МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА (УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«____» _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.-г., доцент

_____Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ РІВНЯ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент 2 курсу, групи 23 м-а
спеціальності 201 Агрономія
НОСОВ Владислав Юрійович
Керівник: МАРТИНЮК Андрій, к. с.-г. н, доцент

Умань – 2024

ЗМІСТ

	ВСТУП……...	3
РОЗДІЛ 1.	ВПЛИВ РІВНЯ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО(огляд літератури)……..	5
	1.1. Особливості азотного живлення буряк цукрового…...	5
	1.2. Вплив рівня азотного живлення на формування продуктивності буряку цукрового…….	7
РОЗДІЛ 2.	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ…….. .	13
	Характеристика гібриду буряку цукрового Акація……	13
РОЗДІЛ 3.	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ……	14
	3.1. Характеристика ґрунту під дослідом……. ..	14
	3.2. Кліматичні та погодні умови……	15
	3.3. Схема досліду та розміщення варіантів……	18
	3.4. Агротехніка вирощування буряку цукрового в досліді.... . .. ……..	19
	3.5. Програма досліджень і методика їх проведення…….	20
РОЗДІЛ 4.	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ…….	21
	4.1. Вплив рівня азотного живлення на азотний фонд грунту……..	21
	4.2. Вплив рівня азотного живлення на формування врожайності буряку цукрового……	26
	4.3. Вплив рівня азотного живлення на цукристість коренеплодів буряку цукрового…….....	31
	4.4. Розрахунковий збір цукру залежно від рівня азотного живлення буряку цукрового…….	32
РОЗДІЛ 5.	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРИВ ПІД БУРЯК ЦУКРОВИЙ……	34
РОЗДІЛ 6.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА……..	37
	6.1.Моделювання виробничих небезпек та заходи по їх зниженню за внесення мінеральних добрив під буряк цукровий…….	37
	6.2. Охорона навколишнього природного середовища за застосування азотних добрив під буряк цукровий…….	39
	ВИСНОВКИ……. .	42
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ……	43
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…… . ..	44
	ДОДАТКИ……..	50

ВСТУП

Буряк цукровий – найважливіша в Україні технічна рослина, сировинна база цукрової промисловості. Завдяки сприятливим грунтово-кліматичних умовам високоврожайні гібриди вітчизняної та закордонної селекції забезпечують продуктивність 70–80 т/га.

Власне, в Україні вже третій рік поспіль стабільно виробляється близько 1,8 млн. т цукру, а внутрішнє споживання становить 900 тис. тонн.

Отже, формується надлишок цукру, який цукровиробники активно експортують на світовий ринок у понад 30 країн. Тобто, навіть враховуючи спричинені війною логістичні та інші труднощі, рентабельність цукрового виробництва в Україні має позитивну динаміку [1].

Важливою ланкою інтенсифікації буряківництва є підвищення ефективності застосування добрив. Причому не збільшення їх доз, а за рахунок раціонального збалансованого за поживними речовинами внесення із урахуванням фізіологічної потреби рослин, що забезпечуватиме реалізацію генетичного потенціалу сучасних гібридів вітчизняної і закордонної селекції.

Тому виникає необхідність у проведенні досліджень з удобренням цієї культури у різних агроекологічних умовах.

Актуальність теми полягає у вивченні впливу рівня азотного живлення на формування продуктивності буряку цукрового в Правобережному Лісостепу.

Мета і завдання досліджень. Мета дослідження – встановити оптимальні дози азотних добрив під буряк цукровий гібриду Акація на чорноземі опідзоленому в Правобережному Лісостепу. Щоб досягти поставленої мети потрібно виконати наступні завдання:

– вивчити вплив рівня азотного живлення на формування азотного фонду чорнозему опідзоленого під буряком цукровим;

– виявити вплив різних доз азотних добрив за поєднання їх з фосфорними і калійними на ріст, розвиток і формування врожаю буряку цукрового;

– встановити вплив рівня азотного живлення буряку цукрового на якість коренеплодів і розрахунковий збір цукру;

– визначити економічну ефективність застосування різних доз азотних добрив під буряк цукровий у Правобережному Лісостепу.

Наукова новизна. В умовах Правобережного Лісостепу України встановлено вплив рівня азотного живлення на поживний режим чорнозему опідзоленого, ріст, розвиток і формування продуктивності буряку цукрового гібриду Акація.

Практична цінність. Дослідження дають підстави рекомендувати виробництву оптимальні дози азотних добрив, за поєднання яких з фосфорними і калійними, можна забезпечити високу врожайність і якість коренеплодів буряку цукрового на чорноземі опідзоленому в Правобережному Лісостепу.

Особистий внесок дипломника полягає в опрацюванні наукової літератури, закладанні досліду, відбиранні ґрунтових і рослинних зразків, проведенні їх аналізів, узагальненні отриманих результатів та формуванні висновків і пропозицій виробництву.

Апробація результатів досліджень. Основні положення та результати досліджень доповідалися та обговорювалися на засіданні наукового студентського гуртка кафедри агрохімії і ґрунтознавства, а також на Всеукраїнській студентській науковій конференції, приуроченій 160-річчю від дня народження відомого науковця у галузі біологічних наук, професора Й. К. Пачоського (Умань, 2024 р.), за матеріалами якої опубліковано тези
(Додаток А).

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ РІВНЯ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО (огляд літератури)

1.1. Особливості азотного живлення буряку цукрового

Буряк цукровий одна з найбільш вибагливих культур до родючості грунту та мінерального живлення макро-і мікроелементами. Серед елементів мінерального живлення найбільший вплив на продукування біомаси має азот [2, 3]. Це основний елемент росту, розвитку і формування врожайності та якості коренеплодів. Він міститься протоплазмі, ядрі, хлорофілових зернах, входить до складу амінокислот, білків та багатьох ферментів. Азот регулює товщину стінок та тривалість фаз формування клітин, характер диференціації [4, 5].

Значення азоту посилюються ще й тому, що потреба в живленні ним рослин значно більша, ніж у інших елементах. За даними Г. М. Господаренка [6,] потреба буряку цукрового в азоті є неоднаковою в різні фази росту та розвитку рослин. За слаборозвиненої кореневої системи рослин на початку вегетації потреба в ньому є незначною. За нестачі в насінні вуглеводів та відсутності фотосинтезу, надмірне азотне живлення негативно впливає на ростові процеси рослин.

Найінтенсивніше рослини поглинають і засвоюють азот у період максимального наростання вегетативної маси і коренеплодів. У цей період у поживному середовищі має переважати азот, який забезпечує наростання листків та сприяє швидкому формуванню фотосинтетичного апарату й тривалий період його ефективного функціонування. Нестача азоту в цей період зумовлює депресію листкового апарату та зниження врожайності буряку цукрового [7].

У кінці вегетації підвищується інтенсивність накопичення цукру в коренеплодах. У цей період ріст листків послаблюється і значна частина продуктів фотосинтезу переміщується в коренеплід. Для зменшення витрат вуглеводів на ростові процеси, у цей період бажано забезпечити помірне або обмежене азотне живлення буряку цукрового[8].

Ряд авторів вважають, що у формуванні врожаю буряку цукрового частка азоту складає до 45 %. Проте надмірне азотне живлення, що перевищує фізіологічну потребу рослин, значно знижує якість фабричних буряків цукрових [9, 10].

З підвищенням доз азотних добрив гальмується засвоєння фосфору і калію рослинами та підвищується їх чутливість до хвороб і шкідників. Такі рослини не в змозі перетворювати поглинутий з грунту азот мінеральних сполук в органічні складові, тому погіршується синтез білка і в коренеплодах накопичується «шкідливий» азот. Збільшення кількості розчинних форм азоту та золи, особливо солей калію і натрію, погіршує якість сировини та вихід цукру на заводі [11].

В дослідах [12, 13] за надмірної кількості азоту наприкінці вегетації в коренеплодах нагромаджувалися амінокислоти та інші азотисті речовини, які знижували вихід цукру.

За нестачі азоту сім'ядолі рослин буріють, молоді листки набувають світло-зеленого забарвлення листків, а колір нижніх листків змінюється спочатку від інтенсивно-зеленого до світло-зеленого, починаючи від верхівки до країв. Старші листки після жовкнення відмирають. За недостатнього азотного живлення формується відносно слабо розгалужена коренева система, затримується ріст і розвиток рослин, знижується фотосинтетичний потенціал та інтенсивність фотосинтезу, швидше завершується вегетаційний період. Внаслідок чого знижується врожайність і загалом продуктивність буряку цукрового [14].

Багаторічними дослідженнями встановлено[15,16], що азотне живлення буряку цукрового має бути помірним на початкових етапах онтогенезу, достатнім у період інтенсивного розвитку, однак слід уникати високих доз та пізніх термінів внесення азотних добрив, яке подовжує вегетацію рослин та погіршує технологічну якість коренеплодів.

1.2. Вплив рівня азотного живлення на формування продуктивності буряку цукрового

Одним із вагомих чинників підвищення врожайності та поліпшення якості коренеплодів буряку цукрового є раціональне застосування добрив. Висока ефективність добрив можлива лише за внесення їх у оптимальних дозах з урахуванням грунтово-кліматичних умов і біологічного потенціалу високопродуктивних гібридів вітчизняної та закордонної селекції.

Особливо це стосується азотних добрив, надмірне внесення яких не тільки знижує технологічну якість коренеплодів, але веде до забруднення навколишнього природного середовища.

За даними [17], підвищення родючості грунтів, насамперед пояснюють їх здатністю забезпечувати рослини азотом, а безповоротні втрати його мінеральних сполук з ґрунту через вимивання та біологічне відновлення бувають досить значними. Доза внесення добрив має задовольнити вимоги рослини в елементах живлення без зменшення вмісту гумусу в ґрунті після відчуження врожаєм поживних речовин.

Важливою умовою раціонального використання азотних добрив є врахування як валових запасів азоту грунту, так і його доступних форм. Застосування в агрохімічних дослідженнях стабільного ізотопу дало можливість встановити, що в польових умовах рослини використовують в середньому 30–60 % від внесеного азоту, а не 80 %, як вважалось раніше за визначення коефіцієнтів використання розрахунковим методом [18].

В. П. Гальцова [19] вказує на те, що із збільшенням доз азотних добрив з 50 до 100, 150 і 200 кг/га на фоні $P_{150}K_{150}$ коефіцієнт використання азоту рослинами буряку цукрового складав 53, 47, 42 і 40 %, відповідно. В кінці вегетації в 0–50 см шарі грунту було 46–47 % азоту від загальної дози азотних добрив. При цьому втрати його склали 6–21 % й були обернено пропорціональними використаному азоту рослинами буряку цукрового.

Дослідження А. І. Фатєєва [20] показали, що внесення під буряк цукровий на чорноземі вилугуваному 200 кг/га д.р. азоту мінеральних добрив

посилювало мінералізацію органічного азоту та сприяло додатковому його накопиченню в ґрунті, чим покращувало азотне живлення рослин та грунтових запасів.

За даними Л. І. Мартинович, М. М. Мартиновича, отриманими в умовах стаціонарного досліду на чорноземі опідзоленому, застосування азотних добрив в умовах нестійкого зволоження не тільки підвищує вміст мінерального азоту в ґрунті, але й посилює вимивання нітратного азоту до глибини 60–80 см, чим створює умови сприятливого азотного живлення рослин на пізніх етапах органогенезу та подовжує вегетацію рослин. За такого внесення азотних добрив за межі орного шару вимивається 64–67% азоту, тоді як на контролі без добрив було на 5–7% менше [21] .

Дослідження І. А. Павука [22] та Я. П. Цвея [23] свідчать, що внесення азотних добрив в умовах достатнього зволоження збільшує вміст нітратного азоту в метровому шарі чорнозему вилугуваного уже в період сходів буряку цукрового.

D. W. Murphy[24] вважає, що в удобренні буряку цукрового варто остерігатись високих доз азотних добрив. За незбалансованого азотного живлення, коли дози азоту істотно перевищують потребу в ньому рослин, зростають непродуктивні втрати азоту, що призводить до забруднення навколишнього середовища нітратами.

В дослідженнях А. В. Бикіна, Н. М. Бикіної, Н. П. Бордюжи [25] спостерігалася висока ефективність триразового внесення азотних добрив під буряк цукровий – проведення основного удобрення та двох підживлень у фазі 2–4 та 8–10 справжніх листків дозою азоту 30 кг/га. Проведення підживлень азотними добривами, порівняно з одноразовим внесенням азоту під буряк цукровий збільшило площу листків на 10,2-10,9% та значно підвищило врожайність коренеплодів.

Проте більшість вчених вважає, що надмірне та незбалансоване удобрення буряку цукрового азотними добривами спричиняє вимивання мінеральних форм азоту у нижні шари ґрунту та за його межі, і тим самим забруднює навколишнє середовища нітратами. За такого удобрення, крім екологічних негараздів, можливі значні економічні збитки, адже досить дорогі

азотні добрива за такого використовуються є не ефективними [26, 27]. За удобрення буряку цукрового слід уникати внесення високих доз азотних добрив, які значно перевищують фізіологічні потреби рослин в азоті.

Запобіганню непродуктивних втрат азоту із грунту, на думку П. М. Шияна [28], сприяє застосування амонійних і особливо амідних форм азотних добрив. Унаслідок обмінного закріплення амонійного азоту колоїдами грунту істотно зменшується вимивання азоту в нижні шари грунту та відбувається продуктивніше його використаннями рослинами.

А. П. Лісовал з співавторами [29], до найкращих азотних добрив для буряку цукрового відносять натрієву селітру, інші азотні добрива поступаються їй і розміщуються в такому порядку: кальцієва селітра, сечовина, аміачна селітра, сульфат амонію.

За даними досліджень М. М. Городнього [30], дози добрив під буряк цукровий залежать від типу грунту, вмісту доступних форм поживних речовин у ньому та кількістю опадів. У зоні достатнього зволоження на чорноземах опідзолених дози азоту складають 90–120 кг/га, а на сірих лісових – 120–150 кг/га.

На думку Г. І. Парфенюк [31], для підвищення продуктивності ріллі та зменшення непродуктивних витрат добрив, система удобрення культури повинна бути пов’язана із агрометеорологічними умовами, що складаються в період її активного розвитку. За несприятливих погодних умов, які супроводжуються надмірними опадами і недостатнім теплозабезпеченням, одним із резервів підвищення врожайності коренеплодів є застосування азотних добрив у дозі 180 кг/га в поєднанні з фосфорними і калійними в дозах 135 кг/га. За посушливих умов використання азоту в дозі вище 90 кг/га є недоцільним.

В дослідах А. Я. Буки та Г. Г. Дуди [32], на чорноземах типових під буряк цукровий оптимальною дозою азотних добрив була 120 кг/га. Внесення 150–240 кг/га азоту лише в окремих випадках сприяло незначному підвищенню врожайності, але при цьому значно знижувались технологічні якості коренеплодів. Приріст врожаю коренеплодів на південних чорноземах від дози азотних добрив 90–120 кг/га склав 4,0–5,0 т/га, а на сірих лісових грунтах – її

потрібно збільшити до 120–150 кг/га. Слабше азотні добрива діяли на чорноземах глибоких, де приріст знижувався до 2,5–3,0 т/га.

За даними Ю. А. Тонкаля та Н. К. Шиманської [33], негативний вплив азотних добрив зазвичай проявляється на грунтах з високим вмістом азоту та менше – з низькою його забезпеченістю.

І. У. Марчук з співавторами [34] вважають, що оптимальними дозами азотних добрив під буряк цукровий, залежно від умов вирощування, є $N_{120\text{-}180}$.

Польовими дослідами, проведеними Інститутом цукрових буряків у Німеччині, встановлено, що доза азоту залежить від якісної оцінки грунту в балах, вмісту в ньому гумусу, попередника та удобрення інших культур сівозміни. Рекомендована доза азотних добрив зазвичай складає 160 кг/га. Для одержання запланованого врожаю 50 т/га і більше вносять до 240 кг/га азоту [35].

В зоні нестійкого зволоження на вилугуваних чорноземах найбільший вихід цукру був за внесення азоту у дозі 90 кг/га. Збільшення азоту до 120 кг/га хоч і підвищувало врожайність коренеплодів, але при цьому значно знижувались їх технологічні показники якості, що зменшувало вихід цукру з одиниці площі [36].

За даними інших науковців [37], застосування під буряк цукровий понад 180–200 кг/га є нераціональним, особливо за вирощування їх в ланці з багаторічними травами. Проте застосування азотних добрив у оптимальних дозах та за поєднання з фосфорними і калійними позитивно впливає на формування врожайності та його якості.

На глибоких малогумусних чорноземах Полтавської області збільшення азоту на фосфорно-калійному фоні до 120–180 кг/га підвищувало врожайність коренеплодів на 6,1–8,5 т/га. За підвищення доз азотних добрив до 240 кг/га приріст урожаю зріс до 10,3 т/га, а зниження цукристості коренеплодів склало 1–1,5 %. Однак за більшої врожайності, збір цукру також був більшим і в середньому становив 1,22 т/га [38].

Дослідження дії головних елементів живлення на формування продуктивності буряку цукрового на чорноземі опідзоленому вивчали в дослідах Уманського НУС. Дослідженнями встановлено, що на фоні гною

виключення із удобрення азоту, знижувало врожайність коренеплодів 4,5 т/га, а збір цукру – на 0,32 т/га. Тоді, як фосфорний компонент спряв зростанню врожайності коренеплодів на 2,7 т/га та підвищував їх цукристість на 0,3 %, а калійний – на 1,5 т/га і 0,3 %, відповідно [39].

Ряд науковців вважають, що значні розбіжності у величині рекомендованих доз добрив можна пояснити різними умовами вирощування та програмованими рівнями врожайності. Дози мінеральних добрив мають бути не більші і не менші, ніж їх винос із урожаєм. Найефективніше рослини буряку цукрового використовують елементи живлення при внесенні середніх доз мінеральних добрив N_{120} P_{100} K_{140} за співвідношення N:P:K = 1,0:0,8:1,2 [40] за іншими даними – N_{120} P_{80} K_{120} при співвідношенні N:P:K = 1,0:0,7:1,0[41].

За даними Т. В. Колібабчук [42] , для формування врожайності на рівні 54 т/га за мінеральної системи удобрення потрібно вносити N_{120} P_{50} K_{140}.

О.І. Зінченко з співавторами [43], рекомендують орієнтовні дози добрив для зони достатнього зволоження на чорноземах опідзолених та сірих лісових грунтах на рівні $N_{140\text{-}160}$ $P_{100\text{-}120}$ $K_{120\text{-}160}$.

За даними В.С. Власенка [44] для формування 46–47 т/га коренеплодів потрібно внести 25 т/га гною + N_{170} P_{120} K_{170}. Майже такі ж дози внесення для одержання 40 і 45 т/га пропонуються в інших дослідженнях [45, 46]. для одержання 40–50 т/га потрібно вносити вищі дози – N_{170} P_{160} K_{200} та N_{180} P_{180} K_{180} .

За даними І. Пархуць, Б. Пархуць[47] та В. Данилюка з співавторами.[48] на темно-сірих опідзолених середньосуглинкових грунтах західного Лісостепу для одержання 50 т/га коренеплодів необхідно внести 30-40 т/га гною та мінеральні добрива N_{150} $P_{75\text{-}140}$ $K_{160\text{-}180}$.

Застосування азотних добрив, поповнення ґрунту біологічним азотом є важливими чинниками у покращенні азотного режиму ґрунту та умов азотного живлення буряку цукрового. Ця проблема набула вагомості в останні десятиліття, коли під буряк цукровий почали широко застосовувати в якості добрива побічну продукцію сільськогосподарських культур, яка має низький

вміст азоту. Застосування альтернативних джерел органіки та збагачення її азотом шляхом застосування азотних добрив є вкрай важливим для отримання високих та стабільних врожаїв буряку цукрового.

Внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$ + 5 т/га соломи пшениці озимої + сидерат в дослідженнях В.В. Іваніни, І.А. Павука, Г.М. Мазур [49] підвищило врожайність коренеплодів буряків цукрових до контролю без добрив – на 23,8 т/га, збір цукру – на 4,1 т/га, забезпечивши абсолютну врожайність – 63,7 т/га,збір цукру – 11,2 т/га.

Застосування упродовж 17 років соломи + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$ не поступалось за ефективністю традиційній на основі гною органо-мінеральній системі удобрення. Така система удобрення стабілізувала вміст гумусу в орному 0–30 см шарі чорнозему вилугуваного на рівні 4,05% та забезпечила врожайність коренеплодів буряку цукрового до 71,6 т/га [50].

Отже, з огляду літературних джерел видно, що питанню удобрення буряку цукрового приділяється значна увага багатьох дослідників, але результати досліджень щодо рівня азотного живлення є також різними. Тому це питання потребує більш поглибленого вивчення, зокрема і за вирощування високопродуктивних гібридів вітчизняної та зарубіжної селекції в грунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом наших досліджень був чорнозем опідзолений та гібрид буряку цукрового Акація.

Особливості гібриду буряку цукрового Акація

Диплоїдний гібрид Акація від виробника КВС, що внесений у Державний реєстр сортів рослин України з 2015 року, поєднує в собі високу врожайність із цукристістю.

Для вирощування рекомендований в Лісостепу, Степу і на Поліссі.

За інтенсивного стартового росту, гібрид Акація впродовж тривалого періоду вегетації формує високу врожайність і цукристість. Можна використовувати для ранніх строків збирання. Густота 95–110 тис рослин/га.

Стійкий до ризоманії, толерантний до церкоспорозу, борошнистої роси та парші. Відзначається високою продуктивністю і стабільністю. Заглиблення коренеплодів у грунт 88–91 %. Придатний до механізованого збирання [51].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

Дослідження з вивчення впливу рівня азотного живлення на формування продуктивності буряку цукрового проводили на дослідному полі Уманського національного університету садівництва в стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства.

На території дослідного поля переважає чорнозем опідзолений малогумусний. Він утворився на карбонатній лесовій породі, має важкосуглинковий гранулометричний склад та високий рівень природної родючості. За даними [52] чорноземи опідзолені характеризуються відносною однорідністю гранулометричного та хімічного складу за профілем, вилугуваністю його легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів і значним нагромадженням елементів живлення в гумусовому горизонті.

Агрохімічну характеристику ґрунту, на якому проводилися дослідження подано в таблиці 1.

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика чорнозему опідзоленого

Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %	pH сольове	Смоль на 1 кг ґрунту		Ступінь насичення ґрунту основами, %	Вміст рухомих поживних речовин, мг/кг ґрунту		
			Нг	S		Nл. г	P_2O_5	K_2O
0–20	3,31	6,2	2,5	28,8	92	106	110	130
20–40	2,98	6,0	1,6	27,1	94	83	112	89

Чорнозем опідзолений характеризується такими показниками (табл.1): вміст гумусу за Тюріним в шарі ґрунту 0–20 см становить 3,31 %, а в 20–40 см – 2,98 %. Обмінна кислотність ґрунтового розчину в шарі ґрунту 0–20 см має pHсол. = 6,2, тоді як 20–40 см – 6,0, а показник гідролітичної кислотності

становить 2,5 та 1,6 смоль/кг, відповідно. Сума увібраних основ, яку визначали за Каппеном-Гільковіцем, в шарах грунту 0–20 та 20–40 см складає, відповідно, 28,8 і 27,1 смоль на 1кг ґрунту. Ступінь насичення ґрунту основами становить 92 і 94 % і є дуже високим.

Поживний режим 0–20 см шару чорнозему опідзоленого характеризується наступними показниками: вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 106 мг/кг, рухомого фосфору і обмінного калію за Чириковим 110 і 130 мг/кг ґрунту, відповідно. В 20–40 см шарі ґрунту зменшується вміст легкогідролізованого азоту до 83 мг/кг, рухомих сполук фосфору і калію до 112 і 89 мг/кг, відповідно [53].

У цілому чорнозем опідзолений, який поширений на дослідному полі, має високу природну родючість і за сприятливих погодних умов та дотримання всіх агротехнологічних операцій, у тому числі збалансованого мінерального живлення може забезпечити високу продуктивність буряку цукрового.

3.2. Погодні умови

Територія дослідного поля навчально-виробничого відділу Уманського НУС, на якому проводилися дослідження, знаходиться в зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України.

Клімат помірно-континентальний. За даними метеостанції м. Умань середньорічна кількість опадів за останні 18 років складає 586 мм, а середня річна температура – 8,8 ^{0} С [54].

Агрометеорологічні умови в роки проведення досліджень (табл. 2) можна оцінити, з погляду глобальних змін клімату, як близькі до типових у Правобережному Лісостепу. Так, 2022–2023 сільськогосподарський рік мав свої відмінності від середньо багаторічних даних. У цьому році опадів на 77 мм менше від «норми». Більше їх було листопаді та грудні 2022 року на 28 і 13 мм, відповідно та квітні 2023 року – на 72 мм.

У період вегетації буряку цукрового опадів було на 174 мм менше від багаторічного показника. За травень-жовтень випало 191 мм опадів, а більше їх було в липні на 25 і жовтні – на 23 мм. Решта місяців були посушливими, а

кількість опадів у червні, серпні й особливо у вересні була значно меншою багаторічного показника. В червні їх випало на 65,2 мм менше, серпні – на 36,6 а у вересні – на 58,9 мм від норми.

Нерівномірність випадіння опадів упродовж періоду вегетації формувала умови надмірного забезпечення вологою рослин цукрових буряків у першій половині вегетації та певний дефіцит вологи у другій її половині. В цілому погодні умови вегетаційного періоду сприяли формування високої біологічної врожайності буряків цукрових, а посушливість осіннього періоду – синтезу та накопиченню цукрів у коренеплодах.

Таблиця 2

Кількість опадів у роки проведення досліджень, мм (за даними метеостанції м. Умань)

Рік	Місяць												Сума за рік
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Середньо багатрічна (СБ)	43	40	38	34	36	41	52	81	68	49	61	43	586
2022–2023	71,8	53,1	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,4	12,4	4,2	33,5	509
+,– від СБ	+28,8	+13,1	–32	–13,5	–8,8	+88,6	–9,6	–65,2	+24,4	–36,6	–58,9	–9,5	77
2023–2024	62,8	55,0	29,8	14,9	89,6	56,2	41,8	56,5	17,9	17,7	12,1	99,4	553,7
+,– від СБ	+19,8	15,0	–8,2	–19,1	+53,6	+15,2	–10,2	–24,5	–50,1	–31,3	-48,9	+56,4	32,3

Примітка: СБ – середній багаторічний показник.

За 2023–2024 сільськогосподарський рік випало на 32,3 мм опадів менше у порівнянні з середньобагаторічними даними.

В період вегетації буряку цукрового випало 301 мм опадів, розподіл яких був також нерівномірний. У цьому році з шести з половиною місяців, на які припадає вегетація рослин буряку цукрового, лише у квітні та жовтні їх кількість перевищувала середньобагаторічний показник, відповідно, на 15,2 і

56,4 мм. Тоді як у травні, червні, липні серпні та вересні кількість опадів, порівняно з середньобагаторічними даними, була меншою, відповідно на 10,2; 24,5; 50,1; 31,3 та 49,9 мм.

Температурний фон повітря в роки проведення досліджень також відрізнявся від середніх багаторічних даних (табл. 3).

Температура повітря в 2022–2023 сільськогосподарському році відрізнялась від середніх багаторічних даних і становила 10,5 ^{0}C, що на 1,7 ^{0}C більше норми. Теплішими в цьому році були листопад і грудень 2022 року та січень, лютий, березень і квітень 2023 року.

Таблиця 3

Температура повітря в роки проведення досліджень, °С (за даними метеостанції м. Умань)

Рік	Місяць												Середнє за рік
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Середньо багато річна (СБ)	2,8	–1,8	–3,4	–2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5	8,3	8,8
2022–2023	3,7	–0,4	0,2	–0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,9	18,4	11,7	10,5
+, – до СБ	+0,9	–1,4	–3,2	–2,1	+2,5	–0,9	0	+0,6	+0,4	+2,8	+3,9	+3,4	+1,7
2023–2024	4,6	1,2	–1,6	4,2	4,5	13,0	15,3	21,2	24,3	23,1	19,7	10,8	11,7
+, – до СБ	+1,8	–0,6	–1,8	+1,9	+2,0	+3,3	–0,1	+2,2	+3,4	+3,0	+5,2	+2,5	+2,9

Примітка: СБ – середній багаторічний показник.

За період вегетації буряку цукрового посушливі були червень, липень, серпень, вересень і жовтень, в які температура повітря була вищою від середньобагаторічного показника на 0,6; 0,4; 2,8; 3,9 і 3,4 ^{0}C. коренеплодів буряку цукрового.

2023–2024 сільськогосподарський рік був теплішим на 2,9 ^{0}C, порівняно з середнім багаторічним показником.

Середньодобова температура вегетаційного періоду буряку цукрового (квітень – жовтень) склала 18,2 °С, що вище середньо багаторічного показника на 2,8 °С. У квітні вона була вищою від «норми» на 3,3 °С, травні температура повітря не відрізнялась від середньобагаторічного показника і становила 15,3 ^{0}С, а в червені, липні, серпні, вересні та жовтні спостерігалось її збільшення, відповідно, на 2,2 і 3,4, 3,0, 5,2 і 2,5 °С.

Погодні умови 2023–2024 сільськогосподарського року значно впливали на ефективність внесених мінеральних добрив, а також формування продуктивності буряку цукрового.

3.3. Схема досліду і розміщення варіантів

Дослідження з вивчення впливу рівня азотного живлення на формування врожайності та якості коренеплодів буряку цукрового проводили на дослідному полі навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва в стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства.

Схема досліду включає п’ять варіантів :

1. $Р_{120}К_{120}$ – фон;
2. Фон + N_{90};
3. Фон + N_{120};
4. Фон + N_{150};
5. Фон + N180.

Для закладання досліду використовували мінеральні добрива у формі:, суперфосфату гранульованого і калію хлористого, що вносилися під основний обробіток ґрунту та аміачної селітри – під передпосівну культивацію.

Площа посівної ділянки 81 м^2, облікової – 50 м^2 при триразовому повторенні варіантів та систематичному їх розміщенні (рис. 3.1).

Повторність досліду триразова, розміщення варіантів у досліді послідовне.

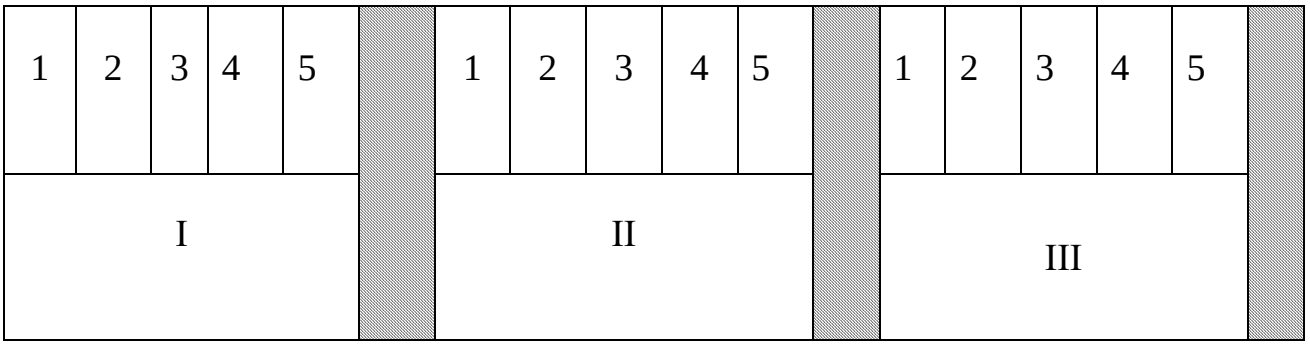


Рис. 3.1. Схема розміщення варіантів у досліді

1, 2, 3, 4, 5 – варіанти досліду; I, II, III – повторення досліду.

3.4. Агротехніка вирощування буряку цукрового у досліді

Буряк цукровий у досліді вирощувався після пшениці озимої в ланці з багаторічними травами за загальноприйнятою технологією для зони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України.

Зразу ж, після збирання пшениці озимої, виконували дворазове дискування на глибину відповідно 5–6 та 12–14 см, а після внесення фосфорних і калійних добрив згідно схеми досліду (вручну), проводили зяблеву оранку плугом ПОПМ – 3+1 на глибину 30–32 см.

Навесні обробіток ґрунту розпочинали з вирівнювання його поверхні боронами одночасно з шлейф-боронами.

За сприятливих погодних умов в середині або в кінці квітня, після внесення аміачної селітри, та передпосівної культивації, сіяли гібрид буряку цукрового Акація на глибину 3–4 см.

Проти бур'янів застосовували комбіновану систему захисту, яка включала внесення гербіцидів: грунтових Дуал Голд 960, к. е. нормою 2,5 л/га та після сходове триразове з використанням Бетанал Експерт, к. е. – 1,5 л/га; Лонтрел 300, р. к.– 0,6 л/га; Карібу 50, з. п. – 60 г/га + ПАР Тренд – 90 мл/га, Бетапур, к. е. – 1,5 л/га, та Штефериб, в. п. – 30г/га, а проти шкідників – Децис – 30 г/га.

Збирання врожаю з дослідних ділянок здійснювали після підкопування рослин бурякокопачем. З кожної ділянки для аналізу на технологічні якості відбирали по 30 коренеплодів, які виконували в Уманській дослідній станції тютюнництва НААН України.

3.5. Програма досліджень та методика їх проведення

Згідно програми досліджень визначали наступні показники за відповідними методиками [55] :

- вологість ґрунту термостатноваговим методом висушування в сушильній шафі при температурі 100 – 105 ^{o} С до постійної маси;

- вміст нітратного азоту потенціометрично з використанням іонселективного електроду за ДСТУ 7863 : 015;

- вміст амонійного азоту – у витяжці 1,0 М розчину KCl з додаванням реактиву Неслера за ДСТУ 7863 : 2015 ;

- вміст рухомого фосфору та обмінного калію за методом Чирикова з наступним визначенням відповідно на фотоелектроколориметрі та полуменевому фотометрі за ДСТУ :4115 : 2002;

- масу 100 рослин, відібраних по діагоналі з кожної ділянки в трьох повтореннях перед формуванням їх густоти, зважуванням на аналітичній вазі;

- облік урожаю буряку цукрового суцільним поділянковим методом;

- вміст цукру в коренеплодах – за даними напівавтоматичної лінії «Венема» в Уманській дослідній станції тютюнництва НААН України;

- статистичну обробку даних урожайності буряку цукрового – методом дисперсійного аналізу [56] (Додаток Б).

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив рівня азотного живлення на азотний фонд ґрунту

У мінеральному живленні буряку цукрового азот відіграє найбільш вагому роль. Він впливає на основні фізіологічні процеси, визначає динаміку росту і розвитку та кінцеву біологічну продуктивність рослин. Із ґрунту рослини буряку цукрового використовують азот мінеральний, нітратну та амонійну його форми, частка яких у складі валового азоту ґрунту становить лише 1-2% [5, 17]. Формування азотного режиму ґрунту є одним з важливих чинників впливу на обмін речовин у рослинах та формування продуктивності буряку цукрового. Основними джерелами підвищення вмісту сполук азоту у ґрунті є мінеральні та органічні добрива, а також бобові культури, вплив яких залежить від виду бобових культур та їх частки у сівозміні [2].

За даними [41], підвищення родючості грунтів насамперед пояснюють їх здатністю забезпечувати рослини азотом. Значення азоту посилюються ще й тому, що потреба в живленні ним рослин значно більша, ніж у інших елементах, а безповоротні втрати його мінеральних сполук з ґрунту через вимивання та біологічне відновлення бувають досить значними.

Вивчення фонду мінеральних сполук азоту в чорноземі опідзоленому показало, що він залежить від рівня азотного живлення буряку цукрового та погодних умов (табл. 4, 5, 6).

Так, застосування під буряк цукровий азотних добрив підвищило вміст нітратного азоту весною переважно у орному шарі 0–30 см шарі ґрунту (табл. 4). Якщо у першому варіанті за внесення лише фосфорно-калійних добрив вміст нітратного азоту в 2023 році становив 10,7, а в 2024 році – 8,9 мг/кг грунту, то у інших варіантах досліду він збільшувався з 16,4 до 20,8 та з 13,2 до 19,4 мг/кг, відповідно. За внесення азотних добрив у дозах 90, 120 і 150 кг/га д.р. на фоні $P_{120}K_{120}$, вміст нітратного азоту в 0–30 см шарі грунту в 2023 році був більшим, порівняно з фоном, на 5,7; 7,2 і 8,8 мг/кг, відповідно. Найбільший вміст нітратного азоту був у ґрунті в п’ятому варіанті за дози азоту 180 кг/га д. р.– 20,8 мг/кг. У шарі грунту 30–50 см вміст нітратного азоту був меншим на час

сівби буряку цукрового і становив за варіантами досліду, відповідно, 8,3; 11,2; 12,4; 13,8 та 14,9 мг/кг.

Таблиця 4

Динаміка вмісту нітратного азоту в чорноземі опідзоленому залежно від доз азотних добрив, мг/кг ґрунту

№ з/п	Варіант	Сівба		Збирання врожаю	
		шар ґрунту, см			
		0–30	30–50	0–30	30–50
2023 р.					
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	10,7	8,3	3,6	2,7
2	Фон + N_{90}	16,4	11,2	4,3	3,0
3	Фон +N_{120}	17,9	12,4	4,5	3,7
4	Фон + N_{150}	19,5	13,8	4,8	3,9
5	Фон + N_{180}	20,8	14,9	5,1	4,3
2024 р.					
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	8,9	6,7	4,5	3,4
2	Фон + N_{90}	13,2	9,5	5,7	3,9
3	Фон +N_{120}	15,6	10,8	6,3	4,5
4	Фон + N_{150}	17,8	12,3	6,9	4,7
5	Фон + N_{180}	19,4	13,6	7,2	5,5
2023–2024 рр.					
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	9,8	7,5	4,1	3,2
2	Фон + N_{90}	14,7	10,4	5,0	3,5
3	Фон +N_{120}	16,8	11,6	5,4	4,1
4	Фон + N_{150}	18,6	13,1	5,9	4,3
5	Фон + N_{180}	20,1	14,3	6,2	4,9

За погодних умов, що склалися весною на час сівби в 2024 році, вміст нітратного азоту в 0–30 см шарі грунту був меншим як у фоновому варіанті (8,9 мг/кг), так і на ділянках за різного азотного живлення.

За дози азоту 90 кг/га, що вносили на фоні $P_{120}K_{120}$, вміст нітратного азоту становив 13,2 мг/кг, тоді як у третьому (фон + N_{120}), четвертому (фон + N_{150}) та п'ятому (фон + N_{180}) варіантах, відповідно, 15,6;17, 8 і 19,4 мг/кг грунту.

На кінець вегетації буряку цукрового вміст нітратного азоту в ґрунті, порівняно з весняними термінами, був меншим як за роками досліджень, так і в середньому за два роки. У шарі грунту 0–30 см його вміст зменшився до 4,1–6,2 мг/кг, а в 30–50 см шарі до 3,2–4,9 мг/кг. На нашу думку, це пов'язано як з використанням нітратної форми азоту рослинами буряку цукрового на ростові процеси, так і затуханням нітрифікаційних процесів у цей період.

Важливою складовою азотного живлення буряку цукрового є вміст амонійного азоту в ґрунті (табл. 5).

Дані досліджень показали, що без застосування азотних добрив вміст амонійного азоту весною перед сівбою буряку цукрового у першому варіанті в шарі 0–30 см становив у 2023 році 16,2 мг/кг, шарі 30–50 см – 9,4 мг/кг ґрунту, а в 2024 році –13,6 та 8,2 мг/кг, відповідно. На кінець вегетації, перед збиранням буряку цукрового, вміст амонійного азоту у зазначених шарах ґрунту зменшився, порівняно весняними термінами у 2,1–1,5 та 1,9–1,4 рази, відповідно. Амонійна форма азоту була більш стабільною у ґрунті упродовж періоду вегетації порівняно з нітратним азотом, а найістотніше його зменшення спостерігали у верхньому 0–30 см шарі. Це може бути наслідком посиленої трансформації амонійного азоту та його використання рослинами із верхнього шару.

Застосування під буряк цукровий різних доз азотних добрив підвищило вміст амонійного азоту в ґрунті весною, яке найвиразніше спостерігалось у орному 0–30 см шарі. За дози азоту 90 кг/га, що вносили під буряк цукровий на фоні $P_{120}K_{120}$, вміст амонійного азоту в 2023 році в шарі грунту 0–30 см становив 19,3 мг/кг, у третьому варіанті ($N_{120}P_{120}K_{120}$) – 21,7, четвертому ($N_{150}P_{120}K_{120}$) – 24,1, п'ятому ($N_{180}P_{120}K_{120}$), що порівняно з фоном без азотних добрив ($P_{120}K_{120}$) було вищим – на 5,5, 7,9 та 10,2 мг/кг, відповідно.

Таблиця 5

Динаміка вмісту амонійного азоту в чорноземі опідзоленому залежно від доз азотних добрив, мг/кг ґрунту

№ з/п	Варіант	Сівба		Збирання врожаю	
		шар ґрунту, см			
		0–30	30–50	0–30	30–50
2023 р.					
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	16,2	9,4	7,6	6,3
2	Фон + N_{90}	19,3	12,7	9,4	7,5
3	Фон +N_{120}	21,7	12,9	10,5	7,7
4	Фон + N_{150}	24,1	13,7	10,9	8,2
5	Фон + N_{180}	26,4	14,3	12,1	9,3
2024 р.					
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	13,6	8,2	7,1	6,0
2	Фон + N_{90}	17,9	10,4	8,3	6,7
3	Фон +N_{120}	19,3	11,7	8,9	7,4
4	Фон + N_{150}	20,7	12,1	9,5	7,9
5	Фон + N_{180}	23,2	12,8	10,4	8,5
2023–2024 рр.					
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	14,9	8,8	7,4	6,2
2	Фон + N_{90}	18,6	11,5	8,9	7,1
3	Фон +N_{120}	20,5	12,3	9,7	7,6
4	Фон + N_{150}	22,4	12,9	10,2	8,1
5	Фон + N_{180}	24,8	13,6	11,3	8,9

У шарі грунту 30–50 см вміст амонійного азоту на час сівби буряку цукрового становив у другому (фон + N_{90}), третьому (фон + N_{120}), четвертому (фон + N_{150}) та п’ятому (фон + N_{180}) варіантах, відповідно, 12,7; 12,9; 13,7 і 14,3 мг/кг. На кінець вегетації вміст амонійного азоту в ґрунті зменшився, порівняно з весняними термінами, у шарі 0–30 см у 2,1– 2,2 рази, шарі 30–50 см – у 1,5-1,7

рази. Це свідчить про використання рослинами буряку цукрового амонійного азоту із усього 0–50 см шару ґрунту.

В 2024 році вміст амонійного азоту на час сівби буряку цукрового у досліджуваних варіантах у 0–30 см шарі грунту становив : першому – 13,6, другому – 17,9 мг/кг, третьому, четвертому та п'ятому, відповідно, 19,3; 20,7 і 23,2 мг/кг. У шарі грунту 30–50 см його вміст за варіантами досліду знаходився на рівні 8,2–12,8 мг/кг. У цьому році також спостерігалося зменшення амонійного азоту на час збирання буряку цукрового як 0–30 см, так і в 30–50 см шарах грунту.

Розрахунки запасів мінерального азоту в 0-50 см шарі ґрунту показали, що найменше його було на початок вегетації у першому варіанті ($P_{120}K_{120}$ – фон). В 2023 році запаси мінерального азоту за фосфорно-калійного живлення буряку цукрового складали 146 кг/га, тоді як у 2024 році – 123 кг/га. Внесення азотних добрив під буряк цукровий збільшувало його запаси на 49–105 т/га у 2023 році та на 45–106 т/га – у 2024 році (табл. 6).

Таблиця 6

Запаси мінерального азоту в 0–50 см шарі ґрунті залежно від доз азотних добрив, кг/га

№ з/п	Варіант досліду	2023 р.			2024 р.			Середнє за два роки		
		$N–NO_3$	$N–NH_4$	Nмін	$N–NO_3$	$N–NH_4$	Nмін	$N–NO_3$	$N–NH_4$	Nмін
1	$P_{120}K_{120}$ (фон)	61	85	146	51	72	123	56	79	135
2	Фон + N_{90}	90	105	195	74	94	168	82	99	181
3	Фон +N_{120}	99	114	213	86	103	189	92	109	201
4	Фон + N_{150}	109	126	235	98	109	207	103	118	221
5	Фон + N_{180}	116	135	251	108	120	228	112	127	239

В середньому за два роки досліджень найбільші запаси мінерального азоту в 0–50 см шарі ґрунту весною формувались у п’ятому варіанті. Внесення азотних добрив у дозі 180 кг/га на фоні $P_{120}K_{120}$ забезпечило на час сівби буряку цукрового запаси мінерального азоту в ґрунті на рівні 239 кг/га, що на 104 кг/га більше фону. У складі мінерального азоту переважав амонійний азот (127 кг/га), тоді як нітратна форма складала 112 кг/га.

Достатньо ефективним було внесення 150 кг/га азоту на фоні $P_{120}K_{120}$, запаси мінерального азоту за якого склали 221 кг/га. Що стосується інших варіантів досліду, то у третьому варіанті (фон + N_{120}), цей показник був на рівні 201 кг/га, а в другому (фон + N_{90}) – 181 кг/га.

4.2. Вплив рівня азотного живлення на формування врожайності буряку цукрового

Умови азотного живлення не лише змінювали азотний фонд чорнозему опідзоленого, але й позитивно впливали на початковий ріст рослин буряку цукрового. Про це свідчить маса 100 рослин, відібраних у фазу першої пари листків буряку цукрового (таблиця 7).

Таблиця 7

Маса 100 рослин залежно від рівня азотного живлення буряку цукрового, г

№ з/п	Варіант досліду	2023 р.	2024 р.	Середнє за два роки
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	46,5	46,0	46,3
2	Фон + N_{90}	51,8	52,4	52,1
3	Фон + N_{120}	53,5	54,3	53,9
4	Фон + N_{150}	54,9	55,4	55,2
5	Фон + N_{180}	56,4	57,8	57,1

За даними таблиці 7, найменшою була маса 100 рослин у першому варіанті за внесення фосфорно-калійних добрив у дозі $P_{120}K_{120}$, що є фоном у

досліді. Маса 100 рослин з цього варіанту становила в 2023 році 46,5, а в 2024 році – 46,0 г. Застосування під буряк цукрових азотних добрив у дозі 90 кг/га та внесення їх на фоні $P_{120}K_{120}$ збільшувало масу 100 рослин у 2023 р. на 5,3 г, а в 2024 р. – на 6,4 г.

Підвищення доз азотних добрив до 120 кг/га ($N_{120}P_{120}K_{120}$) та до 150 кг/га ($N_{150}P_{120}K_{120}$) збільшувало масу 100 рослин до 53,5 і 54,9 та до 54,3 та 55,4 г, відповідно в 2023 й 2024 рр. Найбільшою маса 100 рослин була у п'ятому варіанті за внесення 180 кг/га азоту на фоні $P_{120}K_{120}$ – 56,4 та 57,8 г, відповідно, у 2023 і 2024 роках.

Погодні умови також впливали на ростові процеси буряку цукрового та були більш сприятливими в 2024 році, за яких маса 100 рослин становила 46,0–57,8 г, тоді як у 2023 році – 46,5–56,4 г.

За кращого росту і розвитку сходів, рослини буряку цукрового на удобрених азотом ділянках, формували значно більшу листкову поверхню (табл.8).

Таблиця 8

Вплив рівня азотного живлення на площу листкової поверхні буряку цукрового, см^2/рослину

№ з/п	Варіант досліду	Фаза змикання листків у міжряддях			Фаза розмикання листків у міжряддях		
		2023 р.	2024 р.	Середнє за два роки	2023 р.	2024 р.	Середнє за два роки
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	3473	3917	3695	3186	2752	2699
2	Фон + N_{90}	3985	4368	4176	3734	3374	3554
3	Фон +N_{120}	4372	4635	4504	4046	3718	3882
4	Фон + N_{150}	4684	4823	4753	4327	4093	4210
5	Фон + N_{180}	5393	5461	5427	5098	4626	4862

Так, у фазу змикання листків у міжряддях у першому варіанті ($P_{120}K_{120}$ – фон) площа листкової поверхні була найменшою і становила 3473 см^2/рослину в 2023 році та 3917 см^2/рослину в 2024 році.

Застосування азотних добрив під буряк цукрових збільшувало площу листкової поверхні як у фазу змикання, так і розмикання листків у міжряддях. У другому варіанті (фон + N_{90}) площа листкової поверхні у фазу змикання листків у міжряддях збільшилась, порівняно з фоном у 2023 році на 512, а в 2024 році на 451 см^2/рослину. В третьому (фон +N_{120}) і четвертому (фон + N_{150}) варіантах, як і в другому, площа листкової поверхні збільшувалась за вищеназваної фази розвитку буряку в 2023 році до 4372 і 4684 та 4635 і 4823 см^2/рослину – в 2024 році.

У фазу змикання листків у міжряддях найбільшою площа листкової поверхні була за внесення під буряк цукровий азотних добрив у дозі 180 на фоні $P_{120}K_{120}$, яка в 2023 році становила 5393 см^2/рослину, а в 2024 році – 5461 см^2/рослину.

У фазу розмикання листків у міжряддях спостерігалося зменшення площі листкової поверхні як за роками досліджень, так і в середньому за два роки.

Якщо в першому варіанті це зменшення склало 996 см^2/рослину, то на інших варіантах досліду – 541–622 см^2/рослину. Це ще раз підтверджує важливу роль азотних добрив у підтриманні ростових процесів рослин буряку цукрового, за яких листкова поверхня тривалий час забезпечує фотосинтез ——

Що стосується впливу погодних умов на формування надземної листкової поверхні буряку цукрового, то у фазу змикання листків більш сприятливими вони були в 2024 році, за яких площа листкової поверхні була в інтервалі 3917–5461 см^2/рослину. У фазу розмикання листків у міжряддях, за посушливих умов впродовж тривалого часу, 2024 рік за цим показником поступається 2023 році, за якого площа листкової поверхні була більшою і становила 3186–5098 см^2/рослину.

Збільшення площі листкової поверхні за застосування в системі удобрення різних доз азотних добрив позитивно впливало на динаміку наростання маси коренеплоду (табл. 9).

Таблиця 9

Вплив рівня азотного живлення буряку цукрового на динаміку наростання маси коренеплоду, г

№ з/п	Варіант досліду	Фаза змикання листків у міжряддях			Фаза розмикання листків у міжряддях		
		2023 р.	2024 р.	Середнє за два роки	2023 р.	2024 р.	Середнє за два роки
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	208	234	221	397	365	381
2	Фон + N_{90}	245	289	267	454	428	441
3	Фон + N_{120}	278	324	301	497	473	485
4	Фон + N_{150}	304	342	323	536	506	521
5	Фон + N_{180}	323	357	340	551	527	539

Так, якщо маса коренеплоду за фосфорно-калійного удобрення у фазу змикання листків у міжряддях становила в 2023 році 208 г та 234 г – у 2024 р., то у фазу розмикання – 397 і 365 г, відповідно. Внесення під буряк азотних добрив у дозі 90 кг/га на фоні $P_{90}K_{90}$ збільшувало масу коренеплоду у фазу змикання листків у міжряддях за роками досліджень до 245 і 289 г, а у фазу розмикання листків у міжряддях – до 454 і 428 г, відповідно.

Підвищення доз азотних добрив до 120 і 150 кг/га д. р. за внесення їх на фоні $P_{120}K_{120}$ збільшувало масу коренеплоду в 2023 році до 278 і 304 г у фазу змикання листків у міжряддях та до 497 і 536 г – у фазу розмикання листків у міжряддях, тоді як у 2024 році до 324 і 342 г та до 473 і 506 г, відповідно.

Найбільшою маса коренеплоду була за внесення під буряк цукровий N_{180} $P_{120}K_{120}$, яка у фазу змикання листків у міжряддях у 2023 році становила 323 г та 357 г – в 2024 році, а у фазу розмикання листків у міжряддях збільшувалась до 551 і 527 г, відповідно.

Умови мінерального живлення по різному впливали на врожайність буряку цукрового (табл.10).

Таблиця 10

Вплив рівня азотного живлення на врожайність коренеплодів буряку цукрового, т/га

№ з/п	Варіант досліду	2023 р.	2024 р.	Середнє за два роки	Приріст до контролю	
					т/га	%
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	37,6	36,5	37,1	–	–
2	Фон + N_{90}	44,1	42,4	43,2	6,1	16,4
3	Фон + N_{120}	46,8	45,8	46,3	9,2	24,8
4	Фон + N_{150}	49,5	48,3	48,9	11,8	31,8
5	Фон + N_{180}	50,7	50,1	50,4	13,3	35,8
	$НІР_{05}$	2,78	2,63			

З даних таблиці 9 видно, що як окремо за роками досліджень, так і в середньому за два роки найнижчу врожайність формували посіви буряку цукрового за фосфорно-калійного живлення. У першому варіанті ($P_{120}K_{120}$ – фон) врожайність коренеплодів у 2023 році була на рівні 37,6 т/га, тоді як у 2024 році – 36,5 т/га.

Застосування різних доз азотних добрив під буряк цукровий збільшувало врожайність коренеплодів у 2023 році на 17–35%, а в 2024 році – на 16–37 %.

В середньому за два роки досліджень приріст врожайності коренеплодів за дози азотних добрив 90 кг/га д.р., що вносили на фоні $P_{120}K_{120}$ становив 6,1 т/га, або 16,4 %. Підвищення доз азотних добрив до 120 і 150 кг/га д.р. та внесення їх на фоні $P_{120}K_{120}$ збільшувало врожайність коренеплодів на 9,2 та 11,8 т/га, або на 24,8–31,8 %. Найвищу врожайність коренеплодів 50,4 т/га забезпечило внесення під буряк цукровий 180 кг/га азоту на фоні $P_{120}K_{120}$.

4.3. Вплив рівня азотного живлення на цукристість коренеплодів буряку цукрового

Важливим показником, що впливає на продуктивність буряку цукрового, є вміст цукру в коренеплодах. Товаровиробники, розрахунки з якими здійснюють з урахуванням цукристості, зацікавлені у вирощуванні бурякоцукрової сировини високої якості [11].

На цей показник вливають як біологічні особливості сучасних гібридів, так і умови мінерального живлення, а також погодні умови.

У нашому досліді умови мінерального живлення неоднаково впливали на цукристість коренеплодів буряку цукрового (табл. 10).

Таблиця 10

Вплив рівня азотного живлення на цукристість коренеплодів буряку цукрового, %

№ з/п	Варіант досліду	2023 р.	2024 р.	Середнє за два роки	+,– до контролю
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	20,2	21,2	20,7	–
2	Фон + N_{90}	19,8	20,9	20,4	–0,3
3	Фон + N_{120}	19,6	20,7	20,2	–0,5
4	Фон + N_{150}	19,3	20,5	19,9	–0,8
5	Фон + N_{180}	19,1	20,3	19,7	–1,0

Так, вміст цукру в коренеплодах, що вирощували на ділянках за фосфорно-калійного живлення ($P_{120}K_{120}$) був найвищий і становив у 2023 році 20,2 %, а за посушливих погодних умов 2024 року – 21,2 %.

Застосування різних доз азотних добрив під буряк цукровий знижувало вміст цукру в коренеплодах. За дози азоту 90 кг/га д.р., що вносили на фоні $P_{120}K_{120}$ вміст цукру в коренеплодах був нижчим, порівняно з фоном, у 2023 році на 0,4 %, а в 2024 році – на 0,3 %.

Збільшення доз азотних добрив до 120 і 150 кг/га на фоні $P_{120}K_{120}$ знижувало вміст цукру в коренеплодах до 19,6 і 19,3 % у 2023 році та до 20,7 і 20,5 % – у 2024 році.

Істотне зниження цукристості коренеплодів було за внесення під буряк цукровий на фоні $P_{120}K_{120}$ азотних добрив у дозі N_{180}. У цьому варіанті вміст цукру в 2023 році становив 19,1 , а в 2023 році – 20,3 %, що менше, порівняно з фоном на 1,1 та 0,9 %, відповідно.

4.4. Розрахунковий збір цукру залежно від рівня азотного живлення буряку цукрового

Найбільш об'єктивним показником продуктивності буряку цукрового є збір цукру з одиниці площі. Це розрахунковий показник, який залежить від урожайності коренеплодів та їх цукристості. На формування врожайності та якості бурякоцукрової сировини впливають такі агротехнологічні чинники, як система удобрення культури та погодні умови.

По різному складалися погодні умови в роки проведення наших досліджень, що безумовно вплинуло на збір цукру (табл. 11).

Таблиця 11

Розрахунковий збір цукру залежно від рівня азотного живлення буряку цукрового, т/га

№ з/п	Варіант досліду	2023 р.	2024 р.	Середнє за два роки	Приріст до контролю	
					т/га	%
1	$P_{120}K_{120}$ – фон	7,60	7,74	7,67	–	–
2	Фон + N_{90}	8,73	8,86	8,79	1,12	14,6
3	Фон + N_{120}	9,17	9,48	9,33	1,66	21,6
4	Фон + N_{150}	9,55	9,90	9,73	2,06	26,9
5	Фон + N_{180}	9,68	10,17	9,92	2,25	29,3

Так, за більш сприятливих погодних умов для нагромадження цукрів у коренеплодах (табл. 10), збір цукру з одиниці площі в 2024 році був більшим і становив 7,74–10,17 т/га, тоді як у 2023 році – 7,60–9,68 т/га.

Умови мінерального живлення не тільки позитивно впливали на формування врожаю та якості коренеплодів буряку цукрового, але й збільшували в середньому його збір на 1,12–2,25 т/га.

У першому варіанті за фосфорно-калійного живлення $P_{120}K_{120}$ розрахунковий збір цукру в 2023 році становив 7,60 т/га, а в 2024 році –7,74 т/га. За внесення під буряк цукровий азотних добрив у дозі N_{90} на фоні $P_{120}K_{120}$ приріст до фону склав у 2023 році 1,13 т/га цукру, а в 2024 році він збільшився до 1,12 т/га. Збільшення доз азотних добрив до 120 і 150 кг/га за внесення їх на фоні $P_{120}K_{120}$, забезпечило одержання 9,17 і 9,55 т/га цукру в 2023 році та 9,48 і 9,90 т/га – в 2024 році.

Найбільший збір цукру з одиниці площі одержали за внесення на фосфорно-калійному фоні азотних добрив у дозі 180 кг/га д.р., який в середньому за 2023–2024 рр. склав 9,92 т.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРИВ ПІД БУРЯК ЦУКРОВИЙ

Важливим критерієм оцінки агротехнологічних заходів за вирощування сільськогосподарських культур, зокрема і застосування добрив, є його економічна ефективність. Вирощування буряку цукрового належить до трудо- і матеріально місткої галузі рослинництва. Проте ця культура належить до високорентабельних технічних культур[57].

Зазвичай, серед низки витрат при вирощуванні буряку цукрового значний відсоток складають мінеральні добрива. Тому застосування їх в оптимальних дозах та в оптимальні строки сприятиме підвищенню не лише врожайності, але й рентабельності вирощування культури.

Для розрахунку економічної ефективності до витрат, пов'язаних із застосуванням мінеральних добрив врахували їх вартість та витрати на навантаження, транспортування і внесення. Вартість 1 т коренеплодів, залежно від їх цукристості становила в IV кварталі 2024 року від 1750 до 2430 грн.

Величину витрат на внесення добрив, збирання і транспортування додаткового врожаю розраховували за фактично діючими у 2024 році нормативами та розцінками на технологічні операції (табл. 12).

Як показали розрахунки, наведені в таблиці 12, застосування азотних добрив під буряк цукровий та їх поєднання з фосфорними і калійними збільшує приріст врожайності на 6,1–13,6 т/га. Вартість валової продукції за рахунок приросту врожаю також збільшується з 90153 до 116052 грн., а матеріально-грошові витрати – з 55080 до 77756 грн/га .

В середньому за два роки дослідження найбільш високими матеріально-грошові затрати були за вирощування буряку цукрового на чорноземі опідзоленому у четвертому (фон + N_{150}) та п'ятому (фон + N_{180}) варіантах, які склали 74016 та 77796 гривень, відповідно.

Таблиця 12

Економічна ефективність застосування азотних добрив під буряк цукровий (середнє за 2023–2024 рр.)

Показник	Варіант досліду				
	$P_{120}K_{120}$ – фон	Фон $+N_{90}$	Фон $+N_{120}$	Фон $+N_{150}$	Фон $+N_{180}$
Урожайність, т/га	37,1	43,2	46,3	48,9	50,7
Приріст врожаю, т/га	–	6,1	9,2	11,8	13,6
Ціна 1 т продукції, грн	2430	2389	2361	2319	2289
Вартість продукції за ціною реаліза – ції, грн / га	90153	103205	109314	113399	116052
Матеріально-грошові витрати, грн /га	58080	67938	71100	74016	77796
Собівартість 1 т продукції, грн	1565	1573	1536	1514	1534
Умовно-чистий прибуток з 1 га, грн	32073	35267	38214	39383	38258
Рівень рентабельності, %	55	52	54	53	49

Застосування різних доз мінеральних добрив підвищувало собівартість коренеплодів, проте найвищою вона була у першому ($P_{120}K_{120}$ – фон) та другому (фон $+ N_{90}$) варіантах – 1565 та 1573 грн/т, відповідно.

Умовно-чистий прибуток найвищий був у четвертому варіанті, за внесення 150 кг/га азотних добрив на фоні $P_{120}K_{120}$ – 39383 грн/га, тоді як у

п’ятому варіанті, який забезпечив найвищий приріст врожайності (13,6 т/га), цей показник становив 38258 грн/га.

Рівень рентабельності був найвищим за внесення під буряк цукровий фосфорно-калійних добрив у дозі – 55 %. Застосування різних доз азотних добрив на фосфорно-калійному фоні знижувало рівень рентабельності з 55 до 49 %.

Зважаючи, що внесення на фоні $Р_{120}К_{120}$ азотних добрив у дозі 150 кг/га забезпечило високий приріст урожайності (11,8 т/га), умовно-чистий прибуток (38258 грн/га) та рівень рентабельності (53 %), з досліджуваних варіантів цей варіант є оптимальним.

Таким чином, за розрахунками економічної ефективності система удобрення буряку цукрового на чорноземі опідзоленому повинна складатися з внесення мінеральних добрив у дозі $N_{150}Р_{120}К_{120}$.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек та заходи по їх зниженню за внесення мінеральних добрив під буряк цукровий

Для запобігання травматизму та джерел травмування за внесення мінеральних добрив на посівах буряку цукрового дієвими заходами профілактики в першу чергу мають стати:

– організація інструктування, навчання з охорони праці та професійного відбору;

– забезпечення безпеки виробничого обладнання;

– забезпечення належного контролю та нагляду за охороною праці;

– організація проведення перевірок технічного стану техніки перед початком роботи та усунення усіх виявлених недоліків;

– проведення передрейсових медичних оглядів водіїв та механізаторів;

– організація режиму роботи та відпочинку працівників;

– підвищення рівня трудової та виробничої дисципліни[58].

Особи, які залучаються для роботи з добривами і пестицидами, щорічно проходять навчання та інструктаж з охорони праці. Тривалість робочого дня під час роботи з токсичними речовинами 1 і 2 класів небезпеки – 4 години (з доопрацюванням – 2 години на роботах, які не пов’язані з небезпечними речовинами); із токсичними речовинами 3 і 4 класів небезпеки – 6 годин.

Добрива зберігають у заводській тарі. На тарі всіх видів повинні бути зазначені найменування препарату, номінальний відсоток діючої речовини, знак небезпеки, маса нетто, а також написи: «Вогненебезпечно» або «Вибухонебезпечно» (за наявності у препарату відповідних властивостей). До кожної пакувальної одиниці повинні бути додані (приклеєні) рекомендації

щодо застосування. На тарі сильнодіючих токсичних, отруйних речовин повинен бути нанесений малюнок черепа зі схрещеними кістками і напис: «Обережно. Отрута!».

Пролиті й розсипані речовини слід негайно видаляти і знешкоджувати. Для цього на складі мати бути знешкоджувальні речовини – хлорне вапно, кальцинована сода та інші [59].

Одним з методів моделювання процесів виникнення небезпечних ситуацій є метод графічно окресленого логічного моделювання потенційних аварій, травм і катастроф [60], який відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою виробництва, що базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх логічному (при необхідності і математичному) аналізі й завчасному прийнятті заходів для уникання потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій. Метод дає можливість шляхом побудови схеми відмов і помилок операторів різних систем вести математичну обробку моделі з метою одержання ймовірності виникнення небажаних випадкових подій. Обчислення рівня небезпеки можна направити на удосконалення конструкцій технічних засобів, зниження їх небезпеки тощо.

Розглянемо модель виробничих небезпек під час внесення мінеральних добрив:

1) НУ – небезпечні умови – умови, які характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.

$НУ_1$ – несправність насоса для постачання рідких мінеральних добрив;

$НУ_2$ – невідповідна швидкість вітру (більше 4 м/с) при відстані до населеного пункту менше 500 м, що є недопустимо;

2) НС – небезпечні ситуації – явища, процеси, об’єкти, властивості,

здатні за певних умов завдавати шкоди здоров'ю чи життю людини або системам, що забезпечують життєдіяльність людей.

$НС_1$ – пари рідких мінеральних добрив потрапляють у дихальні шляхи механізатора;

$НС_2$ – розпилені вітром рідкі мінеральні добрива знесені до населеного пункту, де потрапляють на шкіру населення;

3) НД – небезпечні дії – такі дії, які не відповідають науково-обґрунтованим нормативним та законодавчим актам, професійній і трудовій дисципліні при виконанні роботи.

$НД_1$ – ремонт насоса трактористом без використання засобів індивідуального захисту;

$НД_2$ – внесення добрив за допомогою авіації при несприятливих погодних умовах;

О – отруєння.

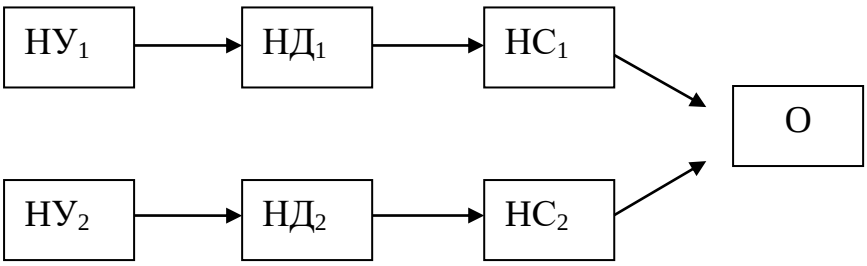


Рис. 6.1. Графічне зображення моделі виробничих небезпек за внесення мінеральних добрив під буряк цукровий.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища за внесення азотних добрив під буряк цукровий

Сучасний стан аграрної сфери України характеризується певним колом проблем, серед яких ключовою є збереження та відновлення родючості грунтів сільськогосподарського призначення у всіх грунтово-кліматичних зонах. Динаміка змін агрохімічних показників ґрунтового покриву в Україні

свідчить про стійку тенденцію до зниження рівня продуктивності агроценозів, посилення деградаційних процесів та погіршення загальної екологічної ситуації в аграрному виробництві. Це зазначає переважна більшість науковців, які вивчають коло проблем, пов'язаних зі збереженням та відтворенням ефективної родючості грунту та охороною ґрунтового покриву [61].

Базовою ланкою у формуванні оптимальних агроекологічних функцій грунтів (трофічних, санітарних, структурно-агрегатних тощо), їхньої сталої родючості, в отриманні високого рівня врожайності та біологічної цінності продукції рослинництва є раціональна система удобрення. Проте наявні системи удобрення спрямовані переважно на відновлення продуктивних (трофічних) функцій і недостатньо враховують екологічну роль ґрунтового покриву, закономірності його зміни за впливу добрив. Принагідно слід наголосити, що саме екологічні функції грунтів відіграють глобальну планетарну роль і є визначальним для існування людства.

Складовою частиною вирощування буряку цукрового є обов'язкове застосування удобрювальних продуктів: добрив, меліорантів, засобів захисту, що не завжди позитивно впливає на навколишнє природне середовище.

На першому місці в удобренні буряку цукрового серед макроелементів є азот, від якого залежить рівень врожайності та якості коренеплодів. Саме тому застосування азотних добрив на сьогодні, порівняно, з іншими видами є найбільшим.

Проте за внесення високих доз азотних добрив, зокрема й аміачної селітри, яку використовували для удобрення буряку цукрового, внаслідок нітрифікації можливий ризик забруднення нітратами природних об'єктів.

За даними [62] надлишок нітратів у ґрунті є потенційним джерелом забруднення рослинницької продукції, грунтових вод та водойм. Поряд з утворенням нітритів і нітратів, процес нітрифікації супроводжується виділенням таких газів, як NO, N_2O і N_2. Закис азоту належить до так званих «парникових» газів, тож процес нітрифікації бажаний лише до певної межі,

який зумовлює потреби культурних рослин для забезпечення продуційного процесу. За надмірної нітрифікаційної активності можливе утворення надлишкової кількості нітратів у ґрунті, а за відповідних умов активно розвивається процес біологічної денітрифікації, що призводить до значних втрат азоту й забруднення атмосфери оксидами азоту.

Для зменшення негативної дії застосування високих доз добрив застосовують інгібітори нітрифікації, що дає змогу підвищити ефективність застосування азотних добрив на 10–30 %, а врожайність – на 10–15 % за рахунок утримання амонійного азоту в ґрунті у перші 1–1,5 місяці вегетаційного процесу.

Накопичення нітратів у поверхневих чи підземних водах, що використовуються для питного водопостачання, або ж мають цільове призначення, сумарний уміст сполук неорганічного нітрогену ($N_{неорг.}$= NH_4+NO_2+NO_3) становить більше 50 мг/дм^3 (11,3 мг N/дм^3), відносять до потенційно уразливих до забруднення зон. Товаровиробники, які займаються сільськогосподарською діяльністю в уразливих до накопичення нітратах зонах, для зменшення вимивання сполук азоту й забруднення ними водних об’єктів, мають дотримуватися «Правил щодо забезпечення грунтів і, застосування окремих агрохімікатів», затверджених наказом Міністерства аграрної політики і продовольства України у 2021 році.

На інших територіях суходолу застосування азотовмісних добрив фактично не регламентується та здійснюється згідно з системою удобрення сільськогосподарських культур.

Для зменшення негативного впливу азотних добрив на грунт і навколишнє природне середовище їх внесення має бути збалансованим з фосфорними й калійними та екологічно безпечними дозами.

.

ВИСНОВКИ

Проведені впродовж 2023–2024 рр. дослідження з вивчення впливу рівня азотного живлення на формування продуктивності буряку цукрового в Правобережному Лісостепу дають підстави зробити наступні висновки:

1. Внесення різних доз азотних добрив під буряк цукровий покращувало азотний фонд чорнозему опідзоленого. Вміст нітратного та амонійного азоту в 0–30 см і 30–50 см шарах грунту на початку вегетації підвищувався, відповідно, на 4,9–10,3 та 2,9–6,8 мг/кг і 3,7–9,9 та 2,7–4,8 мг/кг , а запаси мінерального азоту в 0–50 см шарі грунту на 46–104 кг/га.

2. Поліпшення азотного фонду чорнозему опідзоленого за різних рівнів азотного живлення збільшувало масу 100 рослин буряку цукрового у фазу першої пари справжніх листків на 5,8–10,8 г .

3. За різних рівнів азотного живлення буряку цукрового площа листкового апарату збільшувалася з 3695 до 5427 та з 2699 до 4862 $см^2$/рослину, а маса коренеплоду з 221 до 340 та з 381 до 539 г, відповідно у фази змикання та розмикання листків у міжряддях.

4. Найбільш високу врожайність коренеплодів 50,4 т/га забезпечувало внесення під буряк цукровий азотних добрив у дозі 180 кг/га на фоні $P_{120}K_{120}$.

5. Азотні добрива знижували цукристість коренеплодів на 0,3 –1,0 % із збільшенням доз їх внесення з 90 до 180 кг/га та поєднанні з фосфорно-калійними $P_{120}K_{120}$.

6. Найбільший розрахунковий збір цукру 9,92 т/га забезпечувало внесення під буряк цукровий азотних добрив у дозі N_{180} на фоні $P_{120}K_{120}$.

7. За розрахунками економічної ефективності система удобрення буряку цукрового на чорноземі опідзоленому повинна складатися з внесення на фоні $P_{120}K_{120}$ азотних добриву дозі N_{150}, за якої умовно-чистий прибуток складає 38258 грн/га , а рівень рентабельності – 53 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для одержання високоякісної бурякоцукрової продукції на чорноземі опідзоленому в Правобережному Лісостепу, система удобрення буряку цукрового повинна складатися з внесення на фоні $P_{120}K_{120}$ азотних добрив у дозі N_{150}.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Роїк М. В., Ягольник О. О. Цукровий буряк в Україні : кризи, перемоги, перспективи. *Біоенергетика.* 2024, № 2. С. 4–8.

2. Агрохімічна складова технології вирощування буряку цукрового / Г. М. Господаренко, Л. В. Вишневська, А. Т. Мартинюк, Ю В. Новак. І. В. Прокопчук, В. С. Цигода / За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 308 с.

3. Буряківництво: Проблеми інтенсифікації та ресурсозбереження : Під ред. В. Ф. Зубенка. Київ: НВП ТОВ «Альфа-Стевія ЛТД». 2007. С. 170–196 .

4. Присяжнюк О. І., Присяжнюк Л. М., Мельник С. І., Гринів С. М. Буряки цукрові – селекція, насінництво та технологія вирощування. Монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 310 с.

5. Власюк П. А. Агрофізіологічні основи живлення цукрових буряків. Київ: Видавництво АН УРСР, 1950. 225 с.

6. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив: монографія. Київ: «Нічлава», 2002. 342 с.

7. Пержу В. Є. Технологія вирощування цукрових буряків. Кишинів: Картя Молдовянэскэ, 1986. 340 с.

8. Роїк М. В. Буряки. Київ: XXI вік: РІА «Труд-Київ», 2001. 320 с.

9. Наконечна З. І. Агроекологічне обґрунтування системи удобрення в зерно бурякових сівозмінах Молдавії. Кишинів: Штиїнца, 1988. 373 с.

10. Сінченко В. М. Управління формування продуктивності цукрових буряків: Монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2012. 582 с.

11. Носко Б. С. Азотний режим грунтів і його трансформація в агроекосистемах. Харків: «Міськдрук», 2013. 130 с.

12. Мазур Г. М. Вплив систем удобрення на технологічну якість коренеплодів цукрових буряків. *Цукрові буряки.* 2007. № 5. С. 9–11.

13. Господаренко Г. М. Удобрення сільськогосподарських культур. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 276 с.

14. Буряківництво [І. Д. Примак, В. П. Федоренко, Л. А. Козак, О. С. Городецький, О. М. Лапа]: за ред. І. Д. Примака. Київ:Колообіг, 2009. 464 с.

15. Господаренко Г. М. Система застосування добрив: Підручник. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.

16. Цвей Я. П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін: монографія. К.: «Компринт», 2014. 416 с.

17. Буджерак А. І., Кривда Ю. І. Азотний фонд і гумусний стан чорноземів реградованих при різних рівнях застосування добрив. *Вісник аграрної науки.* 2005. № 9. С. 15–19.

18. Шиян П. М., Бондаренко В. М. Використання цукровими буряками азоту з добрив і ґрунту. *Оптимізація азотного живлення при інтенсивних технологіях*. Київ: Урожай, 1992. С. 20–24.

19. Гальцова В. П. Норми внесення добрив під цукрові буряки. *Цукрові буряки.* 2000, № 4. С. 14–15.

20. Фатєєв А. І. Локальний спосіб внесення добрив. Грунтово-агрохімічні аспекти. Харків КП «Друкарня № 13», 2002. 160 с.

21. Мартинович М. М., Мартинович Л. І. Вплив систематичного застосування добрив на продуктивність зерно-бурякової сівозміни. *Вісник аграрної науки*. 1985. №8. С. 57–69.

22. Павук І. А. Динаміка азотного режиму чорнозему вилугуваного за біологізації вирощування цукрових буряків. « Новітні агротехнології: теорія і практика»: *Матеріали Міжнародної конференції до 95-річчя заснування Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН* (м. Київ, 11 липня 2017 р.). Київ, 2017. С 37–38.

23. Цвей Я.П. Уміст мінерального азоту і його міграція у чорноземних ґрунтах залежно від системи удобрення цукрових буряків. *Вісник аграрної науки* 2005, 2, с. 14-17.

24. Murphy D. W. Soluble nitrogen in agricultural soils. Biology Fortier’s Soils 2000, 30. 374–387.

25. Бикін А. В., Бикіна Н. М., Бордюжа Н. П. Ефективність позакореневих підживлень сільськогосподарських культур мікроелементвмісними добривами. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України* 2012, 176, с. 162-170.

26. Лихочвор В. В. Костючко С. С. Збалансоване живлення цукрових буряків. *Агробізнес сьогодні.* 2014. № 4. С. 27–32.

27. Мартинюк А. Т. Поживний режим грунту і врожайність буряку цукрового після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського НУС.* Умань. 2020, № 1. С.42–46.

28. Шиян П. М. Оптимізація азотного живлення цукрових буряків і його діагностика. *Оптимізація азотного живлення при інтенсивних технологіях*. Київ: Урожай, 1992. С. 49-61.

29. Лісовал А. П., Сорокотяг Н. П., Коваленко О. Г. Зміна сполук вуглецю, азоту і фосфору чорноземних ґрунтів і продуктивність культур при тривалому застосуванні засобів хімізації. *Науковий вісник НАУ.* 2000. Вип. 32. С. 129–134.

30. Городній М. М. Агрохімія. Київ: «Арістей», 2008. 936 с.

31. Парфенюк Г. І. Азотні добрива під цукрові буряки з врахуванням погодних умов. *Цукрові буряки*. 2002. № 4. С. 19–22.

32. Бука А. Я., Дуда Г.Г. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування. Київ: «Урожай». 2000. С. 89–98.

33. Заришняк А. С., Гринів С. М. Вплив рівня мінерального живлення, густоти стояння рослин на урожайність та якість коренеплодів цукрових буряків. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 5. С. 11–14.

34. Марчук І. У., Ященко Л. А. Залежність продуктивності цукрового буряку від удобрення та попередників у сівозміні Лісостепу. *Цукрові буряки*. 2011. № 1. С. 69–70.

35. Хаберланд Р. Внесення азотних добрив під буряки цукрові. *Агроном.* 2015. № 4. С. 122–124.

36. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві. Рівне: Волинські обереги. 2007. 319 с.

37. Цвей Я. П., Іваніна В. В., Ременюк Ю. О. [та ін.]. Зміна агрохімічних показників чорнозему типового залежно від довготривалого застосування добрив у Лісостепу. *Вісник аграрної науки* 2012, 7, с. 11-15.

38. Тищенко М. В. Вплив удобрення цукрових буряків на їх продуктивність в короткоротаційній плодозмінній сівозміні. *Матеріали науково-практичної конференції, присвяченої пам'яті С. Ф. Третьякова.* Полтава: ПДАА. 2014. С. 100–101.

39. Карпук Л. М. Формування продуктивності буряків цукрових залежно від агротехнічних прийомів вирощування. *Збірник наукових праць Білоцерківського НАУ: Агробіологія.* № 11(104), 2013. С. 60–64.

40. Котвицький Б. Б., Прохорук О. Г. Ефективність удобрення цукрових буряків у залежності від погодних умов. *Цукрові буряки*. 2016. № 1. С. 15–18.

41. Цвей Я. П., Торліна О. М., Воронюк Н. М. Агрохімічні показники чорнозему залежно від системи удобрення буряків цукрових і ланок сівозміни. *Вісник аграрної науки*. 2016. №1. С. 23–26.

42. Іваніна В. В., Колібабчук Т. В., Кулеша П. О. Резерви підвищення продуктивності цукрових буряків і стабілізації родючості ґрунту. *Збірник Наукових праць ІБКіЦБ.*2012. Вип. 14. С. 61–64.

43. Барштейн Л. А., Шкаредний І. С., Якименко В. М. Сівозміни, обробіток ґрунту та удобрення в зонах бурякосіяння. *Наукові праці ІЦБ*. Київ: ІЦБ, 2002, 480 с.

44. Вишневська Л. В.,Господаренко Г. М., Полторецький С. П. та ін. Родючість грунту і продуктивність буряку цукрового : монографія. За ред. Г. М. Господаренка і С. П. Полторецького. Умань: Видавець «Сочінський М.М.», 2020. 178 с

45. Бондаренко В. М., Костащук М. В., Шикирява О. В., Власенко С. І., Іванова О. Г. Трансформація фракцій органічного азоту ґрунту за різних систем удобрення цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2009. №4. С. 16–18.

46. Зубенко В. Ф. Резерви підвищення ефективності буряківництва. *Буряки цукрові*. 1988, № 5. С. 27–30.

47. Порхуць І., Порхуць Б. Продуктивність буряків цукрових залежно від рівня удобрення на темно-сірих грунтах Галицького району Івано-Франківської області. *Вісник Львівського національного аграрного університету: Агрономія.* 2009. № 13. С. 9–13.

48. Данилюк В. Б., Лопушняк В. І., Вислободська М. М. Продуктивність цукрових буряків залежно від рівня удобрення в умовах Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: Агрономія*. 2007. № 11. С. 91–96.

49. Іваніна В. В., Павук І. А., Мазур Г. М. Поживний режим чорнозему вилугуваного за різних систем удобрення буряків цукрових. *Вісник аграрної науки*. 2018. №4(781). С. 13–18.

50. Іваніна В. В., Гурська В. М. Вплив традиційних та альтернативних систем удобрення на продуктивність буряків цукрових. *Новітні агротехнології.* 2024. Т. 12. № 1. С. 4–14.

51. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні в 2023 році. Київ, 2023. С. 461.

52. Морфологічна і фізико-хімічна діагностика грунтів: навчальний посібник /Гнатів П. С., Лагуш Н. І., Гаськевич О. В. Львів: Магнолія 2006, 2019. 170 с.

53. Булигін С. Ю., Величко В. А., Демиденко О. В. Агрогенез чорнозему. Київ: Аграрна наука, 2016. 356 с.

54. Новак А. В., Новак Ю. В. Агрометеорологічні умови 2023–2024 сільськогосподарського року за даними метеостанції Умань. *Збірник наукових праць Уманського НУС.* Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2024. Вип. 104. Ч. 1 : Сільськогосподарські та технічні науки. С. 127–136.

55. Господаренко Г. М. Практикум з агрохімії. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 148 с.

56. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В. О.Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз: за ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП ТД «Едельвейс і К». 2014. 332 с.

57. Збарський В. К., Бабієнко М. Ф., Кулаєць М. М., Синявська І. М., Хоменко М. П. Економіка сільського господарства: навчальний посібник. Київ: «Агроосвіта». 2013. 352 с.

58. Атаманчук А. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П., Білий Р. М. Охорона праці в галузі : навчальний посібник. Київ: «Центр учбової літератури». 2017. 322 с.

59. Агій Я. Ю., Лях У. М. Охорона праці в галузі : навчальний посібник. Ужгород : ПП «АУТДОР-ШАРК». 2015. 200 с.

60. Пістун І. П. Охорона праці в галузі сільського господарства (рослинництво): навчальний посібник /І. П. Пістун, А. П. Березовський, С. А. Березовський. Суми : ВТД «Університетська книга», 2009. 368 с.

61. Волкогон В. В., Бердніков О. М., Лопушняк В. І. Екологічні проблеми системи удобрення сільськогосподарських культур; за ред. В. В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2019. 264 с.

62. Ревтьє-Уварова А. В., Доценко О. В., Ніконенко В. М, Сліденко О. І. Міграція нітратного азоту за внесення азотних добрив у виробничих посівах кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 9 (834). С. 14–25.

Д О Д А Т К И