

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту
«_____» 2024 р.
Гарант освітньої програми,
кандидат с.-г. наук, доцент
_____ Ірина ДІОРДІЄВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОДОБРИВОМ
НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ
ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент II курсу, групи 26 м-а
спеціальності 201 Агрономія

ТКАЧЕНКО Ярослав Русланович

Керівник: Олена ЧЕРНО, к. с.-г. н., доцент

Умань–2024

ЗМІСТ

	ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1.	СИСТЕМА УДОБРЕННЯ – ЯК ГОЛОВНИЙ ЧИННИК ВПЛИВУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО.....	5
1.1	Особливості умов живлення рослин буряку цукрового.....	5
1.2	Роль мікроелементів у формуванні врожайності буряку цукрового	7
РОЗДІЛ 2.	ОБ’ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	14
2.1	Біологічна характеристика буряку цукрового.....	14
2.2	Характеристика гібриду Козак.....	14
2.3	Характеристика мікродобрих.....	15
РОЗДІЛ 3.	УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	17
3.1	Ґрунтові умови.....	17
3.2	Погодні умови	17
3.3	Схема досліджу.....	19
3.4	Агротехніка вирощування буряку цукрового.....	20
3.5	Методика проведення досліджень	21
РОЗДІЛ 4.	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
4.1	Зміна вмісту елементів мінерального живлення у ґрунті в процесі росту рослин буряку цукрового.....	22
4.2	Ріст і розвиток рослин буряку цукрового залежно від макро- і мікродобрих.....	25
4.3	Вплив позакоренових підживлень мікродобривами на хімічний склад рослин буряку цукрового.....	30
4.4	Вплив позакоренового підживлення мікродобривами на продуктивність буряку цукрового.....	32
РОЗДІЛ 5.	ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ МІКРОДОБРИВАМИ НА ПОСІВАХ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО.....	38
РОЗДІЛ 6.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ НА ПОСІВАХ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО.....	41
6.1	Моделювання виробничих небезпек під час внесення добрив під буряк цукровий.....	41
6.2	Охорона навколишнього природного середовища за внесення мінеральних добрив.....	43
	ВИСНОВКИ	46
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
	ДОДАТКИ	53

ВСТУП

Актуальність теми. Вже декілька сезонів поспіль буряк цукровий приносить стабільно високі прибутки фермерам. Це пов'язано зокрема і з тим, що на відміну від більшості експортних культур, його продають на переробні заводи в Україні й ціна на нього залишається стабільною [1]. Численні дослідження свідчать, що ефективними заходами формування високої врожайності та цукристості коренеплодів у сучасних технологіях вирощування буряків цукрових є високопродуктивні гібриди, застосування стимуляторів та хелатних форм мікродобрих [2–3].

Нині позакореневе підживлення культур мікродобривами поступово набуває широкого застосування, і це дало змогу підвищити коефіцієнти використання поживних речовин, а це в свою чергу, підвищити продуктивність культури. Вивчення різних мікродобрих, які застосовуються у позакореневе підживлення буряку цукрового на фоні внесення мінеральних добрив, є тими заходами, які впливають на підвищення продуктивності культури та показники економічної ефективності її вирощування [4].

Досить обмежена і суперечлива кількість наукових досліджень з цього питання робить ці дослідження актуальними.

Тому метою досліджень було виявлення закономірностей формування врожайності і технологічних якостей буряку цукрового, залежно від застосування макро-і мікродобрих.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вивченні впливу позакореневого підживлення мікродобривами на формуванні продуктивності буряку цукрового в умовах Правобережного Лісостепу.

Обґрунтовано економічну доцільність мінеральних добрив та на їх фоні позакореневого підживлення мікродобривами у формуванні продуктивності буряків цукрових. Встановлено вплив сумісного застосування добрив та мікродобрих на цукристість і технологічні якості коренеплодів.

Практична цінність одержаних результатів полягає у встановленні ефективності дії макро-і мікродобрих на продуктивність та якість коренеплодів буряку цукрового.

Апробація досліджень. Результати досліджень доповідались на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання агротехнологій» присвяченій 150-річчю академіка О. І. Душечкіна (м. Умань, 24 листопада 2024 р.).

РОЗДІЛ 1

СИСТЕМА УДОБРЕННЯ – ЯК ГОЛОВНИЙ ЧИННИК ВПЛИВУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО

1.1. Особливості живлення буряку цукрового під впливом удобрення

Буряк цукровий – одна з найбільш вимогливих культур до умов елементів живлення і потребує їх у великій кількості. Тому оптимізація мінерального живлення рослин – найбільш істотний спосіб регулювання фізіологічних процесів, що визначає продуктивність культури.

Дослідження показали, що елементи живлення надходять у рослини буряків цукрових упродовж усього вегетаційного періоду [5–6]. Поглинання поживних елементів буряками цукровими, за даними вчених, починається у фазі проростання насіння. У наступні фази росту та розвитку надходження поживних речовин у рослини зростає, що зумовлено посиленням темпів розвитку кореневої системи і листкового апарату [7–8].

Протягом вегетаційного періоду потреба цукрових буряків в окремих елементах живлення змінюється. Одразу після проростання насіння, через низький вміст вуглеводів у проростках, надмірне азотне живлення негативно впливає на їхній ріст і розвиток. Тому на початкових етапах варто уникати надлишку азоту. У фазі формування листя рослині потрібні всі елементи живлення, тому система удобрення має забезпечувати інтенсивне надходження макро- і мікроелементів. Наприкінці вегетації цукрові буряки потребують посиленого живлення фосфором і калієм за умов обмеженого азотного живлення [9].

Хімічний склад рослин буряку цукрового налічує більше 76 елементів. Основними серед є вуглець, кисень і водень. Їх частка від маси сухої речовини становить близько 95 %, тоді як на азот припадає лише в 1–3 %, а на решту елементів – менше 1 % [10–12].

Азот є одним із ключових елементів у мінеральному живленні цукрових буряків. Він необхідний для утворення білкових сполук, які є основою протоплазми, а отже, і життя рослини. Азот входить до складу хлорофілу, фосфатидів, глікозидів, алкалоїдів і є важливою частиною багатьох вітамінів, гормонів та біологічно активних речовин. Білкові ферменти, що каталізують обмінні процеси в рослинах, потребують достатньої кількості азоту. Недостатнє його постачання послаблює ферментативну активність, уповільнює процеси біосинтезу та обміну речовин, а також значно знижує інтенсивність фотосинтезу [13]. Водночас підвищення дози азоту від 75 до 225 кг/га призводить до зниження цукристості коренеплодів з 17,3 до 16,3 % [9, 10].

Застосування оптимальних доз мінеральних добрив запобігає накопиченню значної кількості «шкідливого» азоту та сприяє отриманню коренеплодів високої якості [14–16].

Фізіологічна роль фосфору в житті рослин буряку цукрового досить різноманітна. Він входить до складу РНК, ДНК й бере участь у процесах обміну і перетворення. Фосфор входить до складу вітамінів і ферментів регулює активність каталітичних процесів у рослинах, визначає інтенсивність біохімічних реакцій [17–19].

Буряк цукровий використовує сполуки фосфор упродовж всього вегетаційного періоду. Його нестача впливає на появу сходів, при цьому сповільнюється ріст рослин. Листки набувають темно-зеленого забарвлення з характерним синюватим відтінком, який пізніше змінюється на антоціанове забарвлення, а самі листки засихають [20].

Калій інтенсифікує процеси фотосинтезу, бере участь у переносі енергії клітини й утворенні АТФ, сприяє синтезу цукрів у листових пластинках та їх відтоку у запасуючі тканини коренеплоду. Важлива роль належить калію у підтримці тургору клітини, її вологозабезпеченні та створенні умов для протікання основних фізіологічних процесів [21, 22].

Внесення калійних добрив сприяє подовженню життєдіяльності листового апарату буряків цукрових, позитивно впливає на синтез вуглеводів у

рослинах, поліпшує відтік вуглеводів із листків у коренеплоди, чим підвищує їхню цукристість. За дефіциту калію урожайність і цукристість коренеплодів буряків цукрових значно знижувались [23, 24, 25].

Мікроелементи беруть участь у реакціях обміну речовин, впливають на синтез хлорофілу, білків, вуглеводів, протеїнів, вітамінів, визначають інтенсивність окислювально-відновних реакцій. Вони мають велике значення в підвищенні стійкості рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища (дефіцит вологи у ґрунті, підвищення та зниження температур), захищають рослини від багатьох бактеріальних і грибкових хвороб (гнилі та ін.), підвищують їхній імунітет [6, 24, 26].

Отже, буряк цукровий потребує збалансованого за макро-, і мікроелементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду. На початку вегетації важливим є посилене азотне живлення, завданням якого є формування потужної вегетативної маси, в подальшому – фосфорного і калійного – з метою активізації процесів синтезу цукрів та їхнього нагромадження в паренхімних тканинах коренеплоду.

1.2. Вплив мікродобрив на ростові процеси буряку цукрового

Використання мінеральних добрив постачає рослинам необхідні поживні речовини, покращує їх здатність використовувати вологу, стимулює активність ґрунтової мікрофлори та сприяє підвищенню родючості ґрунту. За умов достатнього зволоження цукровий буряк позитивно реагує на ґрунтові підживлення: перше підживлення (30–40 NPK) проводять у фазі 1–2 справжніх листків, друге (40–50 NPK) – до появи четвертої пари листків. Підживлення на пізніших етапах погіршує технологічні характеристики коренеплодів [2, 3].

Завданням позакореневого підживлення є диференційовано постачати рослинам елементи живлення в різні фази росту, а його безумовною перевагою є їх обов'язкове потрапляння в рослину в обхід ГВК. В багатьох випадках позакореневе підживлення буряку цукрового є єдиним можливим способом

забезпечення рослин необхідними елементами живлення у фазу змикання листків у рядках або за суцільної сівби культури [24, 25].

Позакореневе підживлення мікродобривами є додатковим агротехнічним прийомом, що підвищує урожайність сільськогосподарських культур, але в той же час воно може повністю стати альтернативою кореневого живлення [3, 26]. Переваги позакореневого підживлення мікродобривами: 1) рослини ефективніше засвоюють поживні речовини порівняно з ґрунтовим внесенням, оскільки уникнено іммобілізації елементів у ґрунті; 2) підживлення можна здійснювати на різних етапах вегетації; 3) на засолених ґрунтах, де засвоєння елементів живлення ускладнене, позакореневе підживлення залишається високоефективним; 4) витрати добрив є значно меншими, ніж при ґрунтовому внесенні; 5) забезпечується швидке проникнення поживних речовин у тканини рослин, що дозволяє оперативно усунути дефіцит елементів. Позакореневе підживлення стимулює обмін речовин, дихання, поглинальні та видільні функції кореневої системи; підвищує синтез цукрози та допомагає відтоку моно- та дицукрів до коренеплоду. Вони також впливають на окислювально-відновний стан клітин, експресію генів і засвоєння гормонів [27].

При цьому елементи живлення потрапляють безпосередньо на листову пластинку, що покращує інтенсивність фотосинтезу, активізує дію ферментів в клітинах, посилює поглинальні і видільні функції кореневої системи, обмін речовин та дихання [28, 29]. Мікроелементи впливають на окислювально-відновний стан клітин, експресію генів і засвоєння гормонів [4, 7, 9, 11]. Позакореневе підживлення дозволяє зменшити дози основних добрив без зниження продуктивності культури [8, 20, 22, 26]. Воно також відіграє значну роль для захисту рослин від хвороб, які можуть викликатися дефіцитом окремих поживних речовин у ґрунті, зниження ураженості рослин грибовими і бактеріальними хворобами [27].

Мікроелементи в рослинних організмах зв'язані в орґано-мінеральні сполуки. Саме така форма взаємодії з білками створює сприятливі умови для

продукування кисню і вуглекислого газу, що відіграють важливу роль в окислювально-відновних процесах фотосинтезу і дихання [30, 31].

У сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур мікродобрива стали їх невід’ємним елементом, оскільки вони дають можливість цілеспрямовано регулювати найважливіші процеси рослинного організму, мобілізувати його потенційні можливості. Дослідження показали, що важливим аспектом дії мікродобрив на рослини є підвищення їх стійкості несприятливих умов та захворювань [30, 32, 33]. При вирощуванні сільськогосподарських культур на ґрунтах з недостатнім, а в деяких промислових районах України з надмірним вмістом доступних форм мікроелементів, різко знижується урожай і погіршується його якість. Нестача або надлишок їх в рослинницькій продукції і кормах може викликати захворювання сільськогосподарських тварин і людини [34].

Мікроелементи відіграють ключову роль у підвищенні активності ферментів, які каталізують біохімічні процеси. До таких елементів належать бор (B), марганець (Mn), мідь (Cu), цинк (Zn), кобальт (Co), молібден (Mo), залізо (Fe) та інші, вміст яких у рослинах і ґрунті не перевищує тисячних часток відсотка на суху масу. Однак їхня функція у живленні рослин не обмежується активацією ферментів — вони також утворюють комплекси з нуклеїновими кислотами та іншими речовинами, впливають на структуру клітин, стан і розвиток кореневої системи, а також на формування репродуктивних органів [35, 36].

Мікроелементи є складовими багатьох вітамінів і ферментів, активуючи їхню роботу, беруть участь у процесах азотного та вуглеводного обміну, а також в окисно-відновних реакціях, посилюючи фотосинтез. Вони збільшують проникність клітинних мембран, що покращує надходження іонів у рослину та впливає на структуру і функції рибосом. Завдяки мікроелементам підвищується стійкість рослин до грибкових, вірусних і бактеріальних захворювань, а також до несприятливих умов довкілля (посуха, мороз, затоплення, суховії тощо) [29–31].

Тож за інтенсивної технології вирощування буряку цукрового ефективним заходом підвищення продуктивності культури є застосування мікродобрив у позакореневе підживлення [34, 36, 37]. Обприскування посівів буряку цукрового та їх насінників розчинами мікродобрив за потреби можна поєднувати з внесенням інших агрохімікатів. На відміну від ґрунтового внесення мінеральних добрив, позакореневі підживлення мікродобривами є доцільним заходом в усіх зонах бурякосіяння і їх ефективність не залежить від умов зволоження.

Залізо, марганець, магній та мідь відіграють суттєву роль у процесі фотосинтезу, як активатори синтезу хлорофілу та складники фотосинтетичної системи транспорту електронів, а також необхідні для участі в інших фізіологічних процесах [9, 38].

Молібден поліпшує живлення рослин кальцієм, сприяє засвоєнню заліза, азоту і фосфору, є компонентом деяких ферментів (нітратредуктаза, альдегідоксидаза і гідрогеназа), каталізує перехід нітратів у нітрити [31].

Для буряків цукрових цинк є потрібним мікроелементом і рослини відчутно страждають від його дефіциту. Застосування добрив, що містять цинк значно покращує ростові процеси, а також продуктивність і вміст цукру в коренеплодах буряку цукрового. Дефіцит цинку перешкоджає оптимальному росту і розвитку рослин буряку цукрового, знижує врожайність та зменшує транслокацію цукру [3, 9, 26].

Кобальт сприяє підвищенню інтенсивності дихання та підвищенню вмісту аскорбінової кислоти в органах рослин, а також впливає на процеси синтезу хлорофілу в листках. Вища ефективність цього мікроелемента відмічена на бідних на його вміст ґрунтах: дерново-підзолистих, сірих лісових, піщаних, чорноземах вилугуваних та ін. [2, 3].

Бор пом'якшує шкідливий вплив АФК шляхом активації антиоксидантних ферментів в умовах абіотичного стресу. Він також бере участь у захисті від патогенів хвороб, безпосередньо впливаючи на стабільність, цілісність і жорсткість клітинної мембрани. Цей елемент

відповідає за транспортування вуглеводів з листків до коренів та репродуктивних органів і засвоєння поживних речовин. Він має більший вплив на продуктивність рослин та якість коренеплодів. Дефіцит бору уповільнює ростові процеси, знижуючи інтенсивність фотосинтезу та фотохімічну ефективність, а також може призвести до гнилі сердечка й дуплистості коренеплодів [4, 6, 9, 17, 24].

За позакореневого застосування мікродобрив, що містять у своєму складі бор, молібден, цинк і марганець врожайність коренеплодів буряку цукрового підвищувалася на 1,42–3,01 т/га, а цукристість – на 0,5 % [33].

Дослідженнями, які проводилися в умовах північно-західного Лісостепу встановлено, що за позакореневих підживлень мікродобривами до складу яких входить бор на фоні внесення $N_{120}P_{100}K_{150}$ врожайність буряку цукрового підвищилася на 6,6–8,2 т/га, а цукристість – на 0,12 % [35].

Дослідженнями інших вчених було виявлено застосування мікродобрив впливало на ростові процеси даної культури. Так за внесення мікродобрива Реаком-Р-бурякове у позакореневе підживлення значно збільшилась асиміляційна поверхня листків (на 16,3–22,2 %), а вміст у них основних поживних – на 0,04–0,20 %. При цьому врожайність буряку цукрового в середньому підвищилася на 4,0 т/га, а цукристість – на 0,8 % [39]. В інших дослідженнях вчені спостерігали позитивний вплив даного добрива на захисні функції буряка щодо хвороб, посухи та холоду. За внесення мікродобрива Реаком-Р-бурякове розвивалася потужна коренева система, зменшувалася ураженість кореневої гниллю та підвищується засвоюваність поживних речовин [40].

Отримані результати наукових досліджень з комбінованого застосування фунгіцидів і мікродобрив на посівах буряків цукрових підтверджують їхню значну ефективність. Так, за використання суміші мікродобрив Са + мікро + Бор + Молібден + Мікро Буряк та фунгіциду Фалькон отримано врожайність коренеплодів 66,7 т/га. Аналогічна схема мікродобрив із застосуванням фунгіциду Альто Супер забезпечила врожайність 68,0 т/га. За використання

суміші мікродобрив і фунгіциду Фалькон приріст цукристості становив 1,6 %, Альто Супер – 2,1 %. Використання для захисту рослин від хвороб фунгіциду Альто Супер сприяло збільшенню збору цукру, відповідно до 12,1 та 14,8 т/га [41].

У дослідженнях М. О. Харченка [37] було виявлено, що за позакореневого підживлення буряку цукрового у фазу 6–8 листків мікродобривом Солубор (2,0 кг/га), у складі якого вміст бору становить 20,5 %, а оксид натрію – 15 %, врожайність коренеплодів підвищується на 7,2 т/га, а цукристість – на 1,1 %. А застосування мікродобрива Комбібор сприяло підвищенню врожайності коренеплодів на 5,4 т/га, цукристості на 0,7 % , а вихід цукру збільшився на 1,1 т/га, порівняно з ділянками, де мікродобрива не вносилися/

За збалансованого мінерального живлення у рослин також підвищується резистентність до хвороб і шкідників. Так за внесення мінеральних добрив ураженість сходів коренеїдом зменшувалася на 20–30 % у зоні достатнього зволоження та на 20–50 % – у зоні недостатнього зволоження [42].

В той же час, слід зазначити, що в зоні недостатнього зволоження обробка насіння мікроелементами або ж їх ґрунтове внесення не дозволяє повною мірою рослинам використати їх потенціал. Значна кількість мікроелементів та їх доступність особливо у другій половині вегетації буряку цукрового є причиною відростання гички і нагромадження значної кількості шкідливого азоту в коренеплодах [23–25].

Поєднання передпосівної обробки насіння і позакореневого підживлення залізом, марганцем і міддю впливало на хімічний склад рослин буряків цукрових, а також на вміст сахарози і вихід цукру. Використання мікродобрив Proliq kombi (1 л/га) та Proliq N bor сприяло приросту урожайності коренеплодів на 4,4 т/га, а цукристості на 1,2 % та збору цукру на 1,5 т/га [43].

В той же час, незважаючи на низку позитивних результатів щодо доцільності застосування мікродобрив сумніви стосовно їх практичного

використання залишилися, а їх впровадження у сільськогосподарське виробництво досить непомітне [28, 29, 34].

В той же час за результатами наукових досліджень можна стверджувати, що в найближчі роки мікродобрива будуть мати не менш важливе значення, ніж макродобрива.

Отже, застосування мікродобрив на посівах буряку цукрового, сприяє підвищенню продуктивності коренеплодів і поліпшенню їх якості.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Біологічна характеристика буряку цукрового

Буряк цукровий – дворічна перехреснозапильна рослина довгого дня, вибаглива до світла. Необхідна для них сумарна сонячна радіація становить до 3 тис, а ФАР – до 1,1–1,3 мДж/м². Культура вибаглива до вологи і водночас є посухостійкими. Транспіраційний коефіцієнт коливається в межах 240–400.

Буряк цукровий вимогливий до родючості ґрунту. Найкраще росте на родючих ґрунтах: чорноземи, темно-сірі опідзолені. На бідних піщаних і важких глинистих рослин розвиваються погано. Культура вимоглива до реакції ґрунтового середовища. Не витримує високої кислотності, добре реагує на вапнування. Оптимальна кислотність – рН 7,1–7,5. Це солестійка культура. Буряки цукрові потребують великої кількості поживних речовин. У Найкращими для буряків цукрових є структурні чорноземи та суглинкові ґрунти з нейтральною або близькою до неї реакцією (рН 6,5–7,5). Витривалі до засоленості ґрунтів. Оптимальна щільність орного шару для них становить 1,0–1,2 г /см³ [11, 12].

2.2. Характеристика гібриду Козак

- Створений на Верхняцькій ДСС. Материнський компонент – одностросткова диплоїдна форма з ЦЧС; батьківський компонент – багатонасінна диплоїдна форма.
- Тип сорту – одностростковий диплоїдний гібрид.
- Урожайно-цукристого напрямку. Високоцукристий.
- За результатами апробації на придатність для поширення в Україні продуктивність за показником збору цукру з гектара суттєво перевищує

рівень національного стандарту (кращі вітчизняні та зарубіжні аналоги) і становила 10,7 т/га (110,9% від стандарту).

- Рекомендований для вирощування в зонах Степу і Лісостепу.
- В Державному Реєстрі сортів рослин України з 2017 року [44].

2.3. Характеристика мікродобрив

Хелатин МоліБор – мікродобриво. Виробник: ТД Кіссон. Склад : В-(150 г/л), Мо-(20 г/л), N-(78 г/л), P₂O₅-8,4. Щільність — 1.39 г/см³, рН –7.4. Використовують для позакореневого підживлення рослин під час вегетації. Елементи живлення в складі мікродобрива знаходяться в хелатній формі. Хелатоутворювачі створюють навколо мікроелементів оболонку, якоможе проникати крізь поверхню листка всередину рослини та вступати в обмінні процеси. Позакореневі підживлення дають змогу оперативно компенсувати брак мікроелементів у рослинах. Завдяки вмісту широкого спектру мікроелементів, препарат впливає на активацію ростових процесів і перебіг фізіологічних реакцій у рослині.

- усуває брак бору та молібдену в критичні фази розвитку культур;
- забезпечує стійкість рослин до стресів і низьких температур, а також підвищує врожайність і покращує якість продукції;

Застосовують у фазу 4–6 листків і до змикання листків у міжряддях дозою 1 л/га [45].

Мультикомплекс Біофілд – це універсальне рідке комплексне мікродобриво, яке містить мікро- та макроелементи. Підходить всім культур [45]. Азот у різних формах – 184 г/л, фосфор (P₂O₅) – 66 г/л, калій (K₂O) – 44 г/л мікроелементи (сірка, залізо, мідь, цинк, бор, марганець, кобальт, молібден.) Препарат забезпечує рослини основними поживними речовинами, необхідними для оптимального зростання та розвитку. До складу мікродобрива входять макро- та мікроелементи в хелатних та інших легкодоступних формах, які сприймаються рослинами як частина власної структури. Хелатуючою

речовиною виступає етідренова кислота, яка регулює рух води в клітинах і зменшує утворення в них нерозчинних сполук. Норма внесення – 2 л/га у фазу 4–6 листків.

Оракул мультикомплекс. Комплексне універсальне рідке мікродобриво для позакореневого підживлення польових, овочевих, плодових, ягідних, декоративних культур, лучних та газонних трав. Діюча речовина (г/л): азот у різних формах 184, Фосфор (P₂O₅) – 66; Калій (K₂O) – 44, Сірка (SO₃) – 36, Залізо (Fe) – 6, Мідь (Cu) – 8, Цинк (Zn) – 8, Бор (B) – 6, Марганець – (Mn) 6, Кобальт (Co) – 0,05, Молібден (Mo) – 0,4.

Препарат забезпечує рослини основними поживними речовинами, необхідними для оптимального росту і розвитку. До складу мікродобрива входять макро- та мікроелементи в хелатних та інших легкодоступних формах, які сприймаються рослинами як частина власної структури. Хелатуючим агентом виступає етідренова кислота, яка регулює рух води в клітинах та зменшує утворення в них нерозчинних сполук. ОРАКУЛ® мультикомплекс має потужний фізіологічний вплив на рослину, який:

- компенсує нестачу поживних елементів у період несприятливих умов росту, коли потреби рослин перевищують поглинальну здатність кореневої системи;
- стимулює засвоєння рослинами поживних речовин із ґрунту;
- підвищує стійкість рослин до хвороб та стресових ситуацій на 30 %;
- сприяє підвищенню врожайності культур на 15–27 % та покращує якість продукції. Норма внесення – 2 л/га у фазу 4–6 листків [45].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

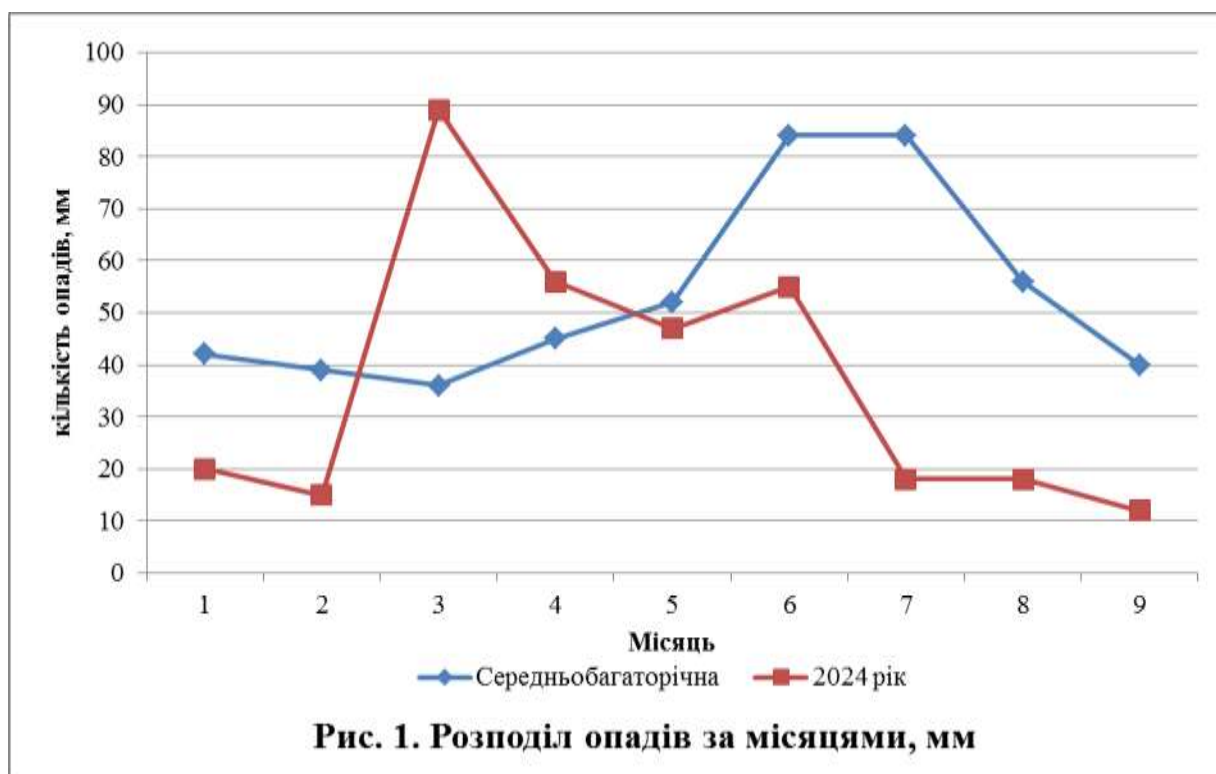
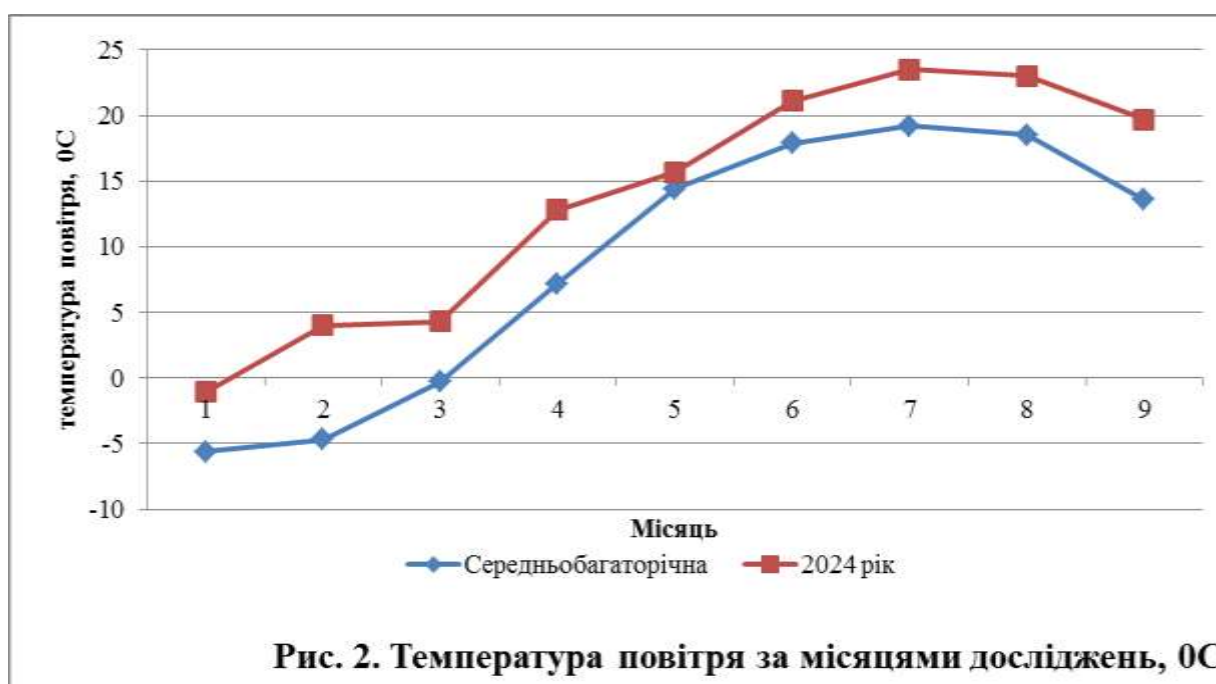
3.1 Ґрунтові умови

Переважаючі ґрунти господарства ФГ «ВЛОМ» Гайсинського району Вінницької області представлені сірими лісовими ґрунтами. Вони сформувалися під лісовою рослинною формацією і вирізняються різкою диференціацією профілю на генетичні горизонти. Гумусовий горизонт малопотужний – 15–20 см, світло-сірого кольору, як і гумусово-елювіальний, що відрізняється сланцюватою або плитчастою структурою; ілювіальний горизонт добре виражений, дуже щільного складення, горіхуватої структури. Вміст гумусу варіює від 1,5–3,0 %, до 5 %. В його складі переважають фульвокислоти, що обумовлює кислу реакцію ґрунтів даного підтипу. У цілому, за морфологічними ознаками і властивостями вони близькі до дерново-підзолистих ґрунтів [46].

Агрохімічна характеристика даного типу ґрунту у шарі 0–30 см: вміст гумусу – 2,0–2,3 %, легкогідролізованого азоту – 87–101 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 105–152 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 80–147 мг/кг ґрунту, гідролітична кислотність – 2,8–3,9 смоль/кг ґрунту, рН сол. – 4,8–5,6.

3.2. Погодні умови в рік досліджень

За даними метеопункту, середньобогаторічна температура повітря становить + 7,1°C. Для регіону характерні різкі коливання температури повітря в зимові місяці, чергування відлиг і морозних періодів. Погодні умови в рік проведення досліджень наведені на рис. 1, 2.



У червні 2024 року, через дефіцит опадів та періоди дуже спекотної погоди, погодні умови для формування врожаю буряку цукрового були малосприятливі. У червні у рослин буряку цукрового тривав ріст кореня і відбулося змикання рослин в рядках та закриття міжрядь. У липні кількість опадів була значно меншою за середньобаторічні значення. Тому подальший ріст коренеплодів відбувся за підвищених температур повітря та недостатньої кількості опадів. У посівах буряку цукрового ми спостерігали втрату тургору,

та пожовтіння нижнього листка, а зменшення приросту коренеплоду. Нестача опадів у вересні сприяла нагромадженню цукру, проте такі умови не сприяли росту коренеплодів.

3.3 Схеми дослідів

Досліди з вивчення впливу мікродобрив на продуктивність буряку цукрового проводили у 2024 р. у ФГ «ВЛОМ» Гайсинського району Вінницької області (табл.1).

Таблиця 1

Схеми дослідів з удобренням буряку цукрового				
№ варіанту	Варіант дослідів	Строки внесення добрив		
		Основне	Підживлення	
			У фазу 4-5 листків	Змикання листків у міжряддях
1	Контроль - N ₁₂₀ P ₈₀ K ₉₀ (фон)	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₉₀	—	—
2	Фон + Хелатин МоліБор	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₉₀	Хелатин МоліБор	Хелатин МоліБор
3	Фон + Мультикомплекс Біофілд	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₉₀	Мультикомплекс Біофілд	Мультикомплекс Біофілд
4	Фон + Оракул мультикомплекс	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₉₀	Оракул мультикомплекс	Оракул мультикомплекс

Ефективність позакореневого підживлення буряку цукрового добривами вивчали на фоні основного удобрення – N₁₂₀P₈₀K₉₀. Площа посівної ділянки становила 108 м², облікової – 81 м², повторність – триразова. Розміщення варіантів – послідовне. Дослідження проводились у відповідності з загальноприйнятими методиками польового дослідів.

Схеми розміщення дослідних ділянок та їх розміри наведені на рис. 3.

1. повторення	2. повторення	3 повторення
4	1	2
2	4	3
3	2	4
1	3	1

Рис. 3. Розміщення варіантів у досліді

3.4. Агротехніка вирощування буряку цукрового

Основний проводився за типом поліпшеного зябу, який включав в себе наступні технологічні операції : перше лушення проводили після збирання ячменю озимого агрегатом Т-150К+ЛДГ-15 на глибину 8 см; друге – через 12 днів агрегатом Т-150К+ППЛ-10-15 на глибину 12 см, глибоку оранку (на глибину 30–32 см) плугом ПНЯ – 4-40. Добрива у вигляді 34 % аміачної селітри, 20 % суперфосфату гранульованого та 40 % калійної солі вносили перед лушенням стерні вручну.

Ранньовесняне розпушування ґрунту на глибину 2,5 см проводили з метою недопущення втрат вологи зубовими боронами БЗСС-1,0 та райборінками ЗОР-0,7, об'єднаних зчіпкою С-11У. Передпосівний обробіток ґрунту проводили під кутом 3–4° до напрямку сівби. Сівбу проводили буряковою сівалкою точного висіву „Гамма” на глибину 3,0 см з нормою висіву насіння 2 посівні одиниці на 1 га або 10 насінин на лінійний метр рядка. Після сівби площу коткували агрегатом Т-70С+ЗКВГ-1,4 упоперек напрямку висіву. Для руйнування ґрунтової кірки до появи сходів проводили одне боронування впоперек напрямку сівби боронами БЗСС-1,0+ЗОР-07 в агрегаті з трактором Т-70С, які були об'єднані зчіпкою С-11У. З метою знищення бур'янів та покращання аерації ґрунту впродовж вегетації рослин буряків цукрових виконували міжрядні розпушування культиватором УСМК-5,4В в агрегаті з трактором Т-70С.

Збирали врожай буряків цукрових та очищали коренеплоди від гички і ґрунту у дрібноділянкових польових дослідах уручну в другій декаді вересня.

3.5 Методика проведення досліджень

Проби ґрунту до закладання досліду і під час вегетації буряку цукрового в шарі 0–30 см та визначенням вмісту у ґрунті нітратного азоту та рухомих сполук фосфору і калію проводили згідно загальноприйнятих методик [47, 48].

– фенологічні спостереження проводились згідно методичних рекомендацій;

– масу 100 рослин визначали в період змикання листків у міжряддях;

– у коренях та гичці визначали вміст загального азоту, фосфору і калію;

– облік урожайності коренеплодів проводили на облікових ділянках із наступним перерахунком на 1 га, а вміст цукрів у – на автоматизованій лінії «Венема».

Економічну ефективність вирощування буряків цукрових проводили на основі фактичних цін на 1.09. 2024 року за загальноприйнятою методикою.

Математичну обробку результатів досліджень проводили за допомогою кореляційного і дисперсійного методів з використанням прикладної комп'ютерної програми Exel.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Зміна вмісту елементів мінерального живлення у ґрунті в процесі росту рослин буряку цукрового

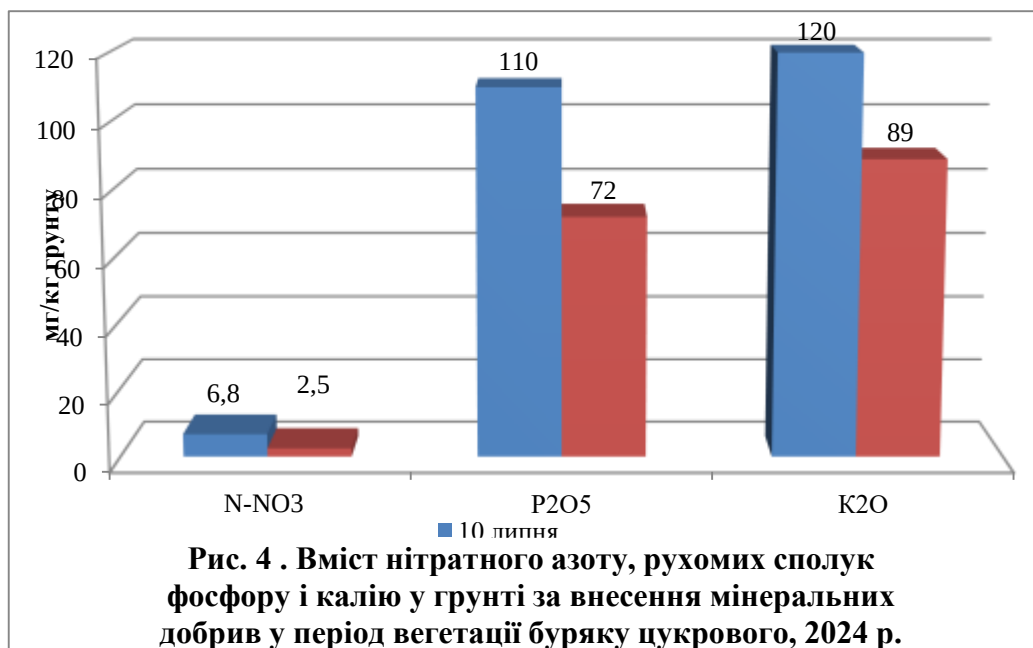
Загальновідомо, що без застосування добрив ґрунти втрачають свою родючість, а вміст основних поживних речовин стає нижче значень, що необхідні для росту рослин. За допомогою удобрення можна покращити агрохімічні властивості ґрунту й підвищити продуктивність [7, 17, 25].

Упродовж вегетації на ростові процеси даної культури впливають як природні, так і антропогенні чинники. Тому основним завданням аграріїв є максимально наблизити умови вирощування до оптимальних. Період максимального надходження елементів живлення припадає на другу половину літа: липень-серпень. Тому ми визначали зміну вмісту елементів живлення у ґрунті станом на 10.07 та 20.07.

Потреба рослин в азоті, порівняно з іншими поживними речовинами, проявляється частіше і значною мірою. Азот залишається основним лімітувальним елементом, а його нагромадження у ґрунті – є вирішальним чинником ґрунтової родючості [7, 17, 24].

Встановлено, що рослини буряку цукрового використовували поживні речовини з ґрунту досить інтенсивно. Так на 10.07 вміст нітратного азоту був низьким становив склав лише 6,8 мг/кг ґрунту, а вже на 20.08 його кількість ще зменшилася на 63 % і становила лише 2,5 мг/кг ґрунту. Це, на нашу думку, можна пояснити інтенсивним використання азоту рослинами буряку цукрового та нестачею опадів у цей період (рис. 4).

На завершальних етапах росту і розвитку культури повинно переважати живлення рослин фосфором і калієм, що позитивно впливає на накопичення маси коренеплоду та його цукристість, сприяє зниженню зольності й вмісту «шкідливого» азоту [6].



Фосфор використовується рослинами в менших кількостях, ніж азот. Значення цього елементу важливе для рослин, особливо для розвитку їх генеративних органів [9, 19]. Оптимальним показником вмісту рухомих сполук фосфору вважається показник 100–150 мг/кг ґрунту.

Нами було також виявлено, що зменшення вмісту P₂O₅ упродовж наростання коренеплоду. Так у контрольному варіанті дослід, де вносили лише мінеральні добрива, вміст фосфору становив 110 мг/кг ґрунту, що відповідало підвищеній ступені забезпеченості. Вже практично на кінець вегетації його кількість зменшилася на 35 %, що свідчить про те, що його рослини використовують майже упродовж всієї вегетації.

Калій є одним із найважливіших елементів живлення, необхідних рослині для формування вегетативної маси та репродуктивних органів. У рослинах він перебуває в іонній формі та не входить до складу органічних сполук клітини. Під його впливом посилюється накопичення як простих, так і високомолекулярних вуглеводів. Разом із кальцієм та магнієм калій відіграє

ключову роль у процесі амонійного живлення рослин, забезпечуючи підтримку оптимального рівня метаболізму, особливо на ранніх стадіях росту [21].

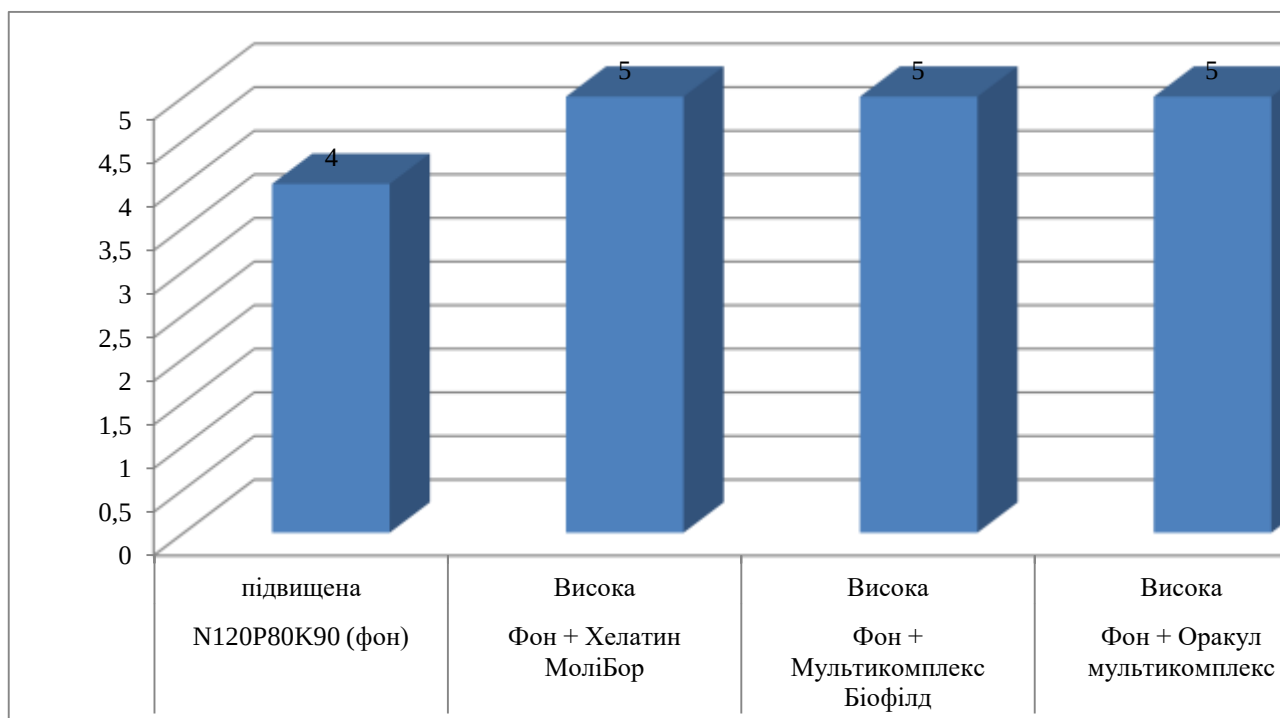
Тож стосовно вмісту рухомого калію, то у період інтенсивного нагромадження цукру ми спостерігали зниження його використання у ґрунті, що свідчить про інтенсивне використання калію рослинами. Так, вміст обмінного калію у ґрунті становив 120 мг/кг ґрунту (ступінь забезпеченості підвищена), а на кінець вегетації його вміст знизився на 31 мг/кг ґрунту або на 26 %.

Очевидно, зменшення загального вмісту поживних речовин у ґрунті у даний період відбору, пояснюється значним виносом їх у період інтенсивного росту рослин.. Все це позначилося на формуванні врожаю буряку цукрового. Отже, застосування добрив сприяло поліпшенню живлення рослин, що позитивно позначилося на їх кінцевій продуктивності.

Як зазначалося вище, потреба рослин в азоті проявляється частіше і більшою мірою, порівняно з іншими елементами живлення. Тому саме ступінь забезпеченості рослин азотом (поруч з іншими чинниками) визначає рівень врожайності і якості сільськогосподарських культур [10, 13, 26].

За допомогою листкової або тканинної діагностики можна з'ясувати ступінь забезпеченості рослин азотом та потребу у підживленні посівів.

Рослини реагують на нестачу азоту уповільненням росту та розвитку, зниженням врожайності, а також блідозеленим забарвленням. Спершу знебарвлюються нижні листки: колір змінюється з насиченого зеленого на світло-зелений, починаючи від верхівки до країв. Поступово листя жовтіє, набуваючи оранжевих і червонуватих відтінків, а згодом починає відмирати. Якщо ж рослина страждає не від нестачі азоту, а від посухи, жовтіють як нижні, так і верхні листки [10, 13, 18]. Ступінь забезпеченості рослин азотом ми визначали в період змикання листків у рядках (рис. 5).



У варіанті, де вносились лише мінеральні добрива ступінь забезпеченості рослин азотом була підвищеною. За проведення позакоренових підживлень мікродобривами цей показник був високим. Це можна пояснити тим, що мікродобрива сприяють коефіцієнту засвоєння поживних речовин з ґрунту та добрив, а також й тим, що до їх складу входять сполуки азоту.

Отже, як мінеральні добрива, так і застосування на їх фоні підживлення мікродобривами поліпшували ступінь забезпеченості рослин азотом, що позитивно впливало на ріст рослин буряку цукрового.

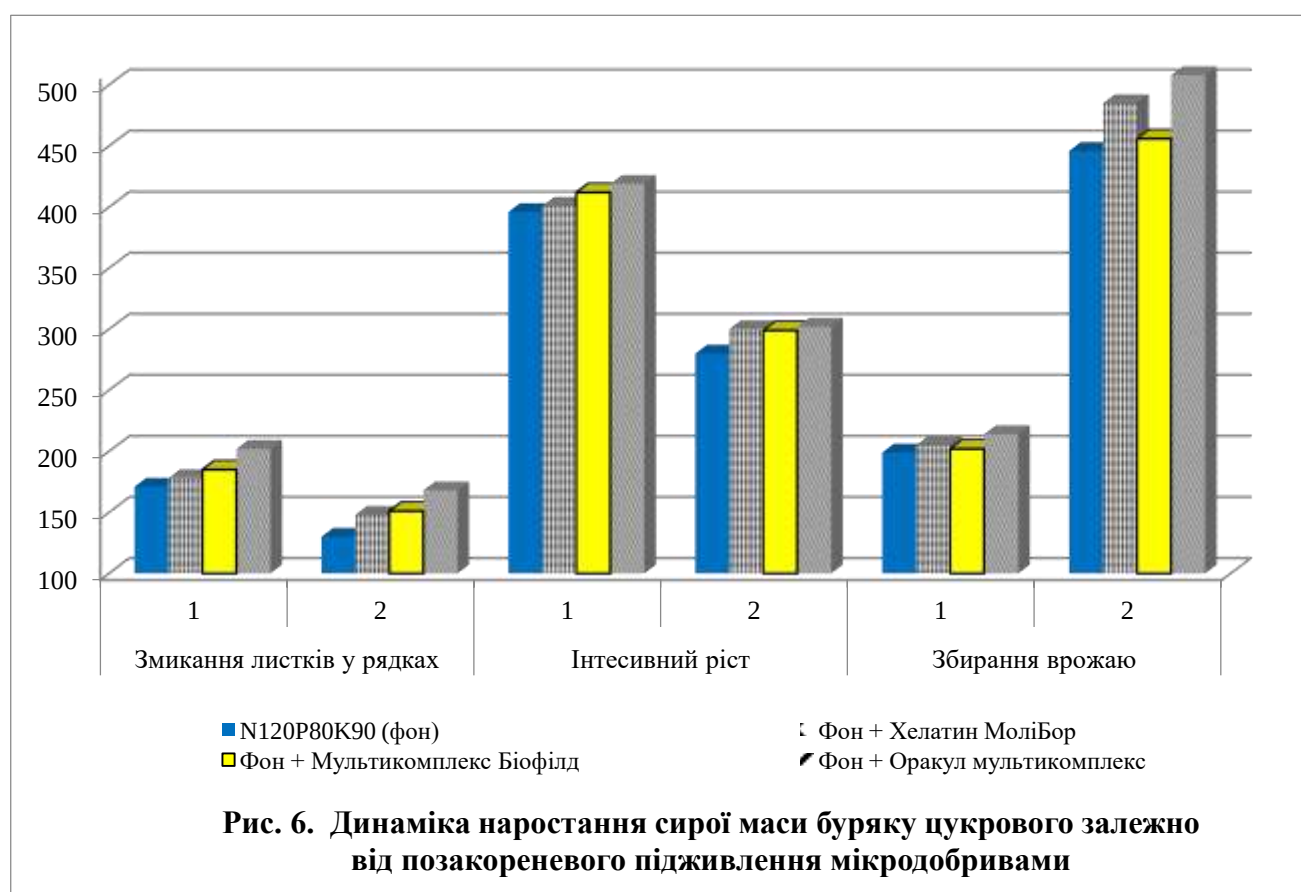
4.2. Ріст і розвиток рослин буряку цукрового залежно від макро- і мікродобрив

Система удобрення буряку цукрового (як дуже чутливої культури до родючості ґрунту) має забезпечувати оптимальне живлення рослин упродовж їх вегетації. За нестачі добрив зростає роль системи удобрення, яка передбачає не лише внесення макродобрив, а й застосування мікроелементів [7, 16].

Позакореневі підживлення мікроелементами посилюють ростові процеси рослин, сприяють підвищенню засвоєння поживних речовин з ґрунту, що забезпечує повноцінне їх живлення за вирощування на ґрунтах середнього рівня родючості [13, 32].

Активне наростання біомаси рослини позитивно відображається не лише на формуванні асиміляційного апарату, а й позитивно впливає на наростання коренеплоду буряку цукрового та нагромадженню в ньому цукру [4, 8].

Дослідженнями передбачалося визначення маси 100 рослин буряку цукрового у фазу змикання листків у рядках (рис. 6).



У 2024 році досліджень позакореневі підживлення мікродобривами сприяли збільшенню маси 100 рослин буряку цукрового. Так, за внесення мікродобрива Хелатин МоліБор даний показник підвищився на 4,1 г, Мультикомплекс Біофілд – на 12,8 г, а найвищим – 206,2 г він був за

підживлення мікродобривом Оракул Мультикомплекс., що на 13,9 г перевищувало варіант досліді, де вносилися лише мінеральні добрива.

Фактором, який посилює процесу росту і розвитку рослин є мінеральні добрива. Застосування мікродобрив у позакореневе підживлення активує ріст листкової поверхні, сприяє синтезу цукрів, їх відтоку та їх нагромадженню в паренхімних тканинах коренеплоду.

Результати досліджень показали, що в рік дослідження найменшою площа листкової поверхні була у варіанті, де вносилися лише мінеральні добрива (табл. 2).

Таблиця 2

Площа асиміляційного апарату буряків цукрового залежно від добрив та позакореневого застосування стимуляторів росту, 2024 р.

Варіант	Загальна площа листової поверхні, см ² /рослину		
	у фазу змикання листків у міжряддях	інтенсивний ріст	на період збирання
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₉₀ (фон)	986	2323	988
Фон + Хелатин МоліБор	1066	2607	1088
Фон + Мультикомплекс Біофілд	1156	2717	1161
Фон + Оракул мультикомплекс	1176	2740	1166

Застосування мікродобрив у позакореневе підживлення забезпечило більш інтенсивний розвиток листкової поверхні культури. За їх внесення площа листкової поверхні буряку цукрового, порівняно з фоновими ділянками у період змикання листків у міжряддя підвищилась. Так за внесення препарату Хелатин МоліБор цей показник був найменшим і становив 1066 см²/рослину, що на 80 см²/роsl., перевищувало контрольний варіант досліді. За внесення мікродобрива Мультикомплекс Біофілд даний показник збільшився на 170 см²/рослину, а максимальним – 1176 см²/рослину він був за внесення

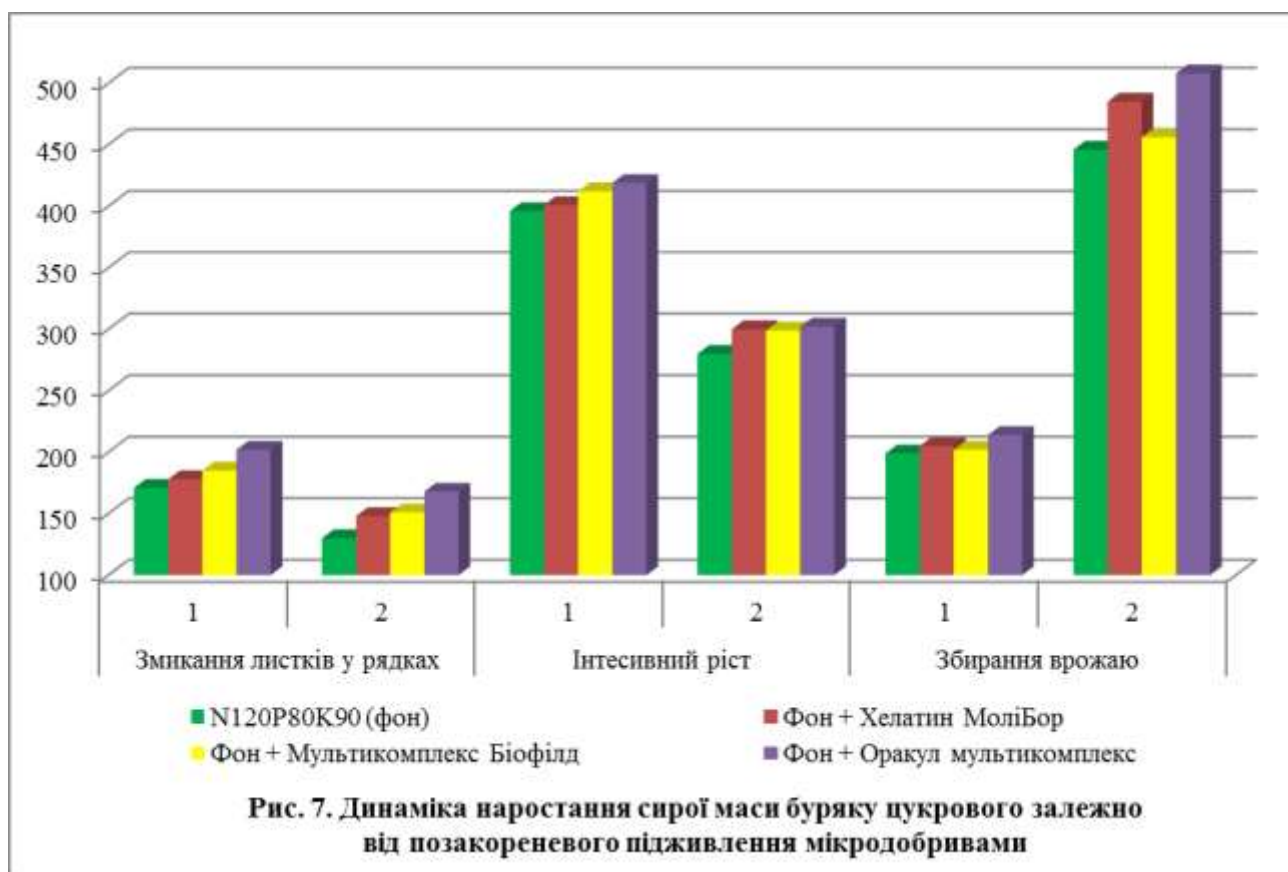
мікродобрива Оракул мультикомплекс, що на 190 см²/рослину більше за варіант, де вносилися лише мінеральні добрива.

Аналогічна закономірність простежувалася і в період інтенсивного росту рослин. За внесення препарату Хелатин МоліБор площа листової збільшилася на 12 %, Мультикомплекс Біофілд – 17 %, а за внесення препарату Оракул мультикомплекс – 18 %. На період збирання врожаю цей показник підвищився відповідно на 100, 173 та 178 см²/рослину.

Розвиток рослин буряків цукрових значно залежить від системи удобрення. Застосування у позакореневе підживлення мікродобрів на фоні внесення мінеральних добрив посилює ферментну діяльність, стимулює процеси росту і розвитку рослин буряку цукрового, забезпечує нагромадження сухої речовини та формує високу продуктивність культури [3, 7, 20].

Виявлено, що кількість сухої речовини, що синтезують рослини буряку цукрового, є інтегральним відображенням важливих фізіологічних процесів, у тому числі фотосинтезу, дихання тощо [6].

Численні результати наукових досліджень переконливо свідчать, що впродовж вегетаційного періоду буряку цукрового наростання сирової маси коренеплодів та листків проходило нерівномірно. У першій половині вегетації більш інтенсивно відбувається наростання листкового апарату, а в другій половині – коренеплоду [8]. За збалансованої системи удобрення наприкінці вегетаційного періоду, як правило, маса листків зменшується, тоді як маса коренеплоду зростає упродовж всього періоду вегетації (рис. 7).



Примітка: 1 – листки; 2 – коренеплід.

Нижчі темпи наростання сирі маси рослин буряку цукрового спостерігали у контролі, де рослини вирощували лише на фоні внесення мінеральних добрив.

Застосування мікродобрив у позакореневе підживлення забезпечило більш інтенсивне наростання сирі маси листків і коренеплодів буряку цукрового. За внесення мікродобрив маса листків збільшувалась на 7–31 г. У період інтенсивного росту коренеплоду – на 5–23 г, а на час збирання лише на 3–15 г.

Стосовно впливу мікродобрив на динаміку наростання сирі маси коренеплоду, то можна зазначити, що вона збільшувалась, порівняно з варіантом, де вносилися лише мінеральні добрива, у фазу змикання листків у міжряддях на 18–38 г, у період інтенсивного росту коренеплоду – на 19–22 г, а на час збирання врожаю на 17–69 г.

Дослідженнями встановлено, що застосування у позакореневе підживлення мікродобрива Хелатин МоліБор поступалося за масою коренеплоду іншим мікродобривам, які вносилися у досліді.

4.3. Вплив позакореневих підживлень мікродобривами на хімічний склад рослин буряку цукрового

З урожайністю коренеплодів 50 т/га і відповідною кількістю гички рослини буряку цукрового виносять з ґрунту близько 300 кг азоту, 100 кг P_2O_5 300 кг K_2O [12, 24].

В результаті наших досліджень виявлено, що вміст елементів живлення листках і коренеплодів залежав від системи живлення (табл. 3, 4).

Таблиця 3

Вміст азоту, фосфору і калію в листках буряку цукрового залежно від мінеральних добрив та стимуляторів росту, %

Варіант	Вміст		
	N	P_2O_5	K_2O
$N_{120}P_{80}K_{90}$ (фон)	2,12	0,93	3,20
Фон + Хелатин МоліБор	2,14	0,95	3,21
Фон + Мультикомплекс Біофілд	2,14	0,95	3,24
Фон + Оракул мультикомплекс	2,16	0,96	3,22

У листках буряку цукрового найменше містилося фосфору, а найбільше – калію. За внесення препаратів Мультикомплекс Біофілд та Оракул мультикомплекс вміст азоту в листках мав тенденцію до збільшення на 0,02–0,04 %. Щодо сполук фосфору, то цей показник був більш стабільним і практично не залежав від удобрення.

Вміст калію в гичці буряку цукрового збільшувався під впливом удобрення і найвищим він був за внесення мікродобрів Мультикомплекс Біофілд і Оракул Мультикомплекс.

Ми також визначили вміст азоту, фосфору і калію у коренеплодах буряку цукрового (табл. 4).

Таблиця 4

**Вміст азоту, фосфору і калію в коренеплодах буряку цукрового
залежно від макро-і мікродобрів, %**

Варіант	Вміст		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₉₀ (фон)	0,51	0,41	0,67
Фон + Хелатин МоліБор	0,52	0,44	0,67
Фон + Мультикомплекс Біофілд	0,54	0,44	0,66
Фон + Оракул мультикомплекс	0,54	0,45	0,68

Встановлено, що у коренеплодах буряку цукрового вміст калію був вищий, порівняно з іншими елементами живлення, але мало залежав від системи удобрення.

Вміст азоту підвищувався під впливом удобрення і змінювався від 0,51 % (у контрольному варіанті досліду) до 0,54 % за внесення мікродобрів Мультикомплекс Біофілд та Оракул мультикомплекс. Щодо фосфору, то його вміст був найменшим, порівняно з іншими елементами живлення і варіював – в межах 0,41–0,45 %.

Отже, більш виражене підвищення вмісту поживних речовин в рослинах буряку цукрового ми відзначали за внесення мікродобрів Мультикомплекс Біофілд та Оракул мультикомплекс.

4.4 Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на продуктивність буряку цукрового

У країнах з помірним кліматом буряк цукровий залишається єдиним джерелом сировини для виробництва цукру [6, 17]. Підвищення його продуктивності значною мірою залежить від вдосконалення системи удобрення. Урожайний потенціал цієї культури розкривається повною мірою за умови оптимального внесення елементів живлення та сприятливих погодних умов у період вирощування. Застосування добрив покращує властивості ґрунту, забезпечує належне живлення рослин, підвищує врожайність та якість продукції [1, 3].

Перспективним напрямком є розробка ресурсозберігаючих технологій вирощування цукрових буряків, адаптованих до змін клімату, що передбачають використання мінеральних добрив і стимуляторів росту для досягнення стабільно високих урожаїв [5, 7].

Урожайність є важливим показником для сільськогосподарських культур. На її основі визначають регресійно-статистичні моделі продуктивності. Користуючись показниками урожайності, можна оцінити вплив тих чи інших чинників навколишнього середовища і супутніх факторів, що вивчаються в експерименті. Правильна система удобрення відіграє значну роль у підвищенні врожайності й поліпшенні якості буряку цукрового. Застосування мікродобрив є агрономічно й економічно вигідним елементом, підвищення продуктивності даної культури, яке дозволяє повною мірою реалізовувати генетичний потенціал культури [16, 28].

Сучасні гібриди буряку цукрового мають високий генетичний потенціал. Проте для одержання стабільно високих врожаїв вони потребують диференційованого підходу до технології вирощування [33, 35].

Ми визначали вплив макро-і мікродобрив на продуктивність буряку цукрового (табл. 5).

Таблиця 5

**Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на продуктивність
буряку цукрового, т/га**

Варіант	2024 р.	± до контролю	
		т/га	%
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₉₀ – (фон)	46,8	—	—
Фон + Хелатин МоліБор	50,5	3,7	8
Фон + Мультикомплекс Біофілд	50,9	4,1	9
Фон + Оракул мультикомплекс	51,8	5,0	11
НІР 05	2,3	—	

Результати досліджень показали, що врожайність гібриду Козак у варіанті N120P80K90 була значно нижчою за генетичний потенціал гібриду, не дивлячись на високу дозу добрив. Це можна пояснити посушливими погодними умовами та надзвичайно високими температурами повітря в окремі періоди росту культури, що не дозволило реалізувати її генетичний потенціал.

Так, на ділянках, де вносили лише мінеральні врожайність становила 46,8 т/га. За внесення препарату Хелатин МоліБор вона мала тенденцію до збільшення на 3,7 т/га. За обробки рослин мікродобривом Мультикомплекс Біофілд вона підвищились на 4,1 т/га, а за позакореневого підживлення рослин Оракул мультикомплекс – на 5,0 т/га.

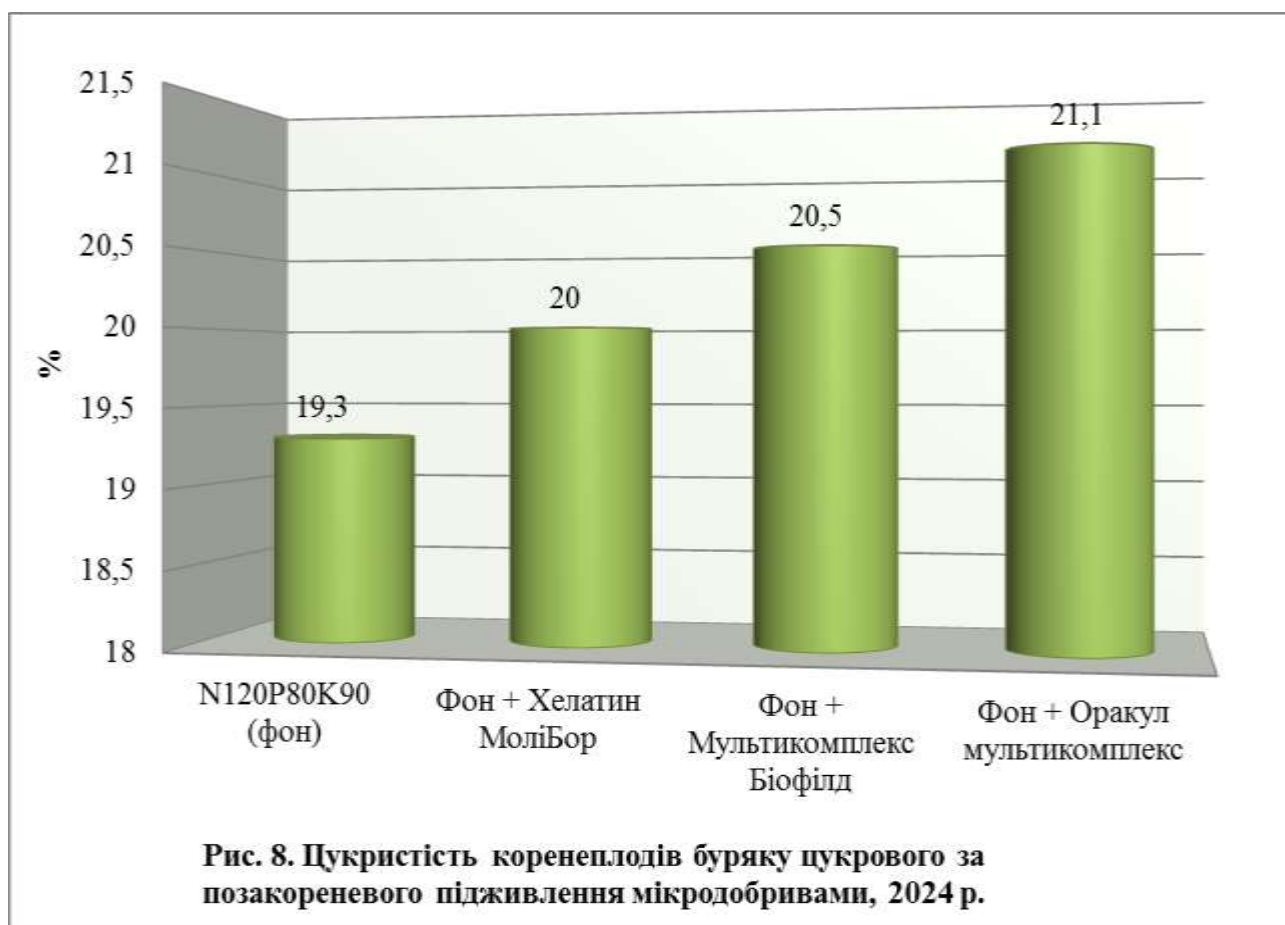
Проте, як свідчать результати дисперсійного аналізу істотний приріст врожайності коренеплодів було одержано лише по відношенню до контрольного варіанту дослід, а між собою переваги того чи іншого мікродобрива не було виявлено (додат. А).

Отже, мікродобрива, що вносилися у досліді сприяли підвищенню врожайності культури на 8–11 %. Максимальну врожайність було одержано у

варіанті за позакореневого підживлення мікродобривом Оракул мультикомплекс і вона становила 51,8 т/га.

За даними численних вітчизняних і зарубіжних наукових досліджень продуктивність сортів і гібридів буряку цукрового становить понад 50 т/га, а цукристість – 19 % [40, 41].

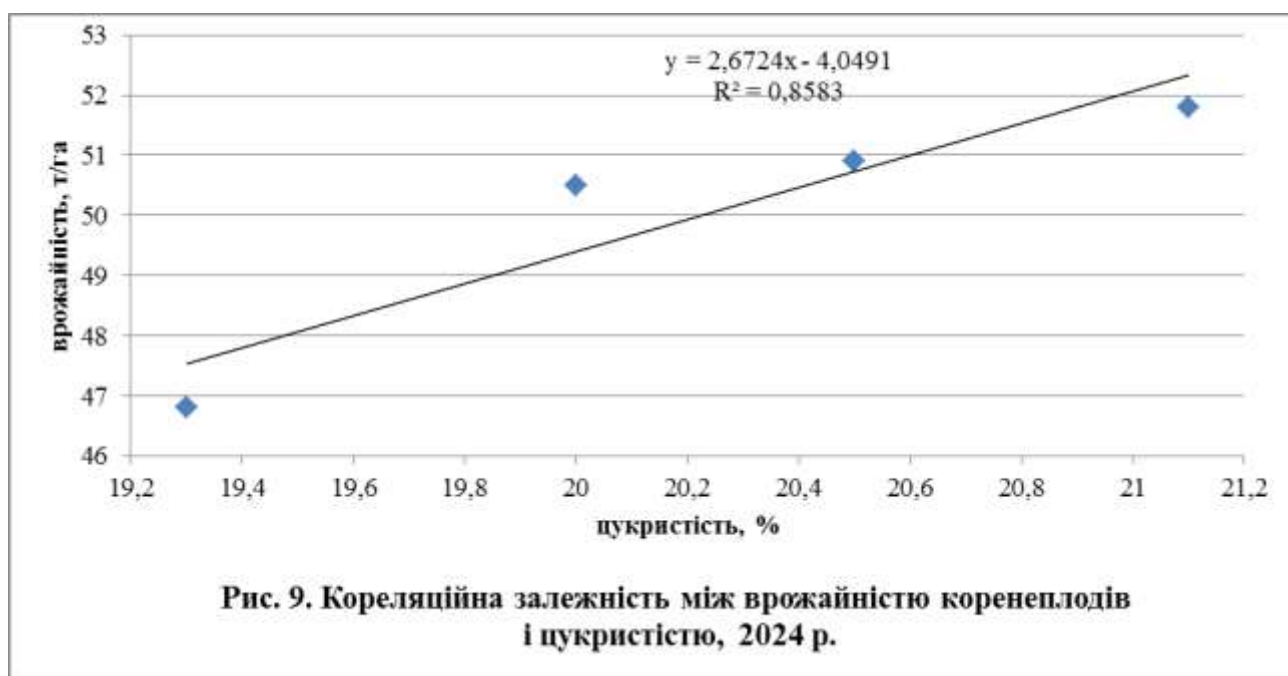
Застосування мікродобрив у позакореневе підживлення сприяло не лише підвищенню врожайності коренеплодів, й цукристості (рис. 7).



Встановлено, що у 2024 році суха і жарка погода, хоча й повністю не дозволяла реалізувати генетичний потенціал культури, проте сприяла нагромадженню цукру у коренеплодах. За базисної цукристості 16 %, у посушливому 2024 році, цукристість коренеплодів у варіанті досліді N120P80K90 становила 19,3 %. Під впливом позакорневих підживлень мікродобривами вона мала тенденцію до збільшення. Так за підживлення мікродобривом Хелатин МоліБор даний показник підвищився на 0,7 абс.%, за

внесення Мультикомплекс Біофілд – на 0,8, а за позакореневого підживлення мікродобривом Оракул мультикомплекс – на 1,8 абс. %. Тобто мікродобрива сприяли підвищенню вмісту цукру у коренеплодах на 3,6–9,3 відн. %.

Загальноновизнано, що між врожайністю буряку цукрового і цукристістю існує обернена кореляційна залежність. Тобто, з підвищенням рівня врожайності цукристість може зменшуватися. Але в окремі роки можна спостерігати й пряму залежність між цими показниками [32, 36]. Аналогічна закономірність прослідковувалися і в наших дослідях у яких було виявлено пряму залежність між врожайністю і цукристістю (рис. 8).



На нашу думку, це можна пояснити як погодними умовами, так і не високими приростами врожайності коренеплодів у досліджуваних варіантах. Все ж слід зазначити, що у досліді виявлено сильний ($r=0.85$) кореляційний зв'язок між врожайністю і цукристістю.

Основним показником продуктивності фабричних буряків, практичним критерієм оцінки впливу того чи іншого агротехнічного заходу (в тому числі і удобрення) є збір цукру з одиниці площі. Цей показник найповніше характеризує продуктивність культури.

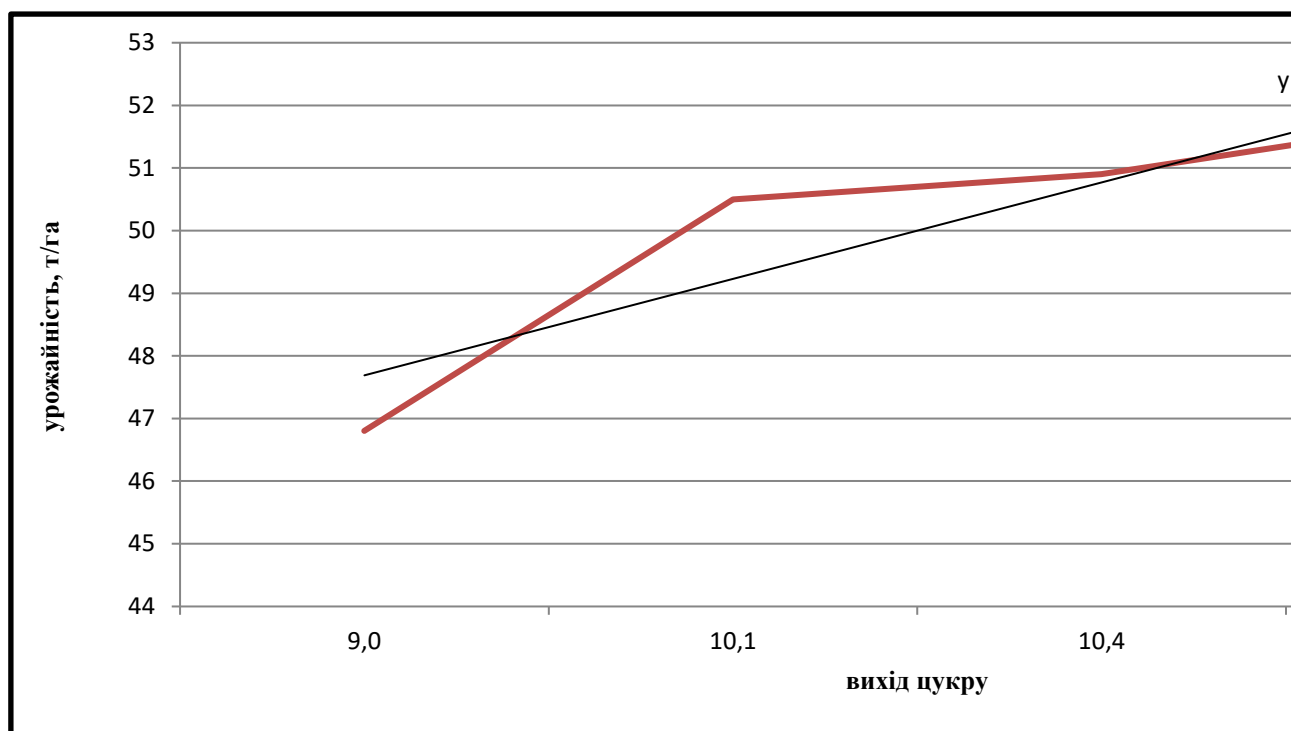
Ми розраховали біологічний вихід цукру з 1 га (рис 10). Цей показник залежав від погодних умов року та удобрення (додат. Г).



Встановлено, що у варіанті з внесенням $N_{120}P_{80}K_{90}$ (фон) біологічний вихід цукру становив 9,0 т/га. За внесення мікродобрива Хелатин МоліБор він збільшився на 1,1 т/га, мікродобрив Мультикомплекс Біофілд – 1,4 т/га, а за підживлення Оракул мультикомплекс – на 1,9 т/га.

Отже, за збором цукру з 1 га кращим виявився варіант за позакоренового підживлення мікродобривом Оракул мультикомплекс на фоні внесення $N_{120}P_{80}K_{90}$.

Досліджено кореляційну залежність між врожайністю буряку цукрового і біологічним збором цукру з 1 га (рис. 11).



Встановлено, що між урожайністю буряків цукрових і біологічним виходом цукру існує дуже сильний ($r = 0,93$) кореляційний зв'язок.

Отже, макро- і мікродобрива позитивно впливали на формування врожайності буряку цукрового. При цьому підвищувалася площа листкової поверхні, маса 100 рослин, врожайність і цукристість коренеплодів.

РОЗДІЛ 5

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ МІКРОДОБРИВАМИ НА ПОСІВАХ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО

Значний вплив на стан і динаміку розвитку цукрової галузі останніми роками справляє показник загального обсягу виробництва цукрової сировини та рівень її цукристості. Перший залежить від розміру посівних площ і середньої урожайності вирощування культури, тоді як другий показник визначається безпосередньо тенденцією порівняно ширшого використання нових високопродуктивних гібридів цукрового буряку вітчизняної і іноземної селекції, особливо новітнього покоління, що мають досить високий потенціал урожайності цукристості, а також переходу багатьох господарств на високоефективні технології його вирощування. Зокрема, в аграрних підприємствах за останні роки суттєво зросли обсяги внесення мінеральних добрив із розрахунку на 1 га посівної площі буряків цукрових (фабричних), що загалом позитивно вплинуло на рівень середньої урожайності в усіх аграрних формуваннях України [49].

Цінність буряків не обмежується лише цукром; побічна продукція, така як гичка, жом і меляса, має важливе значення для тваринництва.

Вирощування буряку цукрового пов'язане з суттєвими фінансовими витратами, які залежать від рівня інтенсифікації технологій вирощування та продуктивності гібридів. Одним з ефективних агрохімічних методів підвищення врожайності є система удобрення. Найбільшу частку у структурі витрат становлять мінеральні добрива та засоби захисту рослин, тому важливо визначити економічну доцільність використання макро-і мікродобрив, які забезпечать максимальну ефективність їх застосування.

Доцільність кожного елемента технології повинна оцінюватися не тільки за рівнем урожайності, а й за його економічною прибутковістю.

Економічну ефективність ми розраховували за такими показниками: вартість вирощеної продукції з урахуванням цукристості, матеріально-грошові витрати на 1 га, собівартість продукції, чистий прибуток та рівень рентабельності виробництва. Розрахунки економічної ефективності наведені в табл. 6.

Таблиця 6

**Ефективність позакореневих підживлень мікродобривами у посівах
буряку цукрового (у цінах 2024 р.)**

Показник	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₉₀ (фон)	Фон + Хелатин Молібор	Фон + Мультикомплекс с Біофілд	Фон + Оракул мультикомплекс
Врожайність, т/га	46,8	50,5	50,9	51,8
- в т.ч. приріст до контролю	—	3,7	4,1	5,0
Ціна реалізації, грн/т за базисну цукристість	1900	1900	1900	1900
цукристість коренеплодів, %	19,3	20,0	20,5	21,1
Ціна реалізації, грн/т з урахуванням цукристості	2292	2375	2434	2506
Вартість валової продукції, грн/га	107265,6	119937,5	123890,6	129810,8
- в т.ч. додаткова	—	7030	7790	9500
Матеріально-грошові витрати, грн./га	92400	93098	92620	92984
- в т.ч. додаткові	—	698,0	220,0	584,0
Собівартість 1 т коренеплодів, грн.	1974,4	1843,5	1819,6	1795,1
Умовно-чистий прибуток, грн/га	14866	26840	31271	36827
- т. ч. додатковий	—	6332	7570	8916
Рівень рентабельності, %	16	29	34	40

Як видно з даних таблиці, матеріально-грошові витрати у варіанті, де вносились лише мінеральні добрива, склали 92400 грн/га. Додаткові витрати на

придбання та внесення мікродобрів були незначними і коливались залежно від вартості мікродобрів в межах 220–698 грн.

Собівартість 1 т коренеплодів найменшою була у варіанті Фон + Оракул мультикомплекс і становила 1795,1 грн/га. У цьому ж варіанті досліді було одержано максимальний умовно-чистий прибуток на рівні 36827 грн/га в т.ч. додатковий склав 8916 грн/га за рівня рентабельності виробництва 40 %.

Слід зазначити, що застосування мікродобрів є досить ефективним заходом, оскільки у всіх варіантах досліді, де вони вносилися у позакореневе підживлення, забезпечило одержання додаткового прибутку 6332–8916 грн/га.

Отже, позакореневі підживлення мікродобривами є економічно доцільним заходом, який забезпечує не підвищення врожайності й цукристості коренеплодів, а й одержання додаткового прибутку.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ НА ПОСІВАХ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час внесення добрив під буряк цукровий

Значення охорони праці в умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва зростає. Забезпечити безпечні умови при внесенні добрив можна завдяки належній організації робочих процесів.

До роботи з мінеральними добривами допускаються лише особи, яким виповнилося 18 років, які пройшли медичне обстеження і не мають протипоказань (захворювання легень, шкіри, органів дихання тощо). Крім того, вони повинні пройти спеціальне навчання, скласти відповідні іспити кваліфікаційній комісії та отримати інструктаж з охорони праці, пожежної безпеки, а також на робочому місці.

Вагітні жінки та жінки, які годують дітей, до роботи з мінеральними добривами не допускаються. Для обслуговування автомобільних і тракторних розкидачів допускаються водії та трактористи, які знають будову обладнання, правила експлуатації посудин під тиском і склали іспити з технічного та охорони праці. Працівники, постійно задіяні в роботі з мінеральними добривами, включаючи водіїв і трактористів, повинні проходити медичне обстеження щонайменше раз на рік.

Самостійно працювати з мінеральними добривами можуть лише ті, хто пройшов стажування під керівництвом досвідченого працівника або керівника робіт протягом п'яти змін і здобув необхідні практичні навички безпечного виконання завдань з внесення добрив у ґрунт. Дозвіл на самостійну роботу видає керівник робіт після перевірки знань і навичок.

Роботи з мінеральними добривами дозволяється виконувати лише в світлий час доби. При швидкості руху повітря 4 м/сек і більше внесення добрив авіаметодом забороняється.

Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які діють на робітника при роботі з мінеральними добривами: загазованість навколишнього середовища; вибухонебезпечні суміші; підвищена запиленість робочої зони; рухомі машини і агрегати.

Головною умовою запобігання виробничим травмам на виробництві повинна стати розробка спеціальних заходів, що характеризується наявністю на робочих місцях небезпечних виробничих факторів та умов, що дозволить об'єктивно оцінити негативні наслідки та вжити заходів щодо їх запобігання [50].

У процесі роботи працівник може потрапляти в небезпечну зону через відсутність там огорожень, порушення відповідних норм, правил чи помилки.

Небезпечна дія (НД) – це дія, що суперечить нормам професійної поведінки при виконанні виробничого завдання. Вона виникає внаслідок порушення режиму роботи, нормативних вимог з охорони праці та норм експлуатації машин, будівель, споруд. Отже, через небезпечні дії робітник може потрапити в небезпечну зону.

Небезпечні умови (НУ) можуть визначатися низьким рівнем організації праці, недоліками обладнання, процесів та конструкцій машин.

Небезпечна ситуація – це в першу чергу наслідок небезпечних дій робітників в небезпечних умовах. Модель виробничої безпеки під час внесення мінеральних добрив наведена у схемі нижче:

$$НУ1 \rightarrow НД1 \rightarrow НС1 \rightarrow О$$

$$НУ2 \rightarrow НД2 \rightarrow НС2 \rightarrow Т$$

НУ1– токсичність мінеральних добрив;

НД1 – при внесенні мінеральних добрив робітник не використовує респіратор;

НС1 – вдихання пилу від мінеральних добрив;

О – отруєння робітника під час роботи з мінеральними добривами;

НД2 – паління на хімічному складі;

НУ2– незагасений робітником недопалок;

НС2 – загоряння мінеральних добрив (вибух);

Т – травма.

В цілому організація роботи в господарстві відповідає вимогам з охорони праці. Але поряд з цим необхідно усунути деякі недоліки. В перше чергу потрібно своєчасно проводити знешкодження спецодягу; перевіряти наявність засобів індивідуального захисту.

Головні спеціалісти галузі повинні стежити за виконанням правил з охорони праці працівниками та під час застосування добрив бути на полі.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища за внесення мінеральних добрив

Антропогенний тиск на оточуюче природне середовище є істотним. Застосування агрохімікатів, без яких не можна отримати високих і стабільних врожаїв, призводить до багатьох проблем в тому числі екологічної. Численними дослідженнями встановлено що різні мінеральні добрива по різному впливають на довкілля. У ґрунті добрива вступають у складні хімічні реакції та перетворення, які залежать, в першу чергу від властивостей самих добрив, біологічних особливостей культури, що вирощується, погодних умов, властивостей ґрунту тощо.

З баластним складом добрив, їх концентрацією у сировині, технологією виробництва можуть у ґрунт, а потім і в рослину поступати важкі метали, що безумовно негативно впливає на оточуюче природне [51]. Наприклад, сировиною для виготовлення фосфорних добрив є фосфорні руди, що містять значну кількість кадмію, стронцію та інші радіоактивні елементи. Вони, потрапляючи в ґрунт, гальмують мінералізацію органічних сполук, активність ґрунтових ферментів, біологічну активність, що в свою чергу призводить до зниження ферментної активності та інтенсивності розкладання клітковини. Екологічні наслідки застосування фосфорних добрив пов'язані також із збільшенням надходження фосфору у водні об'єкти, який викликає, поряд з іншими поживними елементами, посилений розвиток планктону, заболочення водоймищ, загибель водних організмів внаслідок дефіциту розчиненого у воді кисню

Тож збільшення виробництва та внесення не тільки фосфорних, але і комплексних добрив призводить до забруднення довкілля сполуками миш'яку, стронцію фтору [51].

Мінеральні добрива можуть містити і залишки вільних кислот, що може стати причиною підкислення ґрунту. Оскільки довготривале, безграмотне використання фізіологічно лужних або фізіологічно кислих добрив може призвести до втрат гумусу, змінює реакцію ґрунтового розчину, спричиняє декальцинацію ґрунтів, внаслідок підвищення рухомості іонів.

Застосування мінеральних добрив з високим сольовим індексом може спричинити високу концентрацію іонів, що негативно вплине не тільки на самі рослини, а й на біологічні та агрофізичні властивості ґрунту.

Головним джерелом нітратного, нітритного забруднення є не обґрунтовано високі дози азотних добрив. Внесені з осені азотні добрива, що містять азот в нітратній формі можуть стати причиною забруднення довкілля внаслідок їх міграції в нижні шари ґрунту або їх змиву. Для зменшення навантаження на довкілля необхідно створити такі умови: збалансованість мінерального живлення рослин; роздрібне внесення азоту; високий рівень

агротехніки, який забезпечує одержання запланованого врожаю; застосування інтегрованої системи захисту рослин від хвороб та шкідників. Також ширше використовувати органічні добрива, зокрема соломку, зелене добриво, післяжнивні, післяукісні й проміжні посіви сидератів, особливо на еродованих ґрунтах. Але не можна повністю виключати мінеральні добрива з агрохімічної практики. Передовий досвід і сучасна агрономічна наука володіють науково обґрунтованими рекомендаціями для того, щоб не допустити нітратного та інших видів забруднення.

Підвищені дози азотних добрив можуть негативно впливати і на здоров'я людини внаслідок накопичення в рослинницькій продукції нітратів. Тому встановлені еколого-токсикологічні регламенти застосування азотних добрив.

Незважаючи на все вищесказане, негативний вплив мінеральних добрив на довкілля часто досить перебільшений і їх застосування не можна ставити поряд з техногенним чи пестицидним забрудненням.

Отже, тільки впровадження науково обґрунтованих, раціональних систем удобрення, які дають змогу передбачити негативний тиск на агроценози, можуть мінімізувати цей негативний вплив на довкілля.

ВИСНОВКИ

1. Буряк цукровий є культурою інтенсивного типу і він максимально засвоює поживні речовини у період з липня по кінець серпня. Так, за цей період вміст нітратного азоту в шарі 0–30 см зменшився на 4,3 мг/кг, рухомих сполук фосфору – 38, і обмінного калію – на 31 мг/кг ґрунту.

2. Позакореневі підживлення буряку цукрового сприяли наростанню маси 100 рослин на 4,1–13,9 г, площі листової поверхні рослин на час збирання на 100–178 см²/рослину, залежно від мікродобрів.

3. Найвищу врожайність коренеплодів отримано за позакореневого підживлення буряку цукрового мікродобривом Оракул мультикомплекс на фоні внесення мінеральних добрив, що забезпечило одержання врожайності на рівні 51,8 т/га.

4. Цукристість коренеплодів буряків цукрових також була найвищою у варіанті Фон + Оракул мультикомплекс і становила 21,1 що на 1,8 % перевищувало варіант, де вносилися лише мінеральні добрива, а біологічний збір цукру з 1 га склав 10,9 т/га, що на 0,8–1,9 т/га більше за інші варіанти досліду.

5. Застосування мікродобрива Оракул мультикомплекс у позакореневе підживлення на фоні застосування мінеральних добрив дозою N₁₂₀P₈₀K₉₀ забезпечило одержання 36287 грн/га чистого прибутку в т. ч. від агрозаходу – 8916 грн/га за рівня рентабельності виробництва 40 %.

6. Отже, в умовах ФГ «ВЛОМ» застосування мікродобрив у позакореневі підживлення на фоні внесення N₁₂₀P₈₀K₉₀ є економічно доцільним заходом, що дозволяє підвищити продуктивність гібриду буряку цукрового Козак.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цукрові буряки та збільшення площ під ними в 2023: чи залишиться культура у фаворитах? Superagronom. 13 жовтня 2023. Режим доступу: <https://superagronom.com/articles/683-tsukrovi-buryaki-ta-zbilshennya-plosch-pid-nimi-v-2023-chi-zalishitsya-kultura-u-favoritah>.
2. Жердецький І.М., Ступенко О. Ефективне позакореневе підживлення цукрових буряків. Пропозиція. 2010. № 6. С. 68–74.
3. Ямковий В. Система удобрення в інтенсивному буряківництві: на що потрібно зважати. Пропозиція. 2019. №5. С.58-61.
4. Братський І. Г. Система удобрення і нові форми добрив для буряків цукрових. Цукрові буряки. 2014. № 7. С. 27–29.
5. Денисевський В.С. Підвищення якості врожаю засобами хімізації. К., Наукова думка. 2015. 68 с.
6. Любисток І.С. Деякі особливості мінерального живлення цукрового буряку в різні періоди росту. Вісник ХНАУ. 2017. Вип. 4. С. 21–42.
7. Харченко О.В., Прасол В.І. Ільченко О.В. Агроекономічне та екологічне обґрунтування рівня живлення сільськогосподарських культур. Університетська книга, 2017. 126 с.
8. Карпук Л.М. Динаміка наростання сирогої біомаси гібридів буряків цукрових залежно від позакореневого підживлення. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2015. Вип. 23. С. 34–39.
9. Гладкіж Є.Ю. Роль окремих елементів живлення у підвищенні стресостійкості рослин за екстремальних погодних умов Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2016. № 1-2(25). С. 55- 63.
10. Ефективність азотних добрив на посівах цукрових буряків в умовах правобережного Лісостепу України. Рослинництво, сучасний стан та перспективи розвитку 2016. №3. С. 95–103.

11. Балан В.М. Цукрові буряки: біологія, насінництво, агротехніка, технологія / [В.М. Балан, Л.М. Карпук, О.В. Балагура, С.П. Вахній]. Біла Церква, 2013. 336 с.
12. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин [В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова]. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2013. 724 с.
13. Ермантраут Е.Р., Кремсал В.Г. Позакореневе підживлення як елемент покращення живлення цукрових буряків. Вісник ХНАУ, 2018. № 4 . С. 14-17.
14. Цвей Я.П. Біоенергетична оцінка продуктивності різноротаційних сівозмін. Збірник наукових праць ІБКЦБ. 2012. Вип.12. С.46 - 55.
15. Господаренко Г. М., Черно О. Д. Кравець І. С. Азотний статус ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2024. Ч. 1. Сільськогосподарські та технічні науки. Вип. 104. С. 149–160.
16. Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур В.А. Вплив удобрення на біологічну врожайність цукрових буряків в умовах дослідного поля ВНАУ. Збірник наукових статей "III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю". Вінниця, 2011. Т. 2. С.466–467.
17. Технологія неорганічних речовин. Ч. 3. Мінеральні добрива. / М. Д. Волошин, Я. М. Черненко, А. В. Іванченко, М. А. Олійник. ДДТУ, 2016. 354 с.
18. Балагура О.В. Продуктивність буряків цукрових залежно від сортових особливостей і мінеральних добрив. Агробіологія: Збірник наукових праць Білоцерків. нац. аграр. ун-т.- Біла Церква, 2015. Вип. 5(84). С.74-77.
19. Дмитрук П. А. Особливості живлення фосфором технічних культур на початку їх росту К: ХХІ ст. 2013. 21 с.
20. Чернелівська О.О., Сичук Л.В., Дзюбенко І. М. Продуктивність буряків цукрових залежно від системи удобрення та обробітку ґрунту. Біоенергетика. 2019. №1 (13). С. 24–27.
21. Черно О. Д., Зосімов А. В. Продуктивність буряку цукрового за різних систем живлення в умовах Правобережного Лісостепу. Матеріали

Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні питання агротехнологій» присвяченій 100-річчю професора І. М. Карасюка (м. Умань, 23 листопада 2023 р.) / Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. Умань : Уманського НУС, 2023. С. 36–38.

22. Мазепин К. Г. Удобрення цукрового буряку. К., Вісник Житомирського НАУ. 2014. № 5. С43–50.

23. Борисюк В.С. Вплив рівнів удобрення на ріст і розвиток рослин цукрових буряків. Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія.- Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2012. №16. С. 536–540.

24. Хильницький О.М., Шиманська Н.К. Добрива та продуктивність цукрових буряків. Цукрові буряки. 2014. №2. С. 10–12.

25. Заришняк А.С. Оптимізація доз і способів внесення мінеральних добрив під цукрові буряки в сучасних умовах сільськогосподарського виробництва. К.: «Аграрна наука», 2016. С. 58–61.

26. Охтиркін І.П. Підживлення цукрових буряків мінеральними добривами. Агроном. 2019. 20.05. <https://agronom.com.ua/pidzhyvlennya-tsukrovyyh-buryakiv-mineralnymy-dobryvamy/>

27. Карпук Л. М. Позакореневе підживлення – резерв підвищення продуктивності цукрових буряків. Техніка і технології АПК. 2013. №6. С. 22–25.

28. Іваніна В. В., Олекшій Л. М. Ефективність мікродобрив «Реаком» на посівах буряків цукрових. Наукові доповіді НУБіП України. 2016. №. 4. С. 11–16.

29. Карпук Л. М., Крикунова О. В., Вахній С. П. Особливості позакореневого підживлення буряків цукрових мікродобривами. Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”. 2015. Вип. 3. С.38–45.

30. Perelomov L. V., Chulin A. N. Molecular mechanisms of interaction of microelements with microorganisms in the environment. Direct biological transformation of microelement compounds. Biology Bulletin Reviews. 2014. Т. 4. Р. 285–299.

31. Ronen E. Microelements in agriculture. Practical Hydroponics and Greenhouses. 2016. №. 164. P. 35–44.

32. Жердецький І.М., Сінчук Г. А. Позакореневе підживлення стимуляторами росту цукрових буряків як фактор впливу на поживний режим ґрунту. Цукрові буряки. 2014. № 5. С. 34-38.

33. Біоадаптивна технологія вирощування цукрових буряків: технологічні аспекти / [В.М. Сінченко, В.І. Пиркін, Г.Д. Гапоненко та ін.] // Цукрові буряки. 2014. №3. С.6-10.

34. Слюсар О., Кучеров Є. Значення мікродобрив в живленні с/г культур. УкрАгроРосток. 6.01.2019. <https://uarostok.ua/statt/znachennya-mkrodobriv-v-zhivlenn-s-g-kultur/>

35. Борисик П. Г. Елемент нових технологій: Продуктивність та якість цукрових буряків залежно від норм і способів застосування регуляторів росту в умовах північно-західного Лісостепу. Карантин і захист рослин. 2018. №4. С. 11–13.

36. Заришняк А.С. Позакореневе внесення міндобрив при вирощуванні цукрових буряків. Цукрові буряки. 2016. № 4. С. 17–19.

37. Харченко М.О. Мікродобриво Солюбор на цукрових буряках. Цукрові буряки. 2014. № 5. С. 17–18.

38. Abbas M. S., Mohamed H. S., Shahba M. A. New Approach to Utilize Nano-Micronutrients in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). In: Misra, V., Srivastava, S., Mall, A.K. (eds) Sugar Beet Cultivation, Management and Processing. Springer, Singapore. 2022. P. 291–313.

39. Потапов А. В., Грабовський М. Б. Формування площі листкової поверхні та фотосинтетичних показників посівів буряків цукрових залежно від мікродобрив та систем фунгіцидного захисту. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2023. Вип. 74 (1). С. 110–128.

40. Потапов А. В. Оптимізація елементів технології вирощування буряків цукрових в умовах Правобережного Лісостепу України. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія (20

Аграрні науки та продовольство). – Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, 2023. 195 с.

41. Аскарів В.Р. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на урожайність та якість цукрових буряків. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України». 2016. Вип. 2. С. 89–95

42. Сінченко В. М., Шамсутдінова А. В. Вплив позакореневого підживлення регуляторами росту рослин на стан рослин буряків цукрових Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2016. Вип. 24. С. 28–34.

43. Грабовський М.Б., Марченко Т.Ю., Потапов А.В., Лозінський М.В., Качан Л.М. Формування маси коренеплоду і листя гібридами буряку цукрового залежно від застосування мікродобрив і фунгіцидів. Таврійський науковий вісник. 2022. № 126. С. 29–38.

44. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. Київ: ТОВ Алефа, 2023. 152 с.

45. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (станом на 24.05.2024). Електронний ресурс. <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>.

46. Іванюк Г. Сірі лісові ґрунти у різних класифікаційних системах Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2017. Випуск 51. С. 120–134.

47. ДСТУ 4287:2007. Якість ґрунту. Відбирання проб. К: Держспоживстандарт України, 2005. 9 с. (Національний стандарт України).

48. Черно О. Д. Лабораторний практикум з вивчення дисципліни «Агрохімія» для проведення лабораторно-практичних занять студентами стаціонарної та заочної форм навчання зі спеціальності 201 «Агрономія» освітнього рівня «Бакалавр». Умань: УНУС, 2024. 68 с.

49. Скіп. П., Федуняк І. Підвищення економічної ефективності бурякоцукрового виробництва. Електронний ресурс. <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/19041/1/448-449.pdf/>.

50. Третьяков Є. А. Щодо охорони праці сільськогосподарських працівників зайнятих на роботах в рослинництві. Науковий вісник Академії муніципального управління: Серія «ПРАВО». 2014. Вип. 2. С.302–313.

51. Гладкіх Є. Ю. Агроекологічні аспекти застосування мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві. Агрохімія і ґрунтознавство. 2015. Вип. 83. С. 36–41.

ДОДАТКИ