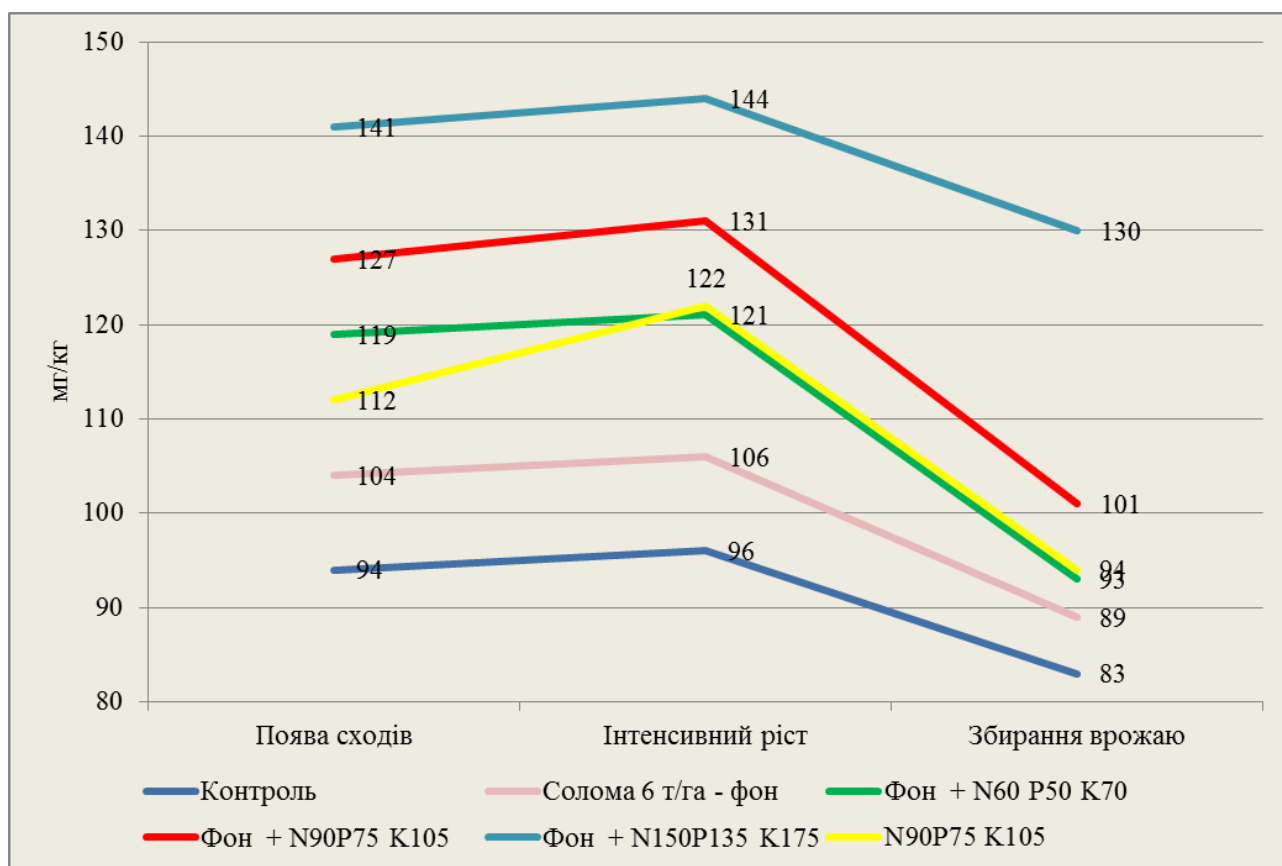
Найвищі показники зафіксовані у варіанті «Фон + N150P135K175», де вміст рухомого фосфору становив 202 мг/кг на початку вегетації, 194 мг/кг під час інтенсивного росту та 187 мг/кг при збиранні. Це свідчить про надзвичайно високий рівень забезпечення фосфором, що сприяє інтенсивному росту, розвитку коренеплодів і накопиченню цукрів.

Для порівняння, варіант «N90P75K105» без внесення соломи мав дещо нижчі показники: 94, 84 і 83 мг/кг відповідно, що вказує на позитивний вплив органічної складової (соломи) на підвищення ефективності мінеральних добрив.

Загалом, спостерігається закономірне зниження вмісту рухомих сполук фосфору від початку вегетації до збирання врожаю у всіх варіантах, що пояснюється інтенсивним споживанням елемента буряком цукровим. Найвищі значення фіксуються у варіантах із комплексним внесенням органічних і мінеральних добрив, що забезпечує оптимальний рівень фосфорного живлення протягом усього періоду росту.

Отже, ефективне поєднання органічних і мінеральних добрив не лише підвищує запаси рухомих сполук фосфору в ґрунті, а й сприяє підтриманню стабільного фосфорного режиму під час вегетації цукрового буряку, що є важливою умовою формування високої врожайності та цукристості коренеплодів.

Ми вивчали також зміну рухомого калію в процесі вегетації буряку цукрового (рис. 6).



Рисю 6. Зміна вмісту рухомих сполук калію у шарі ґрунту 0–40 см у посівах буряку цукрового під впливом удобрення, мг/кг

На початку вегетації (фаза 1) спостерігається порівняно високий рівень рухомих сполук калію у варіантах із внесенням мінеральних добрив. Найвищі показники отримано у варіанті Фон + N150P135K175 (141 мг/кг), що перевищує контроль (94 мг/кг) на 47 мг/кг.

У період інтенсивного росту (фаза 2) вміст калію досягає максимуму. Це можна пояснити мінералізацією органічних речовин (соломи, решток, органічної частини добрив), унаслідок чого у ґрунтовий розчин переходять нові порції обмінного калію; покращенням вологості або температурних умов, які активізують мікробіологічну діяльність і процеси вивільнення калію з мінералів; обмінними реакціями у ґрунті, коли частина калію переходить із фіксованих форм у рухомі.

До фази збирання (фаза 3) кількість рухомого калію в ґрунті знижується в усіх варіантах. Це пов'язано з його інтенсивним поглинанням рослинами на формування врожаю. Найменші залишкові запаси калію зафіксовані у варіанті

контролю (83 мг/кг), тоді як у варіанті Фон + N150P135K175 цей показник залишався найвищим (130 мг/кг).

4.2. Забезпеченість буряку цукрового азотом під впливом різних систем живлення

Оскільки азот є першочерговим елементом живлення, який практично формує урожай, то ми визначали забезпеченість рослин на даний елемент у фазу 5–6 листків (рис. 7).

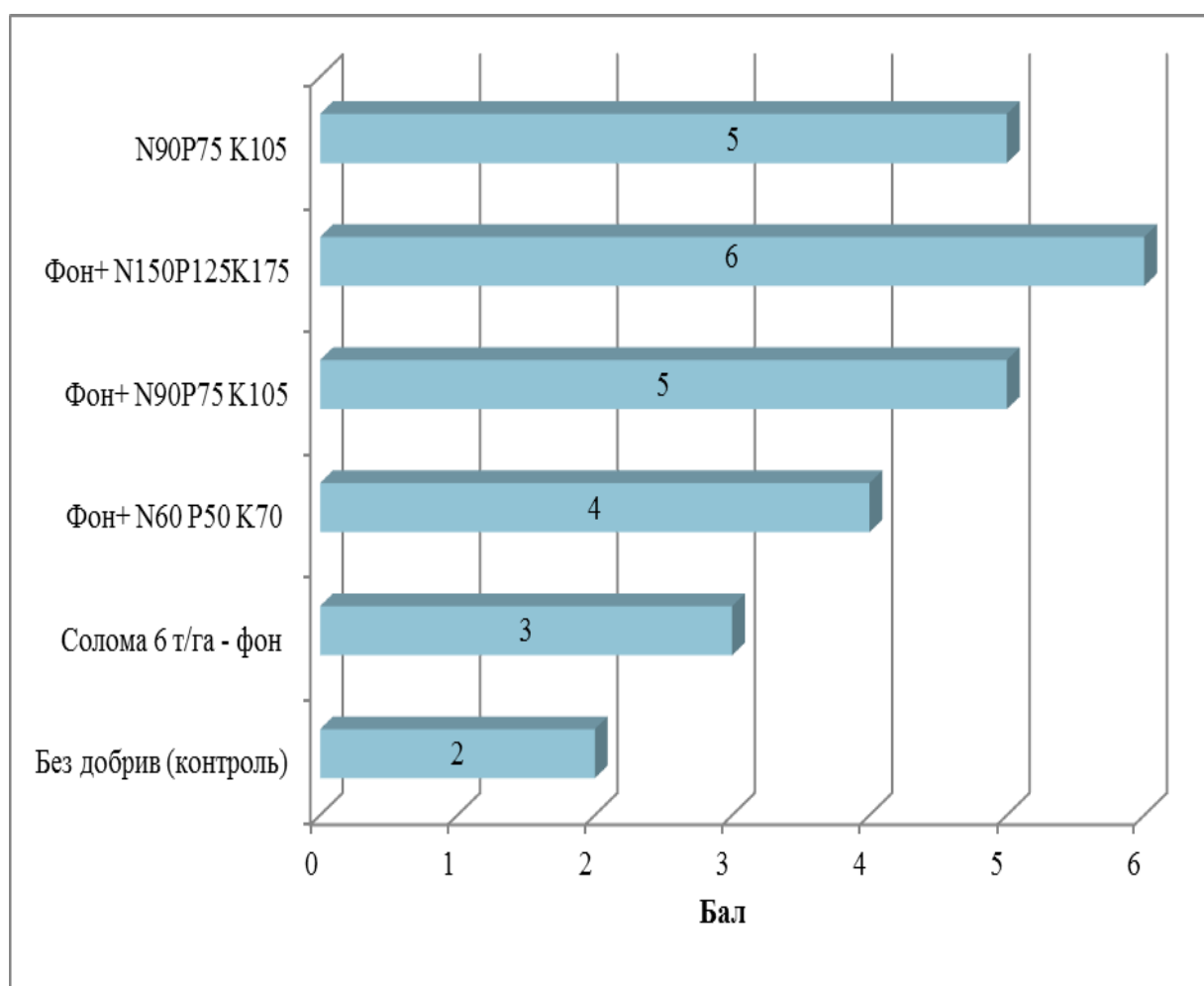


Рис. 7. Забезпеченість рослин азотом залежно від систем живлення

Досліджено, що на ділянках, де добрив не вносили, забезпеченість рослин азотом у даний період був низьким. Застосування усіх систем удобрення поліпшувало живлення рослин. Тож на всіх варіантах удобрення даний

показник був вищим, порівняно з контролем. За внесення соломи нормою 6 т/га ступінь забезпеченості був низьким. Це можна пояснити тим, що при розкладанні соломи елементи живлення для рослин стануть максимально доступними лише через 1–2 роки, тобто необхідно, щоб пройшли процеси мінералізації, а за внесення мінеральних добрив поживні речовини є відразу доступними для буряку цукрового. Тож у варіантах N90P75K105 і Фон + ступінь забезпеченості був високим, а у варіанті N150P135K175 – дуже високим.

Це в подальшому мало позитивний вплив на ріст, розвиток рослин та формування врожайності коренеплодів.

4.3. Вплив систем удобрення на формування листкового апарату

Листкова поверхня цукрового буряку відіграє вирішальну роль у формуванні врожайності, оскільки є основним органом фотосинтезу, який забезпечує рослину енергією та поживними речовинами для утворення біомаси. Хороша освітленість, тепло, волога та повітря в межах листкового покриву сприяють інтенсивнішому фотосинтезу, що безпосередньо впливає на розмір і якість коренеплодів. Листя перетворює світлову енергію на хімічну, виробляючи цукри, які є основою для росту коренеплоду. Чим ефективніше працює листкова поверхня, тим більше цукру накопичується в коренеплоді, що безпосередньо визначає його врожайність та цукристість [4, 10].

Оптимальне формування надземної структури (листкового покриву) забезпечує найкращий розподіл світла, тепла, вологи та повітря між рослинами, що сприяє інтенсивнішому фотосинтезу та вищій врожайності.

Отже, для досягнення максимальної продуктивності буряку цукрового необхідно забезпечити оптимальні параметри листкового апарату, адже вони забезпечують найвищий приріст врожайності з одночасним підвищенням технологічних показників коренеплодів [6, 18].

Площа листової поверхні рослин суттєво залежить від рівня живлення. За підвищеного агрофону вона зростає більш інтенсивно. Виявлено, що збільшення площі асиміляційної поверхні культури прослідковується під впливом удобрення (рис. 8).

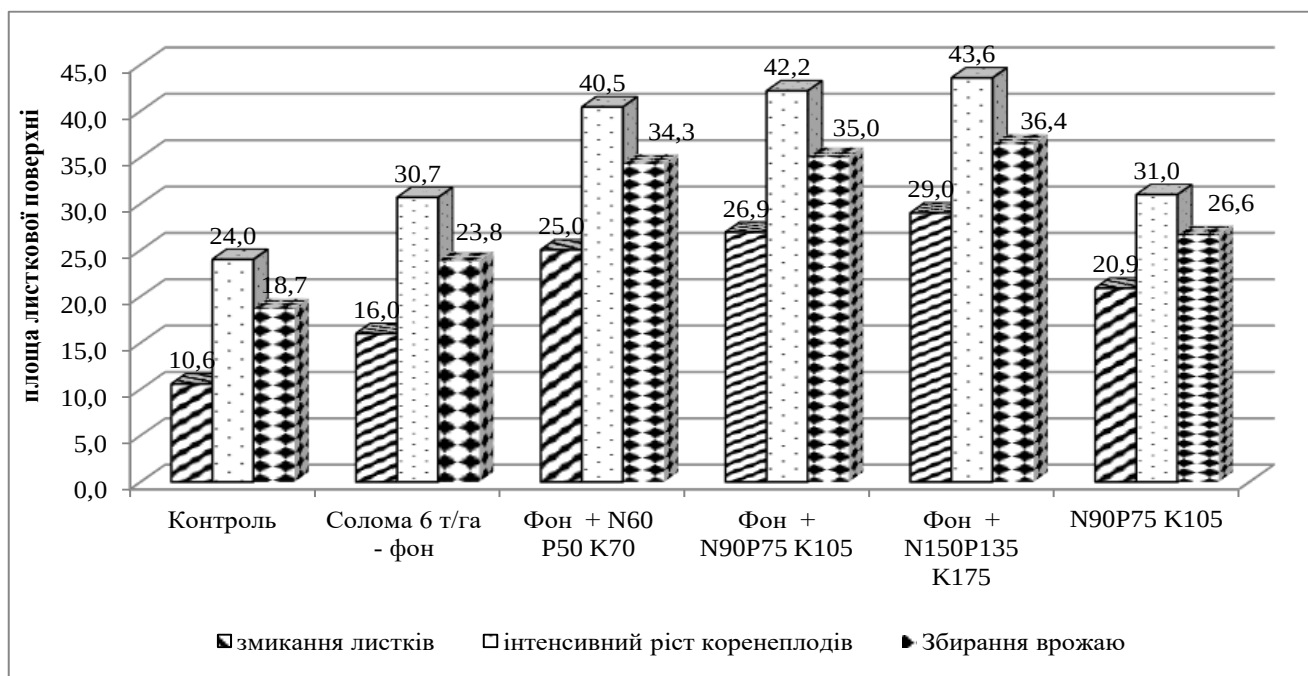


Рис. 8. Зміна площі листової поверхні на посівах буряку цукрового під впливом систем удобрення, тис. м²/га

У контрольному варіанті без внесення добрив площа листової поверхні була найменшою протягом усіх фаз росту, що свідчить про обмежене забезпечення рослин елементами живлення. Внесення соломи як органічного фону сприяло певному збільшенню показника, однак істотного ефекту досягнуто лише за поєднання органічного фону з мінеральними добривами.

Найвищі значення площі листової поверхні спостерігались у варіанті фон + N150P135K175, де створювалися оптимальні умови для росту та розвитку рослин, інтенсивного фотосинтезу й накопичення органічної маси. Порівняно високі показники зафіксовано також за внесення фон + N90P75K105, що свідчить про високу ефективність комплексного мінерального живлення.

Загальна тенденція демонструє, що з підвищенням рівня удобрення площа листової поверхні зростає, що забезпечує кращі умови для

фотосинтетичної діяльності рослин і, відповідно, формування більшого врожаю та вищої цукристості коренеплодів.

Отже, для отримання високих урожаїв цукрових буряків з добрими технологічними якостями необхідно створювати таку асиміляційну поверхню листків рослини, життєдіяльність яких забезпечувала б максимальний приріст маси коренеплоду і підвищувала б його цукристість.

4.4. Вплив систем живлення на врожайність буряку цукрового

Буряк цукровий – це унікальна високопродуктивна і високоприбуткова культура, яка ефективно використовує вологу ґрунту, вчетверо більше виділяє в атмосферу кисню, ніж 1 га змішаного лісу, і у стільки ж разів більше поглинає вуглекислого газу, є цінним попередником у сівозміні, сприяє очищенню полів від бур'янів, підвищує загальний рівень землеробства, дає високі врожаї за мінімальних доз внесення мінеральних добрив [32].

Дана культура належать до найурожайніших культур. Останніми роками у кращих господарствах її щорічні врожаї становили понад 55 т/га. Забезпечення високої продуктивності потребує запровадження комплексу агротехнічних заходів, найважливішими з яких є добір високопродуктивних гібридів, оптимізація системи мінерального живлення, ефективне контролювання чисельності бур'янів, шкідників та хвороб. Підвищення врожайності цукрових буряків на 30–40 % можна досягти за застосування оптимальних екологічно збалансованих доз органічних та мінеральних добрив. Найвищі врожаї цукрових буряків отримують за орґано-мінеральної системи удобрення. Подібні результати, було одержано і в наших дослідках.

У 2025 році спостерігалася чітка позитивна реакція цукрових буряків на внесення органічних і мінеральних добрив (табл. 2).

Таблиця 2

**Урожайність коренеплодів буряку цукрового залежно від різних норм
та видів добрив, т/ га**

Варіант досліджу	2025 р.	+,- до контролю	
		т/га	%
Без добрив (контроль)	34,9	–	–
Солома 6 т/га - фон	41,1	6,2	18
Фон + N ₆₀ P ₅₀ K ₇₀	49,3	14,4	41
Фон + N ₉₀ P ₇₅ K ₁₀₅	57,8	22,9	66
Фон + N ₁₅₀ P ₁₂₅ K ₁₇₅	63,3	28,4	81
N ₉₀ P ₇₅ K ₁₀₅	48,6	13,7	39
Середня врожайність по досліджу	49,2	–	–
НІР ₀₅	2,5	–	–

Найнижчу врожайність отримано на контрольному варіанті без внесення добрив — 34,9 ц/га, що свідчить про обмежену природну родючість ґрунту та нестачу доступних елементів живлення.

Внесення соломи 6 т/га як органічного фону сприяло підвищенню врожайності до 41,1 т/га, або на 6,2 т/га (17,8%) більше порівняно з контролем. Це пояснюється покращенням структурного стану ґрунту, підвищенням вмісту органічної речовини та активізацією мікробіологічних процесів.

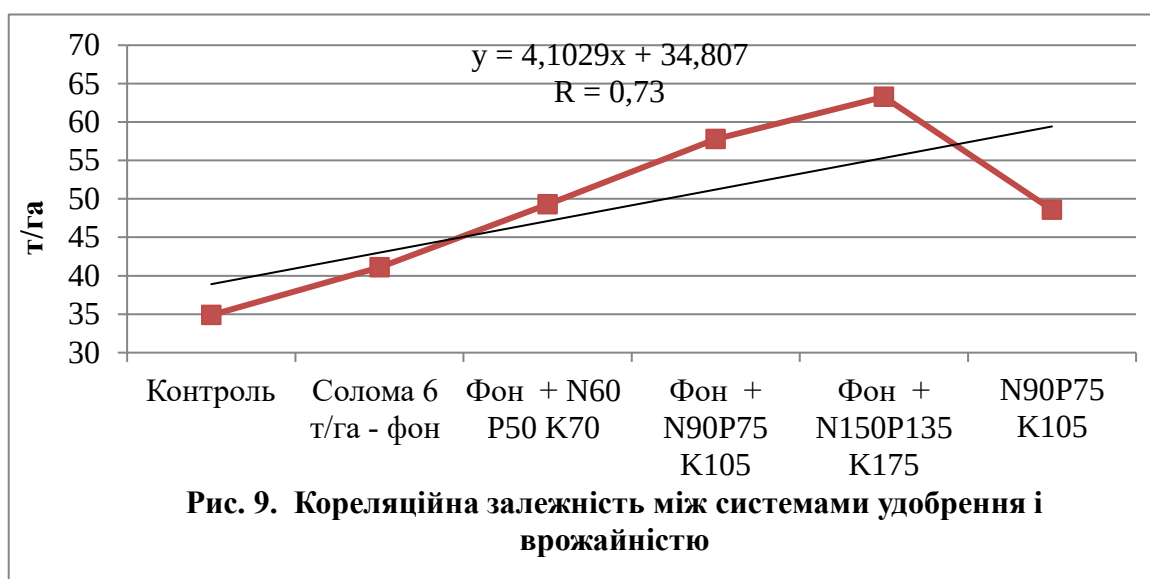
Застосування мінеральних добрив на фоні соломи істотно підвищувало продуктивність буряків. Так, за дози N₆₀P₅₀K₇₀ урожайність зросла до 49,3 т/га, що перевищує контроль на 14,4 т/га (41 %), а при N₉₀P₇₅K₁₀₅ – до 57,8 т/га, або на 22,9 т/га (66 %) більше, ніж без добрив.

Максимальний показник урожайності отримано за внесення N₁₅₀P₁₂₅K₁₇₅ на фоні соломи — 63,3 т/га, що на 28,4 т/га (81,4%) перевищує контроль.

Порівняння варіантів N₉₀P₇₅K₁₀₅ із та без органічного фону показало, що внесення соломи підвищує ефективність мінеральних добрив. Без фону урожайність становила лише 48,6 т/га, тоді як на фоні – 57,8 т/га, тобто різниця

складає 9,2 т/га ($\approx 19\%$). Це підтверджує доцільність комбінування органічних і мінеральних добрив для забезпечення стабільного живлення рослин.

Отже, з одержаних результатів видно, що застосування соломи як фону забезпечує стаке підвищення врожайності навіть без додаткового внесення NPK. Найвищий ефект досягнуто за сумісного внесення соломи 6 т/га + $N_{150}P_{125}K_{175}$, що свідчить про синергічну дію органічних і мінеральних джерел живлення. Цей висновок підтверджується кореляційною залежністю між врожайністю і системами удобрення (рис. 9).



Як видно з рисунку між нормами добрив і врожайністю коренеплодів існує сильний зв'язок, оскільки коефіцієнт кореляції $R = 0,73$.

Підвищення дози мінеральних добрив понад $N_{90}P_{75}K_{105}$ супроводжується зниженням граничної віддачі з одиниці діючої речовини, що важливо враховувати при економічному обґрунтуванні доз добрив.

Під час вегетації цукрових буряків формування врожаю залежить як від забезпечення поживними речовинами, погодних умов, так і від розмірів активної фотосинтезуючої поверхні посіву. Ріст коренеплоду і кореневої системи тісно пов'язаний з формуванням листків: чим раніше й більше утворюється листків, тим інтенсивніше росте головний корінь [4, 9, 10, 11].

Листки мають важливе значення не тільки для формування врожаю, але і для формування коренів та нагромадження в ньому цукру. Для перших листків

характерний швидкий ріст, але розвиваються вони не більше 35 днів. Приблизно з появи 10-го листка спостерігається уповільнення росту, але тривалість життя листків збільшується до 50–70 днів. Ріст 40–50-го листків знову прискорюється, а тривалість життя скорочується. При цьому нові листки з'являються швидше, ніж відмирають раніше сформовані, і загальна їх площа збільшується. Потім обидва процеси урівноважуються, але до кінця вегетації площа листків зменшується внаслідок посиленого їх усихання [9, 18, 24].

Масу листя (гички) ми визначали під час збирання коренеплодів. Ці дані наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Урожайність гички буряку цукрового в кінці вегетації залежно від різних норм і видів добрив, т/га

Варіант досліджу	2025 р.	+,- до контролю	
		ц/га	%
Без добрив (контроль)	34,9	–	–
Солома 6 т/га - фон	41,1	6,2	18
Фон + N ₆₀ P ₅₀ K ₇₀	49,3	14,4	41
Фон + N ₉₀ P ₇₅ K ₁₀₅	57,8	22,9	66
Фон + N ₁₅₀ P ₁₂₅ K ₁₇₅	63,3	28,4	81
N ₉₀ P ₇₅ K ₁₀₅	48,6	13,7	39
Середня врожайність по досліджу	49,2	–	–
НІР ₀₅	2,43	–	–

Результати досліджень демонструють значний вплив систем удобрення на врожайність гички. Середня врожайність по досліджу становила 49,2 т/га, що відображає загальний ефект використаних систем удобрення.

У контролі (без добрив) вона склала 34,9 т/га. Внесення 6 т/га соломи (як органічного фону) забезпечило приріст 6,2 т/га або 18 % до контролю, підвищивши врожайність до 41,1 т/га. Це свідчить про те, що навіть мінімальна доза органічних добрив позитивно впливає на приріст зеленої маси буряку

цукрового. Внесення мінеральних добрив у помірних дозах на фоні заробляння соломи (Фон + N60P50K70) підвищило врожайність до 49,3 т/га, що на 14,4 т/га (41 %) більше, порівняно з контролем.

Підвищена норма мінеральних добрив разом з фоном (Фон + N90P75K105) забезпечила значний приріст 22,9 т/га (66 %), а врожайності до 57,8 т/га.

Максимальна норма (Фон + N150P125K175) забезпечила найвищу врожайність гички – 63,3 т/га, що на 28,4 т/га (81 %) більше, ніж у контролі. Застосування лише мінеральних добрив без соломи (N90P75K105) забезпечило врожайність 48,6 т/га, що на 13,7 т/га (39 %) більше, ніж контроль, але цей показник був дещо нижчий, ніж при комбінації з соломною.

Більш вузьким співвідношення коренеплоди : гичка спостерігалось у варіанті, де добрив не вносили, і склало 1:0,44 (дод. Б). Найменшим воно було за внесення 6 т/га соломи, а максимальним у досліді (1:0,61) за найвищої дози добрив (Фон + N₁₅₀P₁₂₅K₁₇₅). Це явище є небажаним оскільки велика маси гички потребує значної кількості поживних речовин, які могли б бути використані рослинами для формування коренеплодів.

Отже, в роки проведення досліджень урожайність коренеплодів і гички залежала як від норм та систем удобрення.

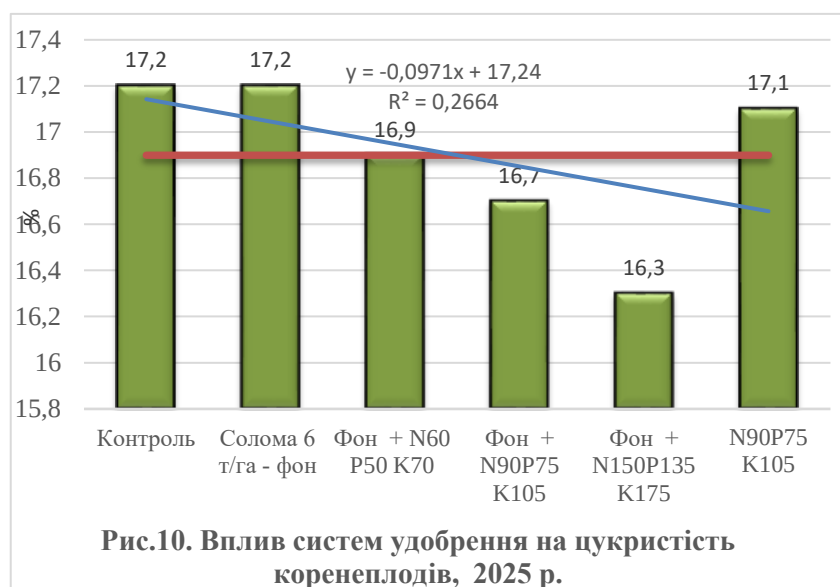
4.5. Цукристість коренеплодів залежно від системи удобрення

Протягом 24/25MP Україна експортувала 580 тис. тон цукру, що становить 32% виробленого країною обсягу. Показник експорту був на 16% менше попереднього маркетингового року, коли країна спрямувала на сторонні ринки 692 тис.тон.

Із загального експорту 2024/25MP 17% було спрямовано в країни ЄС, в той час як 83% – на Світовий ринок (у 2023/2024MP співвідношення становило 77% ЄС, 23% – Світовий ринок) [42].

Останніми роками спостерігається тенденція до зниження вмісту цукру в коренеплодах цукрових буряків та зменшення його виходу на цукрових заводах [29, 30, 31]. Раціонально розроблена система удобрення є одним із ключових чинників, що забезпечує інтенсивний ріст і розвиток рослин протягом усього періоду вегетації, підвищує врожайність коренеплодів і сприяє накопиченню цукру. Високої продуктивності можна досягти лише за системного використання мінеральних та органічних добрив, створення оптимального поживного середовища в ґрунті, збалансованого за основними елементами живлення, з урахуванням біологічних особливостей культури та ґрунтово-кліматичних умов її вирощування. Основним показником якості при вирощуванні цукрових буряків є цукристість коренеплодів, адже саме від урожайності та вмісту цукру в коренях безпосередньо залежить збір цукру з одиниці площі [42, 43].

Результати впливу систем удобрення, у тому числі біологічного спрямування, на цукристість коренеплодів наведені на рис. 10.



Якщо врожайність коренеплодів збільшувалась з підвищенням норм добрив, то цукристість коренеплодів мала тенденцію до зниження під впливом удобрення. До того ж значна кількість опадів, які випали в третій декаді вересня та упродовж практично всього жовтня, призвела до відростання гички та зниження вмісту цукру в коренях.

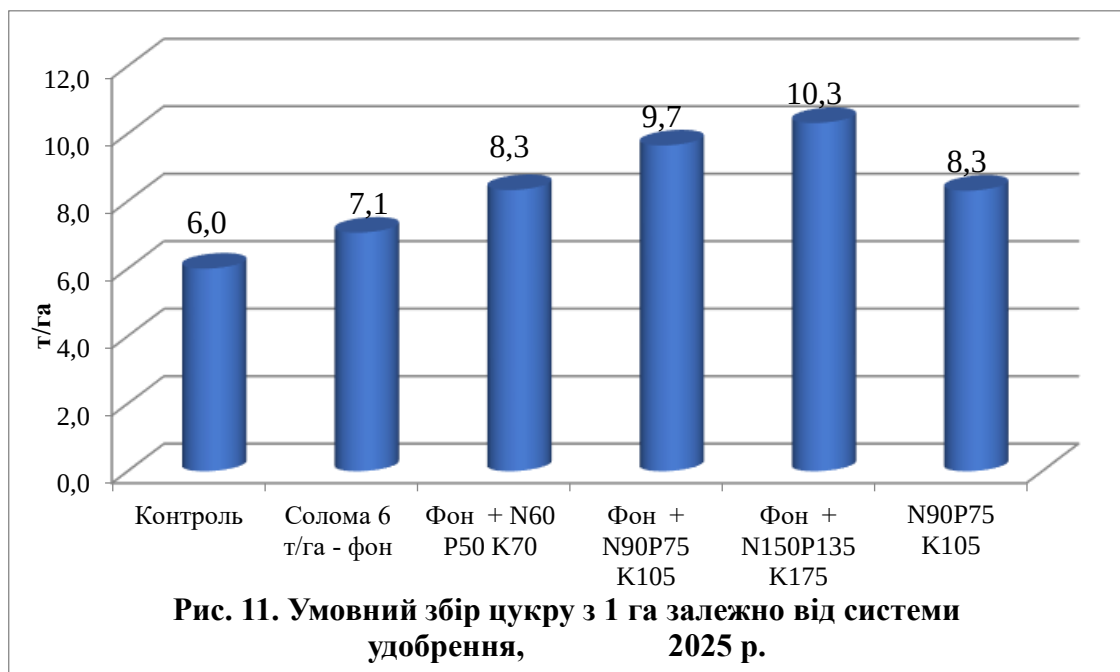
На ділянках, де добрив не вносили та за внесення 6 т/га соломи цукристість коренеплодів була максимальною і складала 17,2 %. У варіантах Фон + N₉₀P₇₅ K₁₀₅ та Фон + N₁₅₀P₁₂₅K₁₇₅ зниження цукристості максимальними. Це є негативним фактором, оскільки знижується вихід цукру з 1 га.

Побудована лінія тренду має негативний нахил:

$$y = -0,0971x + 17,24$$

Це свідчить, що із зростанням доз мінеральних добрив цукристість коренеплодів зменшується. $R^2 = 0,2664$ означає помірний зв'язок – тенденція помітна, але не є дуже сильною.

Вихід цукру з 1 га є показником, який відображає сукупний вплив погодних умов та агротехнічних заходів, зокрема удобрення та урожайність буряку цукрового. Він виступає основним об'єктивним критерієм, що поєднує як кількісні (врожайність), так і якісні (цукристість) характеристики коренеплодів. Саме збір цукру з одиниці площі є головним показником продуктивності фабричних буряків і практичним критерієм оцінки ефективності різних агротехнічних прийомів [7, 11]. Цей показник найбільш повно відображає реальну продуктивність культури. Ми провели розрахунки збору цукру з 1 га, які наведені на рисунку 11.

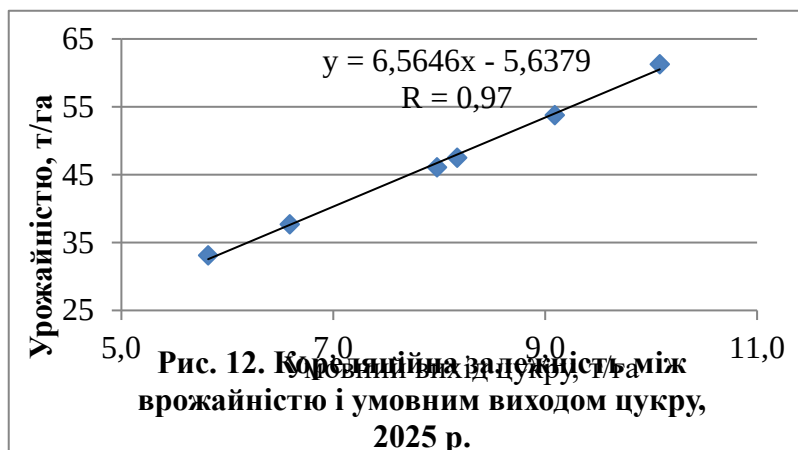


З наведеного рис. 11 видно, що внесення добрив істотно впливало на збір цукру з одиниці площі. У варіанті Без добрив (контроль) даний показник був найнижчим – 6,0 т/га. Внесення соломи 6 т/га (фон) підвищило збір цукру до 7,1 т/га, що на 1,1 т/га (18%) більше порівняно з контролем.

При поєднанні фону з мінеральними добривами (варіант N60P50K70) урожайність цукру зросла до 8,3 т/га, що на 38% більше від контролю. Найвищий показник одержано за варіанту Фон + N150P12N1255K175 – 10,3 т/га, що перевищує контроль на 4,3 т/га (72%). Варіант Фон + N90P75K105 забезпечив 9,7 т/га, тобто майже такий самий рівень, як і за максимальної дози добрив, але з меншими затратами.

Застосування лише мінеральних добрив без органічного фону (N90P75K105) дало нижчий результат – 8,3 т/га, що підтверджує позитивну дію поєднання органічних і мінеральних добрив.

Отже, систематичне внесення як органічних, так і мінеральних добрив забезпечує істотне підвищення збору цукру з 1 га. Найефективнішою виявилася система удобрення фон + N150P125K175, однак оптимальним з урахуванням економічної доцільності можна вважати варіант фон + N90P75K105, який забезпечив високий рівень збору цукру при менших витратах добрив.



В процесі дослідження було встановлено практично пряму кореляційну залежність між врожайністю і збором цукру (рис. 12) при цьому тіснота зв'язку була дуже сильною $R = 0,97$.

У дозах добрив існує певна зона оптимуму, за якої можна досягти максимального скоригованого виходу цукру. Якщо кількість добрив продовжує зростати, то збільшується і врожайність, натомість зменшується вмісту цукру. Цей показник дозволяє оцінити економічну ефективність застосування добрив, визначаючи, скільки додаткового цукру (та, відповідно, доходу) приносить кожна одиниця внесених добрив (рис. 13).

У більшості агрономічних досліджень солома не враховується як мінеральне добриво, бо вона: не містить поживних речовин у доступній для рослин формі (вони вивільняються лише після мінералізації, що триває 1–2 роки); діє опосередковано — поліпшує структуру ґрунту, вологозабезпечення, активізує мікробіологічні процеси; її ефект не еквівалентний мінеральним добривам (повільна дія, залежність від температури й вологості); тому окупність 1 кг добрив традиційно рахують лише для мінеральних NPK. Проте ми зробили орієнтовний розрахунок для порівняння ефекту, оскільки поживні речовини соломи вивільняються поступово.

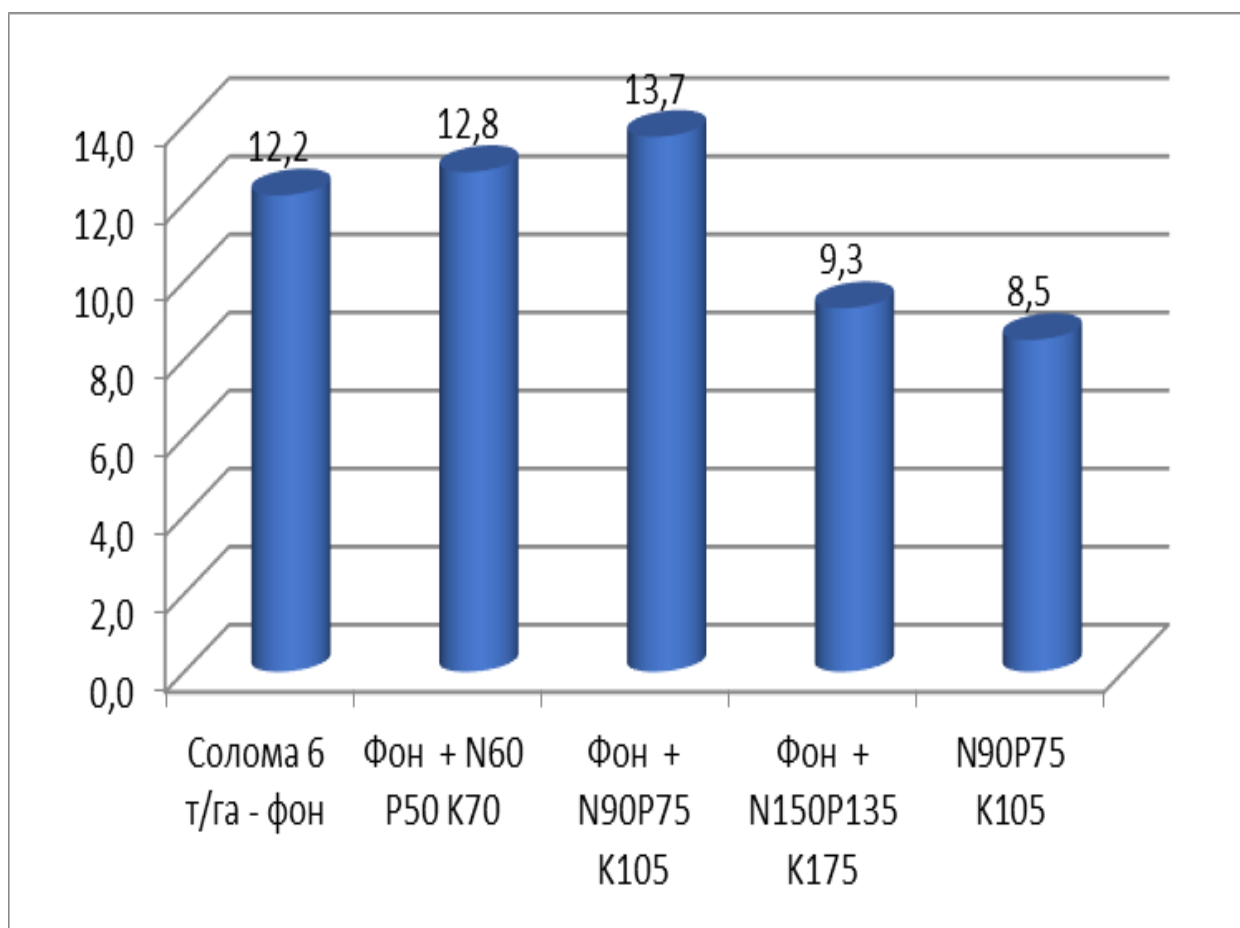


Рис. 13. Окупність 1 кг добрив цукром, кг

*Розрахунок окупності соломи здійснено умовно, виходячи з її середнього вмісту елементів живлення».

Найвищим даний показник був у варіанті Фон + N₉₀P₇₅ K₁₀₅. (13,7 кг). Дещо меншими вони були у варіанті Фон + N₆₀P₅₀K₇₀ (12,8) та зароблення соломи 6 т/га. У варіанті з максимальною нормою добрив (Фон+ N₁₅₀P₁₂₅K₁₇₅) вона була найменшою – 8,5 кг, що свідчить про на зниження ефективності від застосування високих доз добрив.

Отже, згідно проведених досліджень, за впливом на врожайність коренеплодів буряку цукрового найвищі прирости (22,9 та 28,4 т/га) було одержано у варіантах Фон + N₉₀P₇₅K₁₀₅ та Фон + N₁₅₀P₁₂₅K₁₇₅ відповідно. Цукристість коренеплодів мала зворотну залежність і зменшувалась зі збільшенням норм добрив. Найвищою вона була на ділянках без добрив та за органічної системи удобрення (солома 6 т/га). Окупність 1 кг добрив цукром була найвищою у варіанті Фон + N₉₀P₇₅ K₁₀₅.

РОЗДІЛ 5

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ПІД БУРЯК ЦУКРОВИЙ

Економічна криза, яка вразила країну і особливо агропромисловий комплекс, спричинила різкий спад виробництва цукросировини і цукру. Відсутність обігових коштів як у буряківників, так і в виробників цукру, недостатня забезпеченість матеріально-технічними ресурсами, недосконалість взаємовідносин між ними, а також порушення технології вирощування і переробки коренеплодів перетворили галузь у менш привабливу. Загальновідомо, що бурякоцукрова галузь за структурою витрат належить до матеріаломістких [45].

Проте є всі підстави сподіватися, що й за такого стану вона залишається стратегічно важливою для України. Для виведення її з фінансово-економічної та соціальної кризи й підвищення господарсько-економічних та екологічних показників необхідний комплекс заходів, які треба передбачити у державній програмі розвитку бурякоцукрового підкомплексу, з обов'язковим виконанням. Незважаючи на нинішній стан галузі, немає підстав, аби змінити своє ставлення до культури цукрових буряків, не вбачати в них пріоритетності, необхідності відродження у нових ринкових умовах. Адже зусиллями науковців розроблена біоадаптивна технологія вирощування буряків цукрових, яка адаптована до конкретних умов. Поряд з агротехнічними заходами боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами застосовуються хімічні засоби боротьби з ними з мінімальними нормами внесення [44].

Тож українська цукрова галузь демонструє успішну адаптацію до нових ринкових умов, переорієнтувавшись з моноекспорту на диверсифіковані напрямки. Попри глобальний профіцит цукру, унікальне географічне розташування України та тимчасові переваги створюють можливості для успішного експорту. Довгострокові перспективи залишаються позитивними завдяки зростанню світового споживання [43].

Собівартість досліджуваних нами варіантів залежала від вартості добрив та затрат на його застосування. Одним із головних показників ефективності вирощування цукрових буряків є рівень рентабельності (табл. 4).

Таблиця 4

**Ефективність застосування різних систем живлення
під буряк цукровий (у цінах 2025 р.)**

Показник	Контроль	Солома - фон	Фон+ N₆₀ P₅₀ K₇₀	Фон+ N₉₀P₇₅ K₁₀₅	Фон+ N₁₅₀P₁₂₅ K₁₇₅	N₉₀P₇₅ K₁₀₅
Врожайність, т/га	34,9	41,1	49,9	57,8	63,3	48,6
- в т.ч. приріст до контролю	—	6,2	15,0	22,9	28,4	13,7
Ціна реалізації, грн/т за базисну цукристість	1900	1900	1900	1900	1900	1900
цукристість коренеплодів, %	17,2	17,2	16,9	16,7	16,3	17,1
Ціна реалізації, грн/т з урахуванням цукристості	2042,5	2042,5	2006,9	1983,1	1935,6	2030,6
Вартість валової продукції, грн/га	71283	83947	100143	114625	122525	98688
- в т.ч. додаткова	—	12663,5	28500	45413,5	54971,7	27819,6
Матеріально-грошові витрати, грн./га	63198	64398	79952	87729	102083	87729
- в т.ч. додаткові	-	1200,0	16754,0	24531	38885	23331
Собівартість 1 т коренеплодів, грн.	1810,8	1566,9	1602,2	1517,8	1612,7	1805,1
Умовно-чистий доход, грн/га	8085	19549	20191	26896	20442	10959
- т.ч. додатковий	—	11464	12106	18811	12357	2874
Рівень рентабельності виробництва, %	13	30	25	31	20	12

Не зважаючи на подорожчання цін на паливо, насіння та засоби захисту, незмінність закупівельних цін на сировину системи удобрення позитивно впливали на одержання чистого прибутку, у т. ч. додаткового. Найменшим він був на ділянках – 8085 грн/га. Застосування соломи, як органічного фону, забезпечило одержання прибутку на рівні 19549 грн/га, що перевищувало контрольний варіант дослідів на 11464 грн/га та варіант, де вносилися лише

мінеральні добрива дозою $N_{90}P_{75}K_{105}$ – на 2874. Максимальний прибуток (26896 грн/га) забезпечила доза Фон+ $N_{90}P_{75}K_{105}$.

Стосовно рівня рентабельності, то в рік проведення дослідження він був невисоким і варіював в межах 12–31 %. Максимально рентабельним виявився варіант досліді з сумісним внесенням органічних і мінеральних добрив (Фон+ $N_{90}P_{75}K_{105}$). У цьому ж варіанті досліді додатковий чистий прибуток також був максимальним і складав 18811 грн/га. Виходячи з розрахунків економічної ефективності, можна стверджувати, що норма Фон + $N_{90}P_{75}K_{105}$ є більш економічно доцільною.

РОЗДІЛ 6

ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ АГРОХІМІКАТІВ ТА ОХОРОНА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек при внесенні агрохімікатів

У сучасних умовах інтенсивного розвитку сільського господарства, широкого впровадження нових технічних засобів механізації та індустріальних технологій виробництва особливого значення набуває забезпечення безпеки праці.

Перед виходом у поле проводиться його огляд та підготовка. Визначають місця для відпочинку та приймання їжі механізаторами — вони мають розташовуватися з підвітряного боку, на відстані не менше 200 м від місця роботи. У таких пунктах повинні бути питна та технічна вода, а також медична аптечка.

Не допускається, щоб добрива, розкидані однією машиною, потрапляли на іншу. Якщо одночасно працює кілька агрегатів, призначається старший зміни, який відповідає за дотримання техніки безпеки.

Після завершення робіт з мінеральними добривами працівники повинні прийняти душ, а спецодяг і засоби індивідуального захисту зберігати окремо від повсякденного одягу у спеціально відведених шафах або ящиках. При використанні респіраторів необхідно стежити за своєчасною заміною фільтрів [46].

Для запобігання травмам і аваріям необхідно розробляти комплекс спеціальних заходів, базуючись на аналізі стану охорони праці, наявності небезпечних виробничих факторів і умов, за яких вони можуть впливати на працівників. Такий підхід дозволяє вчасно виявляти та усувати потенційні загрози [73].

Кожен механічний виробничий фактор має власну зону дії, яка може бути постійною або змінною. У деяких випадках вона виходить за межі визначеної

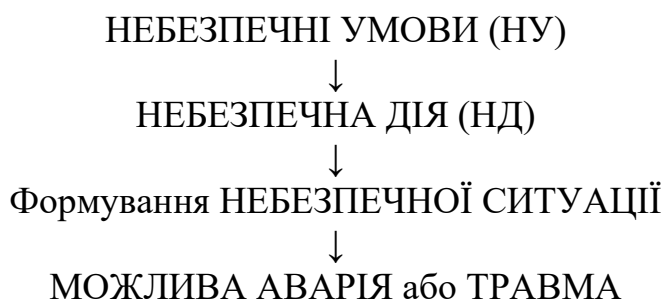
зони, тому працівник повинен добре знати можливі небезпеки, пов'язані з конкретним робочим місцем.

Небезпечна зона – це простір, у межах якого можливий вплив на працівника небезпечного або шкідливого фактору. Основними чинниками, що формують небезпечну зону при внесенні мінеральних добрив, є швидкість і напрямок вітру, леткість робочої речовини, рельєф місцевості тощо. Потрапляння працівника до небезпечної зони може бути наслідком відсутності огорожень, порушення технічних норм або помилкових дій.

Небезпечна дія (НД) – це дія оператора, що суперечить установленим нормам професійної поведінки й правилам безпеки під час виконання виробничих завдань. Вона може виникати внаслідок порушення регламентів, інструкцій з охорони праці чи норм експлуатації обладнання.

Небезпечні умови (НУ) формуються через конструктивні недоліки машин і обладнання, низький рівень організації виробництва чи недостатню технічну оснащеність. Саме вони часто стають основою виникнення виробничих небезпек, що можуть призвести до аварій або травм [73].

Таким чином, небезпечна ситуація виникає як наслідок небезпечних дій працівників у небезпечних умовах, тому головним завданням є профілактика та суворе дотримання правил охорони праці на всіх етапах внесення мінеральних добрив. Модель виробничої небезпеки під час внесення агрохімікатів:



НД1 – робітник не використовує респіратор.

НС1 – вдихання пилу та парів агрохімікатів.

О – отруєння робітника.

НУ1 – допуск до роботи з агрохімікатами некваліфікованих працівників.

НУ2 – паління у хімічному складі.

НД2 – незагасений робітником недопалок.

НС2 – загоряння агрохімікатів (вибух).

Т – травма.

В цілому організація роботи відповідає вимогам з питань охорони праці. Але поряд з цим є суттєві недоліки. Тому необхідно, щоб головні спеціалісти галузей постійно стежили за виконанням правил безпеки праці працівниками. Необхідно своєчасно знешкоджувати і прати спецодяг, організовувати очистку правильне зберігання агрегатів для внесення агрохімікатів.

6.2. Вплив удобрення на стан ґрунтового середовища та довкілля

Не можна оминати увагою той факт, що в сучасних умовах антропогенний тиск на навколишнє природне середовище набуває дедалі більшого масштабу. Одним із важливих чинників цього тиску є застосування агрохімікатів, які, будучи складовою інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, не лише забезпечують підвищення врожайності культур, але й створюють низку екологічних проблем. Серед них головною є негативний вплив на стан ґрунтового середовища, водних ресурсів і біорізноманіття.

Численні наукові дослідження агрохіміків довели, що різні види та форми добрив неоднаково впливають на фізико-хімічні й біологічні властивості ґрунту. Потрапляючи у ґрунтове середовище, мінеральні добрива вступають у складні взаємодії з його компонентами — відбуваються процеси сорбції, десорбції, гідролізу, комплексоутворення, що залежать від хімічного складу добрив, типу ґрунту, погодних умов, агротехнічних прийомів і виду вирощуваних культур [47].

Негативний вплив добрив на довкілля зумовлений насамперед хімічним складом агрохімікатів, наявністю баластних домішок і токсичних елементів. Відомо, що рівень забруднення добрив важкими металами (кадмій, свинець, нікель, ртуть тощо) визначається якістю вихідної сировини та технологією їх

виробництва. Зокрема, практично всі фосфорні руди містять стронцій, кадмій, рідкісноземельні та навіть радіоактивні елементи. Розширення обсягів використання фосфорних і комплексних добрив призводить також до забруднення навколишнього середовища сполуками фтору та миш'яку.

До істотних недоліків мінеральних добрив належать залишкова кислотність, надмірна розчинність, а також фізіологічна кислотність або лужність, що виникають внаслідок переважного засвоєння рослинами катіонів або аніонів. Тривале застосування фізіологічно кислих або лужних добрив може змінювати реакцію ґрунтового розчину, знижувати вміст гумусу, сприяти втратам поживних речовин і підвищенню рухомості токсичних елементів. Крім того, локальні осередки високої концентрації катіонів у місцях внесення добрив негативно впливають на фізико-хімічні, структурні та біологічні властивості ґрунту.

Разом із тим, слід підкреслити, що негативний вплив добрив часто перебільшують. На відміну від пестицидів або техногенних забрудників, більшість мінеральних добрив при раціональному використанні не становлять безпосередньої загрози для екосистем. Тому головним завданням сучасної агрохімії є розроблення екологічно збалансованих систем удобрення, які поєднують високу продуктивність із мінімальним впливом на навколишнє середовище.

Особливу увагу необхідно приділяти дослідженню процесів сорбції, міграції та трансформації токсичних сполук у ґрунті, що дозволить запобігти накопиченню шкідливих елементів у агроценозах і продукції рослинництва [47].

Результати досліджень свідчать, що найбільший екологічний ризик становлять фосфорні та калійні добрива, які часто містять підвищені концентрації важких металів. Потрапляючи у ґрунт, ці елементи пригнічують процеси трансформації азоту, знижують мінералізацію органічних речовин, інгібують активність ґрунтових ферментів і зменшують біологічну активність ґрунту в цілому. Це проявляється у зниженні ферментативної активності,

уповільненні розкладання органічних решток, погіршенні структури та родючості ґрунту.

З огляду на це, сучасна концепція хімізації землеробства має базуватися на принципах екологічно безпечного удобрення, що включає:

- використання добрив з очищеної сировини, з низьким вмістом важких металів;
- чергування фізіологічно кислих і лужних форм добрив для підтримання нейтральної реакції ґрунту;
- локальне або дозоване внесення добрив із точним урахуванням потреб культур;
- поєднання мінеральних і органічних добрив для підвищення буферності та біологічної стійкості ґрунту;
- застосування біопрепаратів і мікробіологічних інокулянтів, що сприяють кращому засвоєнню поживних речовин і зменшують їхні втрати.

Крім того, важливим напрямом є моніторинг вмісту важких металів і токсикантів у ґрунтах сільськогосподарського призначення, що дозволяє своєчасно виявляти тенденції до накопичення шкідливих елементів і запобігати деградаційним процесам.

Таким чином, проблема впливу мінеральних добрив на навколишнє середовище є комплексною і вимагає системного. Лише за умови дотримання принципів збалансованого землеробства можливо забезпечити довготривалу родючість ґрунтів і стабільність агроландшафтів.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що застосування органо-мінеральної системи удобрення у сівозміні створює оптимальні умови для живлення буряку цукрового, сприяючи поліпшенню поживного режиму ґрунту та підвищенню ефективності використання елементів живлення рослинами.

2. Визначено, що вміст мінерального азоту у ґрунті зменшувався протягом усього періоду вегетації буряку цукрового, що свідчить про його активне засвоєння культурами. Найвищі показники вмісту мінерального азоту на час появи сходів (40,2 мг/кг ґрунту) відзначено у варіанті Фон + N150P125K175.

3. Встановлено, що вміст рухомих сполук фосфору максимально знижувався у перший період вегетації. Вміст рухомих сполук калію у ґрунті мало змінювався від фази появи сходів до змикання листків у рядках, проте у фазі формування коренеплодів спостерігалось істотне зниження цього показника: в органічній системі на 17 мг/кг, у мінеральній — на 27 мг/кг, а в органо-мінеральній — на 14–29 мг/кг ґрунту залежно від рівня удобрення.

4. Системи удобрення впливали на ростові процеси буряку цукрового, підвищуючи площу листової поверхні. Максимальною вона була у варіантах Фон + N90P75K105 і Фон + N150P125K175 і склала відповідно 42, та 43,6 тис.м²/га.

5. Максимальну врожайність коренеплодів буряку цукрового — 63,3 т/га отримано у варіанті Фон + N150P125K175, що на 81 % перевищувало врожайність контрольного варіанту без удобрення.

6. Встановлено зворотну залежність між рівнем удобрення та цукристістю коренеплодів: зі збільшенням доз добрив вміст цукру знижувався. Найвищу цукристість (17,2 %) зафіксовано у варіантах без добрив та за внесення 6 т/га соломи, в той же час, як максимальний умовний вихід цукру (10,3 /га) отримано за внесення Фон + N150P125K175.

7. Економічний аналіз показав, що найбільш ефективним за рівнем рентабельності (31 %) був варіант Фон + N90P75K105, у якому забезпечено і найвищий додатковий чистий прибуток — 18811 грн/га.

.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вплив довготривалого внесення добрив на врожайність та енергетичну продуктивність буряків цукрових. / Стрілець О. П., Саблук В. Т., Доронін В. А., Сінчук Г. А., Самаріна Н. М., Сенчук С. М. Біоенергетика. 2024. №1 (23). С. 26–27.
2. Кернасюк Ю. Цукрові перспективи сезону-2024/25. Агробізнес сьогодні. 06.12.2024. <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/31265-tsukrovi-perspektyvy-sezonu2024-25.htm>
3. Іващенко О. О., Іващенко О. О. Рослинництво як основа виробництва біопалива. Збірник наукових праць ІБКіЦБ. 2011. Вип. 12. С. 24–32.
4. Технічні культури. / О.С. Городецький, Л.М. Качан, С.П. Вахній, В.С. Хахула; За ред. О.С. Городецького. Біла Церква, 2018. 288 с.
5. Горлінський О. Вплив системи удобрення на урожайність буряку цукрового. Збірник студентських наукових праць. 2022. №3(7). С. 59.
6. Цвей Я. П., Присяжнюк О. І., Бондар С. О., Сенчук С. М. Технологічні якості коренеплодів буряків цукрових залежно від удобрення та сівозмін. Plant Varieties Studying and Protection. 2019. Т. 15. № 1. С. 99–104.
7. Сінченко В. М., Пиркін В. І. Управління процесами біоадаптивної технології виробництва цукрових буряків. Цукрові буряки. 2013. № 3. С. 6–13.
8. Данюк М.С. Оптимізація дози азотних добрив за альтернативного удобрення буряків цукрових. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Шляхи інноваційного розвитку агровиробництва в Україні» 15 червня 2022; Рівне, 2022. С. 64-66.
9. Іваніна В. В., Данюк М. С. Вплив альтернативних систем удобрення на фонд мінерального азоту ґрунту та продуктивність буряків цукрових. Віник аграрної науки. 2022. №10. С. 6–11.
10. Карпук Л. М. Фотосинтетична продуктивність цукрових буряків залежно від агротехнічних прийомів вирощування. Матеріали III Міжнар.

наук.-практ. конф. молодих вчених [«Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур»] К., 2014. С. 84–92.

11. Яких елементів живлення вимагає цукровий буряк. Агроексперт Трейд. 24.01. 2025. Режим доступу: <https://agroexp.com.ua/uk/elementy-pitaniya-dlya-saharnoy-svekly>.

12. Draycott, A. P., Christenson D. R. Nutrients for Sugar Beet Production. Soil-Plant Relationships. CABI Publishing, Wallingford, 2003. pp. 242.

13. Martyniuk S., Piķuła D., Kozieł M. Soil properties and productivity in two long-term crop rotations differing with respect to organic matter management on an Albic Luvisol. Scientific Report. 2019. Vol. 9. P. 1878. doi: 10.1038/s41598–018–37087–419, 20.

14. Barlog, P., W. Grzebisz, K. Peplinski and W. Szczepaniak Sugar beet response to balanced nitrogen fertilization with phosphorus and potassium. Part I. Dynamics of beet yield development. Bulg. J. Agric. Sci., 2013. 19: 1311-1318.

15. Ahmad I., Ahmad B., Ali S. Nutrients management strategies to improve yield and quality of sugar beet in semi-arid regions. Journal of Plant Nutrition. 2017. Vol. 40(15). P. 2109– 2115. doi: 10.1080/01904167.2016.1267207;

16. Kabil E. M., Faize M., Makroum K. Effect of Compost Made with Sludge and Organic Residues on Soil and Sugar Beet Crop in Morocco. Journal of Agronomy, 2015. №14. PP. 264-271.

17. Коваленко І. Міндобрива: припосівне внесення. Агробізнес сьогодні. 20 березня 2023. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/26430-mindobryva-pryposivne-vnesennia.html>.

18. Ганженко О.М. Агроекологічні основи формування продуктивності цукроносних культур для біопалива: монографія. Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2023. 320 с.

19. Bagherzadeh A., Kalat S. M. N., Hajian J. Effects of Residual Wheat Straw and Nitrogen Fertilizer on Yield and Quality of Sugar Beet in a Semi-Arid Region. Sugar Tech. 2013. Vol. 16(2). P. 189–194.

20. Gavryliuk A. Plowing straw requires additional nitrogen application. AgroTimes. 2020. Режим доступу: <https://agrotimes.ua/agronomiya/zaoryuvannya-solomy-potrebuye-dodatkovogo-vnesennya-azotu>.

21. Єгоров А. В. Вплив мінеральних добрив на продуктивність цукрових буряків в Степу України : кваліфікаційна магістерська робота : спец. 201 «Агрономія» / наук. кер. Г. А. Кулик ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. Кропивницький : ЦНТУ, 2024. 62 с.

22. Гангур В. В., Браженко І. П., Крамаренко І. В., Сокирко П. Г. Порівняльна оцінка продуктивності посівів буряку цукрового при вирощуванні беззмінно та в сівоzmіні. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2011. №1. С. 12–15.

23. Данюк М.С., Іваніна В.В. Біологізація системи удобрення та продуктивність буряків цукрових. Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції» 23 червня 2022; Вінниця, 2022. С. 115-117.

24. Бутов В. М., Оглобліна В. М. Продуктивність цукрових буряків у короткоротаційній сівоzmіні з елементами біологізації в умовах зрошення // Цукрові буряки. 2013. № 6. С. 7–11.

25. Іваніна В., Стрілець О., Зацерковна Н. Особливості живлення цукрових буряків. Пропозиція. 23.04.2024. Режим доступу: <https://propozitsiya.com/articles/ahrokhimiya-dobryva/osoblyvosti-zhyvlennya-tsukrovykh-buryakiv>.

26. Tarkalson D.D., Bjorneberg D.L., Lentz R.D. Effects of Manure History and Nitrogen Fertilizer Rate on Sugar Beet Production in the Northwest US. Crop Forage & Turfgrass Management. 2018. № 4(1).

27. Hlisnikovsky L., Mensik L., Krizova K., Kunzova E. The Effect of Farmyard Manure and Mineral Fertilizers on Sugar Beet Beetroot and Top Yield and Soil Chemical Parameters. Agronomy. 2021. 11(1). P. 133.

28. Карпук Л. М. Формування продуктивності цукрових буряків залежно від агротехнічних прийомів вирощування. «Агробіологія»: збірник наукових праць. Біла Церква, 2013. Вип. 11. С. 60–64.

29. Заришняк, А. С., Стрілець, О. П., Саблук, В. Т., Доронін, В. А., Сінчук, Г. А., Самаріна, Н. М., Мазур, Г. М., Шикирява, О. В. (). Вплив добрив і вапнування на стан ґрунту та продуктивність буряків цукрових. *Новітні агротехнології*, 2024. 12(1). С. 26–27.

30. Іваніна В. В., Табачук О. О. Продуктивність буряка цукрового за альтернативного орґано-мінерального удобрення. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2023. Вип. 3. С. 29–36.

31. Орловський М. Й. Наукове обґрунтування альтернативної системи удобрення цукрових буряків. Цукрові буряки. 2008. № 3–4. С. 27–30.

32. Іваніна, В. В., Гурська, В. М. Вплив традиційних та альтернативних систем удобрення на продуктивність буряків цукрових. *Новітні агротехнології*. 2024. 12(1). С. 29–36.

33. Присяжнюк О. І., Шульга С. С. Формування продуктивності та технологічної якості буряків цукрових в умовах континентального клімату. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2022. Вип. 30. С. 79– 95.

34. Сінченко В. М., Широкоступ О. В., Пиркін В. І. Науково-виробничий досвід отримання високих врожаїв буряків цукрових. Цукрові буряки. 2017. № 2. С. 8–10.

35. Пьотр Шульц. Збалансоване живлення цукрових буряків. Агроном. 01.11.2024. Електронний ресурс. [google.com/search?q=вплив+соломи+та+мінеральних+добрив+на+продуктивність+цукрових+буряків&sca_esv=f442afecdae9aeb2&rlz=1C1GCEA_enUA1014UA1014&biw=1366&bih=625&sxsrf=AE3TifNBjBTQggo0m](https://www.google.com/search?q=вплив+соломи+та+мінеральних+добрив+на+продуктивність+цукрових+буряків&sca_esv=f442afecdae9aeb2&rlz=1C1GCEA_enUA1014UA1014&biw=1366&bih=625&sxsrf=AE3TifNBjBTQggo0m).

36. Остапчук М. О., Поліщук І. С., Мазур В. А. Вплив удобрення на біологічну врожайність цукрових буряків в умовах дослідного поля ВНАУ.

Органічна платформа. 2020. Секція. http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/3vze/zb_m/t2/tom_2_s05_p_466_467.pdf С. 466–467.

37. Вплив зрошення та внесення азотних добрив на врожайність та якість цукрових буряків в умовах помірного клімату. УКРЦУКОР. 26.08. 2020. Режим доступу: <http://ukrsugar.com/uk/post/vpliv-zrosenna-ta-vnesenna-azotnih-dobriv-na-vrozajnist-ta-akist-cukrovih-burakiv-v-umovah-pomirnogo-klimatu>.

38. Висів сидератів перед цукровими буряками. Superagronom. 21.02. 2024. <https://superagronom.com/news/18523-visiv-siderativ-pered-tsukrovimi-buryakami-pro-perevagi-rozpoviv-fermer>.

39. Цимбал Я. С., Бойко П. І., Мартинюк І. В., Бакумова М. В. Продуктивність буряків цукрових у різноротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу за органо-мінерального удобрення. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2022. Вип. 4. С. 12–18.

40. Нові гібриди буряків цукрових як сировина для виробництва біопалива, зокрема біоетанолу. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bio.gov.ua/uk/bioenergy/news/novi-gibrydy-buryakiv-cukrovyh-yak-syrovyna-dlya-vyrobnyctva-biopaliva-same-bioetanolu> (дата звернення: 11.02.2024).

41. ГРУНТ

42. Підсумки маркетингового року 2024/25. УКРАГРОЦУКОР. 10.09.2025. Електронний ресурс. <http://www.ukrsugar.com/uk/post/pidsumki-marketingovogo-roku-2024/25>.

43. Сінченко В. М. та ін. Повернути цукрові пріоритети. Агрономія Сьогодні. 13.05.2016. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/651-povernuty-tsukrovi-priorytety.html>.

44. Маковей Ю. Ціни на цукор і світовий ринок – що чекає бурякову галузь. Kurkul. 9 вересня 2025. <https://kurkul.com/spetsproekty/1781-tsini-na-tsukor-i-svitoviy-rinok--scho-chekaye-buryakovu-galuz>

45. Економіка Сінченко В. М. Та ін. Повернути цукрові пріоритети. Агрономія Сьогодні. 13 травня 2016 13:05. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/651-povernuty-tsukrovi-priorytety.html>

46. Федоренко М. Охорона праці у сільському господарстві. Експертус. 20.06. 2023. Електронний ресурс. <https://op.expertus.com.ua/consultations/1973>.

47. Використовуйте добрива та пестициди безпечно! Головне управління Держпродспоживслужби у Вінницькій області. 26.04. 2025. Електронний ресурс. <https://www.vingudpss.gov.ua/>.