**МОН УКРАЇНИ**
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА (УНУС)**
Факультет агрономії

Кафедра агрохімії і грунтознавства

**Допущено до захисту**

«____» _____ 2023 р.

**Зав. кафедри,** к.с.-г.н. доцент

_____ Олена ЧЕРНО

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**
**ступеня вищої освіти магістр**

# ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ КОРЕНЕПЛОДІВ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗА РІЗНИХ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Виконала: студент 2-го курсу, групи 22 м-а
спеціальності «Агрономія»
КОНОВАЛОВ Вадим Юрійович
Керівник: МАРТИНЮК Андрій, к. с.-г. н. доцент

Умань – 2023

# ЗМІСТ


| | | |
|---|---|---|
| | ВСТУП…….. | 3 |
| РОЗДІЛ 1. | ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ (огляд літератури)……. | 5 |
| РОЗДІЛ 2. | ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ…….. . | 13 |
| | Характеристика гібрида 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…… | 19 |
| | 3.4. Агротехніка вирощування буряку цукрового в досліді... | 20 |
| | 3.5. Програма досліджень і методика їх проведення……. | 21 |
| РОЗДІЛ 4. | РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ……. | 23 |
| | 4.1. Вплив умов мінерального живлення на вміст рухомих сполук поживних речовин у ґрунті……. | 23 |
| | 4.2. Вплив умов мінерального живлення на формування врожаю буряку цукрового…… | 28 |
| | 4.3. Вплив умов мінерального живлення на цукристість коренеплодів буряку цукрового……..... | 33 |
| | 4.4. Розрахунковий збір цукру за різних умов живлення буряку цукрового……... | 34 |
| РОЗДІЛ 5. | ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО І МІКРОДОБРИВ ПІД БУРЯК ЦУКРОВИЙ……... | 37 |
| РОЗДІЛ 6. | ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА……. | 40 |
| | 6.1.Організація роботи з охорони праці та моделювання виробничих небезпек під час внесення добрив у сівозміні під буряк цукровий…… | 40 |
| | 6.2. Охорона навколишнього природного середовища при застосуванні добрив під буряк цукровий…… | 44 |
| | ВИСНОВКИ……. . | 47 |
| | РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ…… | 49 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……. . .. | 50 |
| | ДОДАТКИ…….. | 56 |

# ВСТУП

Україна традиційно входить до ТОП–10 виробників цукру з буряку цукрового, хоча в кількісному обсязі такий показник світового виробництва становить не більше ніж 1 %, поступаючись виробництву цукру з тростини. Виробництво цукру в Україні забезпечує продовольчу безпеку та у півтора рази перевищує фонд споживання країни, тож про якісь тенденції до збільшення площ буряку цукрового найближчим часом говорити зарано. Водночас буряк є хорошим попередником для багатьох с.-г. культур, що підвищує загальну продуктивність сівозміни, тому є підстави вважати, що і для зменшення площ під буряком цукровим немає об’єктивних причин [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 оптимальних умов мінерального живлення буряку цукрового макро-і мікроелементами на чорноземі опідзоленому в Правобережному Лісостепу.

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

– вивчити вплив мінеральних добрив на поживний режим ґрунту під буряком цукровим;

– виявити вплив доз мінеральних добрив за їх поєднання з позакореневим внесенням борних мікродобрив на ріст, розвиток і формування врожаю буряку цукрового;

– встановити вплив умов мінерального живлення буряку цукрового на якість коренеплодів і розрахунковий збір цукру;

– визначити економічну ефективність застосування різних доз мінеральних добрив як без застосування мікродобрив, так і за їх позакореневого внесення під буряк цукровий у Правобережному Лісостепу.

**Наукова новизна**. В умовах Правобережного Лісостепу України встановлено вплив різних доз умов мінерального живлення на поживний режим чорнозему опідзоленого, ріст, розвиток і формування продуктивності буряку цукрового гібриду Акація.

**Практична цінність.** Дослідження дають підстави рекомендувати виробництву оптимальні дози мінеральних добрив для основного внесення та їх поєднання з позакореневим внесенням борних мікродобрив, за яких можна забезпечити високу врожайність і якість коренеплодів буряку цукрового на чорноземі опідзоленому Правобережного 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.

**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 120-річниці від дня народження видатного вченого і педагога у галузі землеробства С. С. Рубіна (Умань, 2020 рік), за матеріалами якої опубліковано статтю.
(Додаток А).

# РОЗДІЛ 1

# ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯУДОБЕННЯ

(огляд літератури)

Буряк цукровий є досить вибагливою культурою до умов мінерального живлення. На відміну від інших сільськогосподарських культур, він виносить з ґрунту значно більше елементів живлення і потребує збалансованого забезпечення ґрунтів азотними, фосфорними й калійними добривами [ 2, 3].

Для формування 1 тонни біологічного врожаю, буряк цукровий виносить із ґрунту близько 5–6 кг азоту, 1,5–2 фосфору та 5,5-7,5 кг калію [ 4]. Тому система удобрення, яка дозволяє формувати у ґрунті сприятливі умови мінерального живлення для рослин, є найбільш дієвим чинником впливу на перебіг основних фізіологічних процесів у рослинах, що забезпечує динаміку їх росту і розвитку та впливає на кінцеву продуктивність [ 5, 6].

Серед основних чинників, що впливають на ефективність застосування добрив є забезпечення ґрунту елементами живлення, накопичення та збереження у ньому вологи, впровадження у виробництво гібридів з високою врожайністю та цукристістю. Враховуючи зазначені вище чинники необхідно оптимізувати дози, форми та способи застосування мінеральних добрив [ 7, 8].

Незважаючи на комплексність такого підходу, переважна більшість вчених вважає, що в системі удобрення буряку цукрового азоту належить провідна роль і оптимізація азотного живлення є першочерговим чинником досягнення високої біологічної продуктивності рослин [9,10].

За недостатнього азотного живлення затримується ріст і розвиток рослин, знижується інтенсивність фотосинтезу, швидше завершується вегетаційний рослин та знижується їх продуктивність [11].

Багаторічними дослідженнями встановлено [12,13], 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.

За даними науковців [14], збільшення дози азоту під буряк цукровий з 75 до 225 кг/га, обумовило зменшення цукристості коренеплодів з 17,3% до 16,3% та спричинило зниження доброякісності нормально очищеного соку на період збирання врожаю – з 94,7 до 93,2 %. Негативний вплив надмірного азотного живлення на технологічну якість коренеплодів відмічено й іншими дослідниками.

В дослідженнях А. В. Бикіна, Н. М. Бикіної, Н. П. Бордюжи [15] 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 [16,17]. за удобрення буряку цукрового слід уникати внесення високих доз азотних добрив, які значно перевищують фізіологічні потреби рослин в азоті.

Г. М. Господаренко [18], Я. П. Цвей [19] та інші застерігають про ризики непродуктивних втрат азоту за високих доз внесення азотних добрив в умовах достатнього зволоження.

В дослідах Я. П. Цвея [19], за достатнього зволоження застосування

високих доз азотних добрив під буряк цукровий на чорноземі вилугуваному уже на етапі сходів істотно збільшило вміст нітратної форми азоту в метровому шарі ґрунту.

За даними Л. І. Мартинович, М. М . Мартиновича, отриманими в умовах стаціонарного досліду, внесення високих доз азотних добрив за рахунок вимивання нітратного азоту до глибини 60-80 см створює посилене азотне живлення рослин на пізніх етапах органогенезу, чим подовжує вегетацію рослин та погіршує технологічну якість коренеплодів. За такого внесення азотних добрив за межі орного шару вимивається 64–67% азоту, тоді як на контролі без добрив було на 5–7% менше [20] .

На думку П. М. Шиян, В. М. Бондаренко [21], система удобрення буряку цукрового має забезпечувати достатнє живлення рослин азотом і фосфором на початку вегетації, помірне азотне живлення в кінці вегетації, яке, в свою чергу, має супроводжуватись достатнім фосфором і калієм живленням.

За даними Л. А. Барштейн, І. С. Шкаредного, В. М Якименка [22], в азотному живленні буряку цукрового велике значення має сівозмінний фактор. Так, за вирощування буряку цукрового після бобових передпопередників, наприклад, багаторічних трав чи гороху, в ґрунті зростав вміст біологічного та загального азоту, порівняно з небобовими (кукурудза на силос, соняшник) і тим самим, створювались умови кращого азотного живлення рослин та підвищення їх біологічної продуктивності.

Важливим чинником отримання стабільних врожаїв буряку цукрового є фосфорне і калійне живлення, за якого формуються сприятливі умови для росту і розвитку рослин. Проте в останні два десятиліття в аграрному виробництві спостерігається щорічний дефіцит калію і фосфору в ґрунті в межах 40–60 кг/га, що значно погіршує умови живлення рослин фосфором і калієм та знижує їх продуктивність [23].

Буряк цукровий надзвичайно чутливий до дефіциту фосфору на початку і в кінці вегетації [24]. За достатнього забезпечення рослин

фосфором на початку вегетації створюються умови для інтенсивного росту і розвитку кореневої системи, а в кінці вегетації – синтезу цукрів в листкових пластинках, відтоку їх до коренеплоду, що істотно підвищує цукристість коренеплодів та збільшує біологічний збір цукру [25]. За оптимального фосфорного живлення в біологічному врожаї збільшується частка товарної його частини, тобто коренеплодів у відношенні до гички . За нестачі вологи зменшується засвоєння фосфору з ґрунту. Тому для підвищення їх ефективності, фосфорні добрива краще заробляти на глибину 10–20 см, порівняно з поверхневим внесенням навесні [26].

Калій також є одним з найважливіших біофільних елементів, який потрібен рослинам упродовж періоду вегетації. Він концентрується переважно у вакуолях клітин, регулює осмотичний тиск, активує процеси фотосинтезу, сприяє синтезу цукрів у листкових пластинках, їх відтоку та накопиченню у коренеплодах. Критичним у живленні рослин калієм є ранній період їх розвитку, а максимальне споживання – в період інтенсивного росту та утворення вегетативної маси [27].

За даними Я. П. Цвея, В. В. Іваніни, Ю. М. Цебро [28] оптимізація доз внесення фосфорних і калійних сприяє отриманню коренеплодів високої якості. Фосфорно-калійні добрива істотно підвищували вміст цукру в коренеплодах, покращували їхню технологічну якість та зменшували накопичення «шкідливого» азоту.

Агрохімічні заходи, серед яких оптимізація доз, форм та способів внесення фосфорних і калійних добрив, є найбільш дієвими у підвищенні біологічної продуктивності сільськогосподарських культур [29]. Проте більшість вчених вважає, що покращення фосфорного і калійного живлення рослин має базуватись на застосуванні органо-мінеральної системи удобрення, яка завдяки комплексному і всебічному впливу на ґрунт здатна у тривалому відрізку часу упродовж періоду вегетації забезпечувати рослини елементами живлення, що є запорукою отримання високих стабільних врожаїв буряків цукрових [12,15, 30].

За даними досліджень [31], в умовах нестійкого зволоження зони Лісостепу оптимальною дозою під буряк цукровий є внесення $N_{70-80}P_{100-110}K_{90-100}$, умовах достатнього зволоження – $N_{95-110}P_{120-130}K_{120-140}$. Врожайність буряку цукрового за внесення зазначених доз добрив підвищилась – на 15,0–17,0 т/га, збір цукру – на 2,74–3,06 т/га

Агрономічна ефективність мінеральних добрив залежала від ґрунтово-кліматичних умов вирощування буряку цукрового та біологічних особливостей вирощуваних гібридів. Дослідження останніх років свідчать, що за вирощування сучасних високопродуктивних гібридів внесення мінеральних добрив в дозі $N_{80-100}P_{80-110}K_{90-130}$ дозволяє досягти врожайності буряку цукрового понад 40 т/га [32].

В зоні недостатнього зволоження лівобережної частини Лісостепу на Веселоподільській дослідно-селекцій станції ІБКіЦБ на чорноземі типовому слабо солонцюватому вивчали вплив рівня мінерального живлення, густоти стояння на урожайність та якість коренеплодів буряку цукрового. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що гібрид Білоцерківський ЧС 57 найкраще реагував на збільшення дози внесення мінеральних добрив ($N_{135}P_{180}K_{135}$) та густоти рослин(110–115 тис/га), за яких приріст становив 1,86 т/га. Проте підвищення дози внесення добрив негативно впливало на показники технологічної якості коренеплодів, а збільшення густоти стояння мало позитивний вплив на їх формування. Серед досліджуваних гібридів Білоцерківський ЧС 57, Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84 та Ворскла, найкращу реакцію на досліджувані фактори проявили гібриди Білоцерківський ЧС 57, Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84. Названі гібриди забезпечили істотний приріст виходу заводського цукру 11,7 та 12,23 т/га, відповідно [33].

У Німеччині ефективною дозою мінеральних добрив за вирощування буряку цукрового визначено $N_{120}P_{100}K_{140}$, яка забезпечила врожайність коренеплодів 55 т/га [34].

Буряк цукровий для формування високоякісного врожаю, крім

макроелементів, потребує також мікроелементи. Вони сприяють кращому засвоєнню азоту, фосфору і калію, підвищують стійкість рослин буряку цукрового до різних захворювань і несприятливих умов зовнішнього середовища. До мікроелементів, які беруть участь в окисно-відновлюваних процесах, що проходять у рослинах буряку цукрового та забезпечують підвищення врожайності й поліпшення якості коренеплодів відносяться бор, манган, мідь, цинк, молібден і кобальт [35].

Бор входить до складу ферментів, бере участь у синтезі нуклеїнових кислот, нуклеопротеїдів, гетероауксину та є необхідною складовою клітинної оболонки. Він поліпшує водний режим, завдяки підвищенню вмісту зв'язаної води, що особливо важливо в період затяжних літніх спек. Фізіологічне значення бору полягає в тому, що він утворює комплексні сполуки з вуглеводами і є транзитною формою для переміщення їх із листків до коренеплоду та наступної трансформації й накопичення [36].

Особливо важлива роль бору на грунтах, що мають низьку забезпеченість (менше 0,3 мг/кг). Застосування борних добрив на таких грунтах підвищує врожайність бурку цукрового та вміст цукру [37].

За даними Жердецького І. М. [38], позакореневе внесення макро- і мікродобрив та поглинання основних елементів живлення кореневою системою рослин буряку цукрового вивчали на фоні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{120}K_{90}$ , що вносили під оранку чорнозему типового слабо солонцюватого, мало гумусного. Дослідженнями встановлено, що позакореневе підживлення буряків цукрових водорозчинними макро- і мікродобривами сприяє підвищенню інтенсивності поглинання кореневою системою рослин азоту, фосфору та калію із ґрунту та добрив, внесених у грунт. Внесення композиції «Реаком-Р-бурякове» у дозі 5,0 л/га сприяло кращому поглинанню основних елементів живлення із ґрунтового середовища, ніж застосування аналогічної кількості мікроелементів але у вигляді борної кислоти та у формі неорганічних кислот.

В дослідженнях, що проводилися в умовах дослідного поля Білоцерківського НАУ, який знаходиться в зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України, вивчали вплив позакореневого підживлення мікродобривами на показники фотосинтетичної продуктивності буряку цукрового. Для досліджень використовували мікродобрива українського виробництва науково-виробничого центру «Реаком»: Реаком-буряк(еталон), Реастім-гумус-буряк і Реаком-плюс-буряк. Мікроелементи вносили у два строки: фаза змикання листків у рядку та фаза змикання листків у міжряддях.

Встановлено, що на ефективність фотосинтезу буряку цукрового істотно впливають строки внесення мікроелементів за позакореневого підживлення, види та норми внесення мікродобрив. Якщо на контрольному варіанті (без підживлення) площа листкової поверхні , в середньому за три роки становила 34,5 тис. м$^2$/га, то найвище її значення отримано у варіанті за внесення Реаком-плюс-буряк у нормі 7 л/га – 46,6 тис. м2/га, що зумовлено оптимальною площею живлення рослин та кращим формуванням асиміляційного апарату листкової поверхні. Найменше значення показника листкової поверхні, порівняно з іншими нормами мікродобрив та еталоном отримано на ділянках з внесенням мікродобрив Реастім-гумус-буряк і Реаком-плюс-буряк у нормі 3 л/га, відповідно 37,5 і 35,5 тис. м2/га. Таке позакореневе підживлення буряку цукрового мікродобривами забезпечує зростання показників продуктивності фотосинтезу й збільшення листкової поверхні у фазах змикання листків у рядку та листків у міжряддях, тобто коли відбувається наростання маси коренеплоду й формування його врожайності [39].

Ефективність мікродобрив у зерно-буряковій сівозміні залежно від рівня живлення і вапнування досліджували у довготривалому стаціонарному досліді на сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті, вміст рухомого бору в якому становить 0,18 мг/кг. Дослідженнями встановлена висока позитивна дія борних добрив на накопичення цукру в коренеплодах, вміст

якого, за внесення в грунт 1,2 кг/га бору, збільшувався в середньому на 0,36–0,60 %. За даними рослинної діагностики, у сприятливі за погодними умовами роки значно покращується живлення рослин бором ґрунту і, відповідно, значно зменшується ефект від внесених борних добрив [40].

Отже, оптимізація доз, форм і способів внесення мінеральних добрив, їх поєднане застосування з мікродобривами є найбільш ефективними заходами покращення мінерального живлення рослин та досягнення високоякісного врожаю буряку цукрового .

# 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 Поліссі Лісостепу і Степу.

За інтенсивного стартового росту, гібрид Акація протягом 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 [41].

# РОЗДІЛ 3

# УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

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

Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений мало гумусний. Чорноземи опідзолені займають проміжну ланку між чорноземами та темно-сірими опідзоленими ґрунтами. У гумусовому горизонті цих грунтів чітко видно білувату присипку $SiO_2$. У гранулометричному та валовому хімічному складі простежується слабка елювіальна диференціація по профілю. Гранулометричний склад чорноземів опідзолених змінюється від легко- до важко суглинкового [42].

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 1кг ґрунту | | Ступінь насичення ґрунту основами, % (v) | Вміст рухомих поживних речовин, мг/кг ґрунту | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Нг. | S | | $N_{л.г.}$ | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| 0–20 | 3,3 | 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 орному 0–30 см шарі становить 3,3 %. Потенціальна кислотність ґрунту, до якої належать обмінна і гідролітична форми за ступенем кислотності є слабокислою. Зокрема, обмінна кислотність ґрунтового розчину має pHсол. = 6,2, а показник гідролітичної кислотності становить 2,5 смоль/кг, що вказує на середню потребу ґрунту у вапнуванні. Сума увібраних основ, яку визначали за Каппеном-Гільковіцем, є складає 28,8 смоль на 1кг ґрунту. Ступінь насичення ґрунту основами – 92 % 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 шарі ґрунту 20–40 см вміст гумусу зменшується до 2,98 %, показник обмінної кислотності (pHсол.) до 6,0, а гідролітичної кислотності й суми увібраних основ – до 1,6 та 27,1 смоль /кг ґрунту, відповідно В цьому шарі ґрунту зменшується вміст легкогідролізованого азоту до 83 мг/кг, рухомих сполук фосфору і калію до 112 і 89 мг/кг, відповідно.

За поживним режимом чорнозем опідзолений, має низьку забезпеченість азотом, середню – фосфором та підвищену – калієм. [43].

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 сільськогосподарських культур, зокрема й буряку цукрового.

### 3.2. Кліматичні та погодні умови

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

Клімат помірно-континентальний. За даними метеостанції «Умань» середньорічна кількість опадів за останні 18 років складає 586 мм, а середня річна температура – 8,8 $^0$ С [44].

Агрометеорологічні умови в роки проведення досліджень (табл. 2) можна оцінити, з погляду глобальних змін клімату, як близькі до типових у Правобережному Лісостепу. Так, за 2021–2022 сільськогосподарський рік випало 455 мм, що на 99,4 мм або на 22 % менше, порівняно з середньобагаторічними даними. В цьому с.-г. році більше опадів було у грудні на 51 мм, квітні – на 17 та вересні – на 36 мм.

У період вегетації буряку цукрового (квітень-жовтень), випало 298,1 мм опадів, що менше на 67 мм від норми. На відміну від квітня та вересня, за які випало 157 мм опадів, при нормі 102 мм, у травні та червні їх було менше на 30 і 45 мм, а в липні, серпні та жовтні – на 40 , 4,6 і 33 мм, відповідно.

2022–2023 сільськогосподарський рік, порівняно з 2021–2022 с.-г. роком, 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 66 мм менше, серпні – на 36, а у вересні – на 55 мм від норми.

Температурний фон повітря в роки проведення досліджень також відрізнявся від середніх багаторічних даних.

За 2021–2022 сільськогосподарський рік середня річна температура склала 9,6 $^0$ С, що на 0,8 $^0$ С вище середньобагаторічного показника. За період вегетації буряку цукрового в квітні-жовтні 2022 року температура повітря склала 16,8 $^0$С, що вище норми на 1,2 $^0$ С.

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

За період вегетації буряку цукрового посушливі були червень, липень, серпень, вересень і жовтень, в які температура повітря була вищою від середньобагаторічного показника на 06 $^0$С, 0,4; 2,8; 3,9 і 3,4 $^0$С. Агрометеорологічні умови , що складалися в роки проведення досліджень по різному впливали на ефективність внесених добрив та формування врожайності та якості коренеплодів буряку цукрового.

Таблиця 2

**Метеорологічні умови в рік проведення досліджень (за даними Уманської метеостанції, мм)**

| Сільськогосподарський рік | Всього за с.-г. рік | Місяць | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Кількість опадів, мм | | | | | | | | | | | | | |
| СБ* | 586 | 43 | 40 | 38 | 34 | 36 | 41 | 52 | 81 | 68 | 49 | 61 | 43 |
| 2021–2022 | 455 | 21,2 | 91,2 | 23,9 | 7,2 | 13,4 | 57,7 | 22,4 | 36,3 | 28,1 | 44,4 | 99,2 | 10,0 |
| 2022–2023 | 509 | 71,8 | 53,1 | 6,0 | 20,5 | 27,2 | 129,6 | 42,4 | 15,8 | 92,4 | 12,4 | 4,2 | 33,5 |
| Температура повітря, $^0$C | | | | | | | | | | | | | |
| СБ* | 8,8 | 2,8 | -1,8 | -3,4 | -2,3 | 2,5 | 9,7 | 15,4 | 19,0 | 20,9 | 20,1 | 14,5 | 8,3 |
| 2021–2022 | 9,6 | 4,7 | -1,0 | -1,3 | 1,8 | 2,0 | 8,6 | 14,5 | 20,5 | 21,0 | 21,7 | 13,1 | 10,0 |
| 2022–2023 | 10,5 | 3,7 | -0,4 | 0,2 | -0,2 | 5,1 | 8,8 | 15,4 | 19,6 | 21,3 | 22,9 | 18,4 | 11,7 |

* Середньобагаторічні дані (за останні 18 років)

### 3.3. Схема досліду і розміщення варіантів

Дослідження з вивчення впливу умов мінерального 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 чотири варіанти :

1.Без добрив (контроль);

2. N90P90K90;

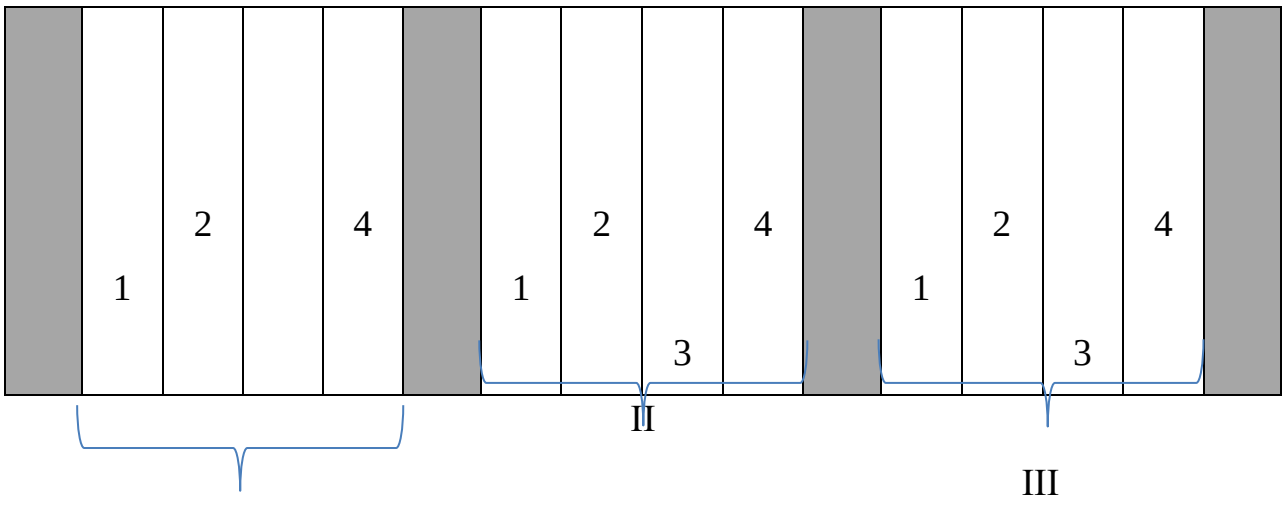
3. N135P135K135;

4. N180P180K180.

Для закладання досліду використовували мінеральні добрива у формі : аміачної селітри, суперфосфату гранульованого і калію хлористого, що вносилися під основний обробіток ґрунту та мікродобриво бортрак , яке вносили у фази змикання та розмикання листків у міжряддях.

Повторність досліду триразова, розміщення варіантів у досліді послідовне.

Схема розміщення варіантів у досліді та розмір ділянок показано на рисунках 1 і 2.




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

**Рис. 3.1**. Схема розміщення варіантів у досліді

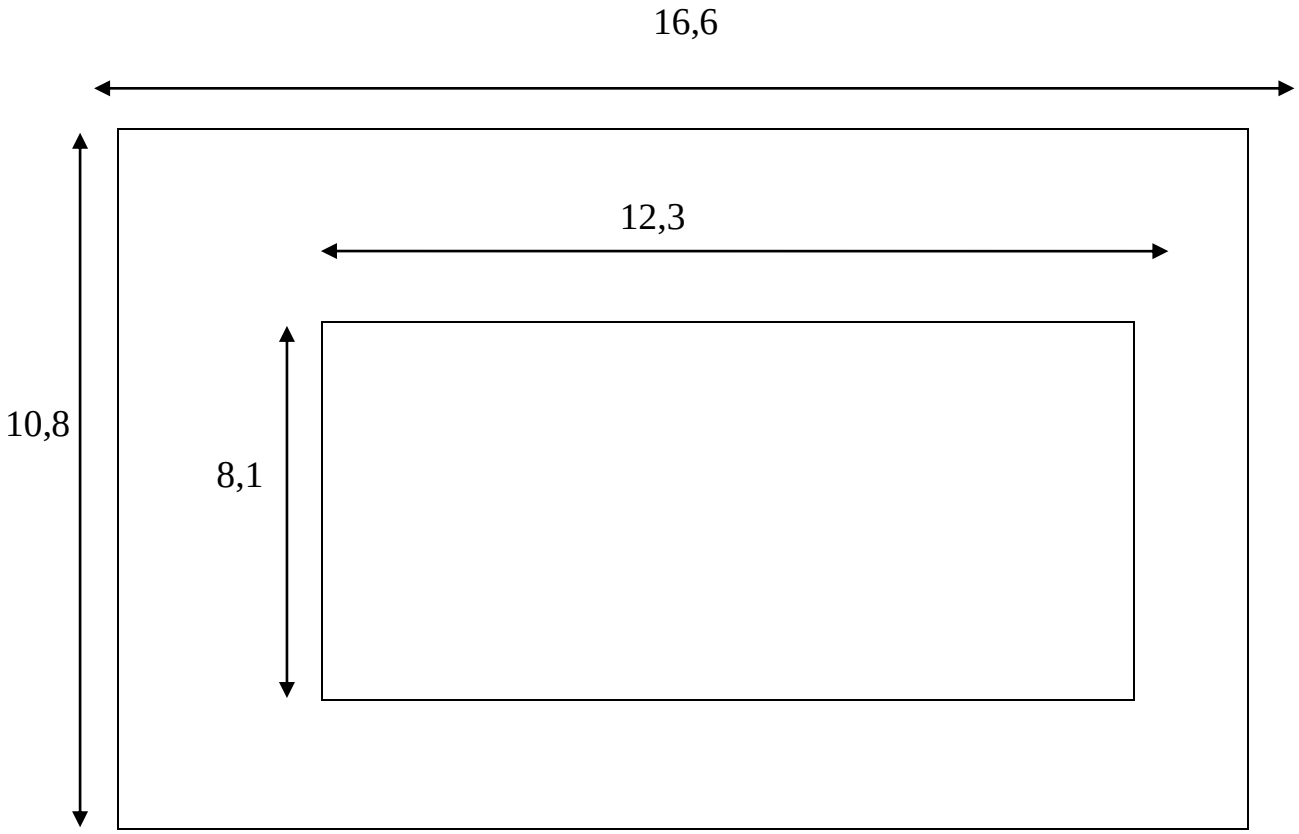



**Рис.3. 2.** Розмір ділянок: посівної – 180 м$^2$, облікової – 100 м$^2$.

### 3.4. Агротехніка вирощування буряку цукрового у досліді

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

Зразу ж, після збирання пшениці озимої, виконували дворазове дискування на глибину відповідно 5–6 та 12–14 см, а після внесення мінеральних добрив згідно схеми досліду (в ручну), проводили зяблеву оранку на глибину 30–32 см.

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

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

Після появи сходів рослин у рядках, грунт у міжряддях розпушували на глибину 3–5 см, а наступні міжрядні обробітки проводили до фази змикання листків у міжряддях.

У фази змикання рядків у міжряддях та їх розмикання проводили позакорене підживлення рослин мікродобривом бортрак у дозі 1,5 л/га ранцевим обприскувачем.

Система захисту передбачала внесення гербіцидів проти бур'янів: Бетанал Експерт, к. е. – 1,0 л/га; Агіл, к. е. – 0,7 л/га; Лонтрел 300, р. к.– 0,4 л/га; Карібу 50, з. п. – 30 г/га + ПАР Тренд – 90 мл/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 і методика їх проведення

Згідно програми досліджень визначали наступні показники за відповідними методиками [45] :

- вологість ґрунту термостатноваговим методом висушування в сушильній шафі при температурі 100 – 105 °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 [46] (додаток Б).

# РОЗДІЛ 4

# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 4.1. Вплив умов мінерального живлення на вміст рухомих сполук поживних речовин у ґрунті

Важливим чинником впливу на обмін речовин у рослинах є поживний режим грунту. Він визначається вмістом рухомих сполук елементів живлення: азоту, фосфору, калію та інших макро-і мікроелементів у кореневмісному шарі ґрунту впродовж вегетації рослин [47]. З врожаями щорічно з ґрунту виноситься значна кількість поживних речовин, яку необхідно компенсувати добривами або за рахунок інших джерел.

Для ведення продуктивного землеробства з одночасним відновленням родючості грунтів альтернативи добривам немає [48].

Застосування добрив є важливим чинником підвищення вмісту рухомих сполук елементів живлення у ґрунті.

Одним із основних елементів живлення за впливом на формування врожайності та якості буряку цукрового є азот. Відомо, що 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 [49].

Азот у ґрунті знаходиться в органічних і мінеральних сполуках. На органічні азотні сполуки припадає 97–99 %, тоді як на мінеральні – не більше 1 %. Забезпеченість сільськогосподарських культур залежить не скільки від загального його вмісту в ґрунті, скільки від наявності його мінеральних форм – нітратів та обмінного амонію [50].

Як показали наші дослідження, умови мінерального живлення неоднаково впливали на вміст мінерального азоту в ґрунті (табл. 3).

Таблиця 3

**Вплив умов мінерального живлення на вміст рухомих сполук мінерального азоту в ґрунті, мг/кг**

| Варіант досліду | 2022 р. | | | 2023 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. |
| Без добрив (контроль) | 5,9 | 13,7 | 19,6 | 7,3 | 11,4 | 18,7 | 6,6 | 12,6 | 19,2 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 7,5 | 15,2 | 22,7 | 8,7 | 12,5 | 21,2 | 8,1 | 13,9 | 22,0 |
| $N_{135}P_{135}K_{135}$ | 8,6 | 16,9 | 25,5 | 9,6 | 14,8 | 24,4 | 9,2 | 15,8 | 25,1 |
| $N_{180}P_{180}K_{180}$ | 9,3 | 17,4 | 26,7 | 9,9 | 15,6 | 25,5 | 9,5 | 16,5 | 26,2 |

Так, за погодних умов, що складалися на початку вегетації буряку цукрового в 2022 році, вміст нітратного азоту був найменшим на контрольному варіанті без внесення добрив і становив 5,9 мг/кг. Застосування мінеральних добрив та внесення їх під буряк цукровий у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ збільшувало вміст нітратів у ґрунті до 7,5 мг, а за дози $N_{135}P_{135}K_{135}$ до 8,6 мг/кг. Найбільший вміст нітратів у цьому році був за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{180}P_{180}K_{180}$ – 9,3 мг/кг.

У 2023 році вміст нітратного азоту як в контрольному, так і на удобрених ділянках, порівняно з 2022 роком, був більшим на 0,6–1,4 мг/кг ґрунту. Проте і в цьому році простежується закономірність у збільшенні вмісту нітратів у ґрунті на удобрених ділянках, порівняно з контролем. За погодних умов цього року нітрифікувальні процеси, що проходили в ґрунті , забезпечили вміст нітратного азоту в чорноземі опідзоленому залежно від варіантів досліду в інтервалі 7,3–9,9 мг/кг.

В середньому за два роки досліджень дещо більший вміст нітратного азоту в ґрунті був на ділянках з внесенням мінеральних добрив у дозах $N_{90}P_{90}K_{90}$ (8,1 мг/кг), $N_{135}P_{135}K_{135}$ (9,2 мг/кг) та $N_{180}P_{180}K_{180}$ (9,5 мг/кг).

Внесення мінеральних добрив під буряк цукровий збільшувало вміст амонійного азоту в ґрунті, який є безпосереднім джерелом живлення рослин.

Так, у 2022 році внесення азотних добрив у дозі 90 кг/га д. р. на $P_{90}K_{90}$ збільшувало вміст амонійного азоту, порівняно з контролем, на 1,5 мг/кг. Застосування мінеральних добрив у дозі $N_{135}P_{135}K_{135}$ підвищувало вміст амонійного азоту до 16,9, а в 2023 році – лише до 14,8 мг/кг ґрунту. Найбільший вміст амонійного азоту як у 2022, так і в 2023 роках був за дози азотних добрив 180 кг/га, що вносилися на тлі фосфорно-калійних добрив у дозах $P_{180}K_{180}$ – 17,4 і 15,6 мг/кг ґрунту, відповідно.

Як окремо в роки досліджень, так і в середньому за два роки на вміст амонійного азоту впливали дози азотних добрив, що вносилися в поєднанні з фосфорними і калійними, так і погодні умови років досліджень. У середньому за 2022–2023 рр. досліджень вміст амонійного азоту на удобрених ділянках, порівняно з контролем, був більшим на 2,8–7,0 мг/кг ґрунту.

Вміст мінерального азоту залежить від його вмісту нітратних і амонійних форм. За даними таблиці 3, вміст мінерального азоту на удобрених ділянках збільшувався пропорційно збільшенню нітратних і амонійних форм азоту в ґрунті. В 2022 році це збільшення , порівняно з контролем, становило 3,1–7,1 мг, в 2023 році – 2,5–6,8 мг/кг ґрунту.

Фосфор, особливо його рухомі мінеральні сполуки, мають значний вплив на формування родючості ґрунту та живленні рослин [51].

Застосування під буряк цукровий фосфорних добрив у складі повного мінерального підвищує вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті (табл. 4).

З даних таблиці 4 видно, що в 2022 році вміст рухомого фосфору на контрольному варіанті без внесення добрив був найменший і становив 97 мг/кг ґрунту. Застосування під буряк цукровий фосфорних добрив у поєднанні з азотними і калійними збільшувало його вмісту в ґрунті на 61–106 мг/кг.

Таблиця 4

**Вплив умов мінерального живлення на вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті, мг/кг**

| Варіант досліду | 2022 р. | 2023 р. | Середнє за два роки |
|---|---|---|---|
| Без добрив (контроль) | 97 | 93 | 95 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 161 | 145 | 153 |
| $N_{135}P_{135}K_{135}$ | 185 | 167 | 176 |
| $N_{180}P_{180}K_{180}$ | 203 | 184 | 194 |

Підвищення дози фосфорних добрив до 135 кг/га д. р. та внесення їх на тлі $N_{135}K_{135}$ забезпечило його вміст рухомих сполук у гранті на рівні 185 мг/кг. Однак, найбільший вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті забезпечило внесення під буряк цукровий 180 кг/га д. р. фосфору на тлі $N_{180}K_{180}$ – 203 мг/кг.

За погодних умов 2023 року спостерігається незначне зниження вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті. Так, на контролі, порівняно з 2022 роком його вміст був меншим на 4 мг/кг, а на удобрених ділянках – на 16–19 мг/кг.

В середньому за два роки досліджень вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті без внесення добрив на контролі становив 95 мг/кг, а за їх застосування його вміст збільшувався у другому варіанті ($N_{90}P_{90}K_{90}$) до 153 мг, третьому ($N_{135}P_{135}K_{135}$) – до 176 та четвертому ($N_{180}P_{180}K_{180}$) – до 194 мг/кг.

Калій, як і азот та фосфор відноситься до основних макроелементів. У рослинах він знаходиться в іонній формі, переважно в клітинному соку, і не входить до складу органічних сполук. Роль калію в житті рослин не менш важлива, ніж азоту і фосфору. Нестача калію гальмує ряд біохімічних

процесів у рослині, що негативно позначається на обмінних процесах та формуванні високоякісного врожаю. Особливо багато його використовують такі калієфільні культури як буряк цукровий[52].

Валовий уміст калію в чорноземних ґрунтах становить 2–2,5 %, що в 5–50 разів більше, ніж азоту і 8–40 разів більше ніж фосфору. Однак, це не означає, що за великих валових запасів калію в ґрунті, немає необхідності вносити його з мінеральними і органічними добривами. Відомо, що лише, 5–1,2 % калію від його валового вмісту перебуває в рухомій формі. До рухомих сполук калію ґрунту належать водорозчинний і обмінний калій. Тому поліпшення калійного режиму ґрунту – одна із важливих проблем, особливо на підзолистих та легких за гранулометричним складом ґрунтах.

Важливим чинником поліпшення калійного режиму ґрунтів є внесення калійних добрив [53].

Проведені впродовж 2022–2023 рр. дослідженнями встановлено, що умови мінерального живлення по різному впливали на вміст рухомих сполук калію в чорноземі опідзоленому (табл. 5). Так, у 2022 році найменший його вміст був у ґрунті на контрольному варіанті без внесення добрив – 103 мг/кг.

У другому варіанті, за внесення калійних добрив у дозі 90 кг/га д. р. на тлі $N_{90}P_{90}$, вміст рухомого калію збільшився до 145 мг/кг. У третьому ($N_{135}P_{135}K_{135}$) та четвертому ($N_{180}P_{180}K_{180}$) варіантах вміст рухомих сполук калію в ґрунті становив 160 і 169 мг/кг, відповідно.

За погодних умов 2023 року спостерігається незначне (на 6–12 мг/кг) зменшення вмісту рухомих сполук калію в ґрунті, порівняно з 2022 роком.

В середньому за два роки досліджень більший вміст рухомих сполук калію в ґрунті був на удобрених ділянках. За внесення під буряк цукровий мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ його вміст складав 142 мг/кг, за дози $N_{135}P_{135}K_{135}$ – 156, а за дози $N_{180}P_{180}K_{180}$ –163 мг/кг.

Таблиця 5

**Вплив умов мінерального живлення на вміст рухомих сполук калію в ґрунті, мг/кг**

| Варіант досліду | 2022 р. | 2023 р. | Середнє за два роки |
|---|---|---|---|
| Без добрив (контроль) | 103 | 97 | 99 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 145 | 139 | 142 |
| $N_{135}P_{135}K_{135}$ | 160 | 152 | 156 |
| $N_{180}P_{180}K_{180}$ | 169 | 157 | 163 |

Отже, за результатами проведених досліджень встановлено, що умови мінерального живлення збільшують вміст у чорноземі опідзоленому вміст рухомих сполук азоту, фосфору і калію, що сприятиме поліпшенню живлення рослин буряку цукрового та позитивно впливатиме на формування його продуктивності.

## 4.2. Вплив умов мінерального живлення на формування врожаю буряку цукрового

Наявність у ґрунті рухомих поживних сполук азоту, фосфору і калію є визначальним чинником для росту, розвитку рослин буряку цукрового та формування його врожайності. Умови мінерального живлення не лише змінювали поживний режим чорнозему опідзоленого, але й позитивно впливало на початковий ріст рослин буряку цукрового. Про це свідчить маса 100 рослин, відібраних у фазу першої пари справжніх листків буряку цукрового (таблиця 6).

Таблиця 6

**Маса 100 рослин буряку цукрового за різних умов мінерального живлення, г**

| Варіант досліду | 2022 р. | 2023 р. | Середнє за два роки |
|---|---|---|---|
| Без добрив (контроль) | 47,8 | 42,6 | 45,2 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 55,1 | 51,4 | 53,2 |
| $N_{135}P_{135}K_{135}$ | 58,6 | 54,7 | 56,7 |
| $N_{180}P_{180}K_{180}$ | 60,4 | 56,9 | 58,9 |

За даними таблиці 6, маса 100 рослин, відібраних з контрольного варіанту, де добрив не вносили, була найменшою і становила в 2022 році 47,8, а в 2023 році – 46,2 г. Застосування під буряк мінеральних добрив та внесення в дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ збільшувало масу 100 рослин у 2022 р. на 7,3 г, а в 2023 р. – на 8,8 г.

Підвищення доз мінеральних добрив у півтори ($N_{135}P_{135}K_{135}$ ) та два ($N_{180}P_{180}K_{180}$) рази збільшувало масу 100 рослин до 58,6 та 60,4 і 54,7 та 56,9 г, відповідно в 2022 й 2023 рр.

Погодні умови також впливали на ростові процеси буряку цукрового та були більш сприятливими в 2022 році, за яких маса 100 рослин становила 47,8–60,4 г, тоді як у 2023 році – 42,6–56,9 г.

За кращого росту і розвитку сходів, рослини буряку цукрового на удобрених ділянках, формували значно більшу листкову поверхню (табл.7).

Так, якщо на контролі у фазу змикання листків у міжряддях без застосування солю бору площа листкової поверхні становила 2494 $см^2$/рослину, то за їх застосування вона мала тенденцію до збільшення на 23 $см^2$/рослину.

Таблиця 7

**Вплив умов мінерального живлення на площу листкової поверхні буряку цукрового, см$^2$/рослину (2022–2023 рр.)**

| Насиченість добривами 1 га сівозміни | Без внесення мікродобрив | | З внесенням мікродобрив | |
|---|---|---|---|---|
| | Фаза змикання листків у міжряддях | Фаза розмикання листків у міжряддях | Фаза змикання листків у міжряддях | Фаза розмикання листків у міжряддях |
| Без добрив (контроль) | 2494 | 2342 | 2517 | 2384 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 3987 | 3835 | 4089 | 3925 |
| $N_{135}P_{135}K_{135}$ | 4621 | 4427 | 4673 | 4481 |
| $N_{180}P_{180}K_{180}$ | 5375 | 5098 | 5411 | 5126 |

Застосування мінеральних добрив під буряк цукрових та проведення позакореневого внесення бору збільшувало площу листкової поверхні як у фази змикання, так і розмикання листків у міжряддях. У другому варіанті ($N_{90}P_{90}K_{90}$) площа листкової поверхні без застосування бору у фазу змикання листків у міжряддях збільшилась, порівняно з контролем, до 3987 см$^2$/рослину, а в фазу розмикання листків у міжряддях до 3835 см$^2$/рослину. За внесення бору ці показники були дещо більшими і становили 4089 та 3925 см$^2$/рослину, відповідно.

У третьому варіанті ($N_{135}P_{135}K_{135}$), як і в другому, площа листкової поверхні збільшувалась за вищеназваних фаз розвитку без застосування бору до 4621 та 4427 см$^2$/рослину, а за його застосування – до 4673та 4481 см$^2$/рослину.

В середньому за два роки досліджень, найбільшою площа листкової поверхні як у фазу змикання листків у міжряддях, так і їх розмикання в міжряддях була за внесення мінеральних добрив у дозі ($N_{180}P_{180}K_{180}$), без застосування бору вона становила 5375 та 5098 см$^2$/рослину, а за його застосування – 5411та 5126 см$^2$/рослину, відповідно.

Збільшення площі листкової поверхні за застосування в системі удобрення буряку цукрового макро-і мікроелементів позитивно впливало на динаміку наростання маси коренеплоду (табл. 8).

Таблиця 8

**Вплив умов мінерального живлення буряку цукрового на динаміку наростання маси коренеплоду, г (2022–2023 рр.)**

| Насиченість добривами 1 га сівозміни | Без внесення мікродобрив | | З внесенням мікродобрив | |
|---|---|---|---|---|
| | Фаза змикання листків у міжряддях | Фаза розмикання листків у міжряддях | Фаза змикання листків у міжряддях | Фаза розмикання листків у міжряддях |
| Без добрив (контроль) | 191 | 316 | 203 | 327 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 264 | 421 | 269 | 434 |
| $N_{135}P_{135}K_{135}$ | 297 | 463 | 304 | 478 |
| $N_{180}P_{180}K_{180}$ | 326 | 518 | 342 | 535 |

Так, якщо на контрольному варіанті маса коренеплоду без застосування бору в фазу змикання листків у міжряддях становила 191 г, а у фазу розмикання – 316 г, то за його застосування цей показник збільшувався до 203 і 327 г, відповідно. Умови мінерального живлення буряку цукрового збільшували масу коренеплоду як за внесення бору, так і без нього.

Внесення під буряк мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ збільшувало масу коренеплоду у фазу змикання листків у міжряддях до 264 г, а у фазу розмикання листків у міжряддях – до 463 г. За позакореневого обприскування посівів буряку цукрового на цьому варіанті маса коренеплоду була дещо більшою і становила залежно від фази їх розвитку 269 та 434 г, відповідно. Підвищення доз мінеральних добрив до 135 кг/га д. р. азоту, фосфору і калію та до 180 кг/га д. р. збільшували масу коренеплоду до 287 і

463 г та 326 і 518 г, а за поєднання макроелементів з бором – до 326 і 518 та 342 і 535 г, відповідно.

Умови мінерального живлення по різному впливали на врожайність буряку цукрового (табл.9).

Таблиця 9

**Вплив умов мінерального живлення на врожайність коренеплодів буряку цукрового, т/га**

| Варіант досліду | 2022 р. | | 2023 р. | | Середнє за два роки | | Приріст до контролю | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 37,5 | 37,7 | 33,9 | 34,6 | 35,7 | 36,1 | – | – |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 48,9 | 49,5 | 43,7 | 44,5 | 46,3 | 47,0 | 10,6 | 10,9 |
| $N_{135}P_{135}K_{135}$ | 54,1 | 54,8 | 49,4 | 50,2 | 51,8 | 52,5 | 16,1 | 16,4 |
| $N_{180}P_{180}K_{180}$ | 58,4 | 58,9 | 53,9 | 54,7 | 56,1 | 56,7 | 20,4 | 20,6 |
| $НІР_{05}$ | 2,78 | 2,85 | 2,63 | 2,71 | | | | |

Примітка: 1–без внесення мікродобрив; 2–з внесенням мікродобрив.

З даних таблиці 9 видно, що природна родючість чорнозему опідзоленого стаціонарного досліду, на якому проводилися дослідження, залишається високою. Так, урожайність буряку цукрового як у 2022 р., так і в 2023 р. на контрольному варіанті без внесення добрив була досить високою і становила 37,5– 33,9 т/га, а підживлення бором мала тенденцію до збільшення на 0,2 і 0,7 т/га.

Застосування мінеральних добрив під буряк цукровий збільшувало врожайність коренеплодів у 2022 році на 30–56%, а за поєднаного їх внесення з бором – на 31–56 %. У 2023 р. ці показники становили – 29–59 і 29–58 %, відповідно. За внесення під буряк мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ врожайність коренеплодів, порівняно з контролем, збільшувалась

до 48, 9 т/га в 2022 році та до 43,7 т/га – в 2023році, а за позакореневого обприскування бором до 49,5 та 44,5 т/га, відповідно.

Підвищення доз мінеральних добрив під буряк та їх поєднання з позакореневим підживленням бором у третьому ($N_{135}P_{135}K_{135}$ ) та четвертому($N_{180}P_{180}K_{180}$) варіантах збільшувало врожайність коренеплодів на 16,6 і 17,1 т/га та 20,9 і 21,1 т/га у 2022 році, на 15,5 і 15,6 т/га та 20,0 і 20,1 т/га в 2023 році, відповідно.

Як окремо за роки, так і в середньому за два роки дослідження, за рахунок мінеральних добрив урожайність коренеплодів буряку цукрового зростала на 10,6–20,4 т/га, а за поєднаного їх внесення з позакореневим внесенням борних добрив – на 10,9–20,6 т/га.

## 4.3. Вплив умов мінерального живлення на цукристість коренеплодів буряку цукрового

Цукристість коренеплодів – один із важливих показників якості фабричного буряку цукрового. Виробникам, розрахунки з якими здійснюють з урахуванням цукристості, дуже важливо за допомогою агротехнологічних прийомів одержати бурякоцукрову сировину високої якості [54].

На цей показник вливають біологічні особливості сучасних гібридів, дози і співвідношення між макро- і мікроелементами та погодні умовами.

Умови мінерального живлення знижували цукристість коренеплодів буряку цукрового (табл. 10).

Так, вміст цукру в коренеплодах, що вирощували на ділянках без внесення мінеральних добрив був найвищий та становив у 2022 році 17,8 % без позакореневого внесення бору та 18,3 % – за його внесення. За сприятливих погодних умов 2023 року цукристість коренеплодів була вищою на контролі й становила 20,1 і 20,6% відповідно. Внесення мінеральних добрив під буряк цукровий у дозах $N_{90}P_{90}K_{90}$ та $N_{135}P_{135}K_{135}$ знижувало вміст цукру в коренеплодах, порівняно з контролем, у 2022 році на 0,3 і 0,5 %, а за

позакореневого внесення бору, навпаки спостерігалося підвищення цього показника на 0,6–0,7 і 0,5–0,6 абсолютних відсотків, відповідно.

Таблиця 10

**Вплив умов мінерального живлення на цукристість коренеплодів буряку цукрового, %**

| Варіант досліду | 2022 р. | | 2023 р. | | Середнє за два роки | | +,– до контролю | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 17,8 | 18,3 | 20,1 | 20,6 | 18,9 | 19,5 | – | – |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 17,5 | 18,1 | 19,7 | 20,4 | 18,6 | 19,3 | –0,3 | –0,2 |
| $N_{135}P_{135}K_{135}$ | 17,3 | 17,8 | 19,4 | 20,0 | 18,4 | 18,9 | –0,5 | –0,7 |
| $N_{180}P_{180}K_{180}$ | 17,0 | 17,4 | 19,2 | 19,7 | 18,1 | 18,6 | –0,8 | –1,0 |

Примітка: 1–без внесення мікродобрив; 2– з внесенням мікродобрив.

Істотне зниження цукристості коренеплодів було за внесення під буряк цукровий мінеральних добрив у дозі $N_{180}P_{180}K_{180}$. У цьому варіанті вміст цукру в 2022 році становив 17,0 , а в 2023 році – 19,2 %, що менше, порівняно з контролем на 0,8 та 0,9 %, відповідно. Позакореневе внесення борних добрив зменшувало негативний вплив високих доз азотних добрив, що вносилися на тлі фосфорно-калійних у цьому варіанті на цукристість коренеплодів, за яких вміст цукру збільшувався з 17,0 до 17,4 % у 2022 році та з 19,2 до 19,7 % – у 2023 році.

## 4.4. Розрахунковий збір цукру за різних умов мінерального живлення буряку цукрового

Збір цукру з одиниці площі – це розрахунковий показник, що враховує врожайність коренеплодів та їх цукристість. Цей важливий показник залежить від агротехнологічних чинників, зокрема і системи удобрення

буряку цукрового, а також від погодних умов, що складаються в роки вирощування культури.

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

З даних таблиці 11 видно, що умови мінерального живлення не тільки позитивно впливали на формування врожаю буряку цукрового, але й збільшували в середньому його збір на 1,84 – 3,39 т/га, а за позакореневого внесення бору – на 1,97–3,46 т/га.

Таблиця 11

**Розрахунковий збір цукру за різних умов мінерального живлення буряку цукрового, т/га**

| Варіант досліду | 2022 р. | | 2023 р. | | Середнє за два роки | | Приріст до контролю | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 6,68 | 6,97 | 6,81 | 7,13 | 6,75 | 7,05 | – | – |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 8,57 | 8,96 | 8,61 | 9,08 | 8,59 | 9,02 | 1,84 | 1,97 |
| $N_{135}P_{135}K_{135}$ | 9,36 | 9,75 | 9,58 | 10,04 | 9,47 | 9,89 | 2,72 | 2,84 |
| $N_{180}P_{180}K_{180}$ | 9,93 | 10,25 | 10,35 | 10,76 | 10,14 | 10,51 | 3,39 | 3,46 |

Примітка: 1–без внесення мікродобрив; 2– з внесенням мікродобрив.

За внесення мінеральних добрив під буряк цукровий у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ розрахунковий збір цукру в 2022 році збільшився до 8,57 т/га, а за позакореневого підживлення бором – до 8,96 т/га при 6,68 та 6,81 т/га, відповідно на контролі. З погодних умов 2023 році збір цукру підвищувався до 8,61 та 9,08 т/га,відповідно. Збільшення доз мінеральних добрив до 135 кг/га д. р. ($N_{135}P_{135}K_{135}$) та 180 кг/га д. р. ($N_{180}P_{180}K_{180}$) забезпечувало одержання як вищого врожаю, порівняно з іншими варіантами досліду (табл.9), так і збільшення приросту розрахункового цукру на 2,68 і 2,78 та

33,25 і 3,28 т/га у 2022 році та 2,77 і 2,91 та 3,54 і 3,63 т/га – в 2023 році, відповідно.

В середньому за два роки дослідження приріст до контролю від мінеральних добрив складав 1,84 –3,39 т/га цукру, а за поєднання мінеральних добрив з позакореневим внесенням борних добрив –1,97– 3,46 т/га.

## РОЗДІЛ 5

# ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО І МІКРОДОБРИВ ПІД БУРЯК ЦУКРОВИЙ

Підвищення продуктивності буряку цукрового має велике значення для забезпечення внутрішньої потреби населення України цукром та його експортного потенціалу. За сучасних технологій вирощування буряку цукрового ефективними заходами формування високої врожайності та цукристості коренеплодів є високопродуктивні гібриди та система їх удобрення.

Важливим критерієм оцінки кожного агротехнічного заходу, 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[55].

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

Для розрахунку економічної ефективності до витрат, пов'язаних із застосуванням мінеральних добрив врахували їх вартість (грн/кг: N – 64,7 $P_2O_5$ – 80; $K_2O$ – 46,7), та витрати на навантаження, транспортування і внесення. Вартість 1 т коренеплодів, залежно від їх цукристості становила в IV кварталі 2023 року від 1800 до 2200 грн.

Величину витрат на внесення добрив, збирання і транспортування додаткового врожаю розраховували за фактично діючими у 2023 році нормативами та розцінками на технологічні операції (табл. 12).

Таблиця 12.

**Економічна ефективність застосування добрив під буряк цукровий (середнє за 2022–2023рр.)**

| Показник | Варіант досліду | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Без добрив (контроль) | | $N_{90}P_{90}K_{90}$ | | $N_{135}P_{135}K_{135}$ | | $N_{180}P_{180}K_{180}$ | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Урожайність, т/га | 35,7 | 36,1 | 46,3 | 47,0 | 51,8 | 52,5 | 56,1 | 56,7 |
| Приріст врожаю, т/га | – | – | 10,6 | 10,9 | 16,1 | 16,4 | 20,4 | 20,6 |
| Ціна 1 т продукції, грн | 2000 | 2200 | 2000 | 2200 | 2000 | 2200 | 2000 | 2200 |
| Вартість продукції за ціною реаліза – ції, грн / га | 71400 | 79420 | 92600 | 103400 | 103600 | 115500 | 112200 | 124740 |
| Матеріально-грошові витрати, грн /га | 40280 | 40948 | 65276 | 66144 | 74396 | 75054 | 86897 | 88565 |
| Собівартість 1 т продукції, грн | 1128 | 1134 | 1409 | 1417 | 1436 | 1430 | 1548 | 1562 |
| Умовно-чистий прибуток з 1 га, грн | 31120 | 38472 | 27324 | 37256 | 29204 | 40446 | 25503 | 36175 |
| Рівень рентабельності, % | 77 | 94 | 42 | 56 | 39 | 54 | 29 | 41 |

Примітка: 1–без внесення мікродобрив; 2– з внесенням мікродобрив.

Як показали розрахунки, наведені в таблиці 12, застосування мінеральних добрив під буряк цукровий та їх поєднання з позакореневим

внесенням бору збільшує вартість валової продукції за рахунок приросту врожаю з 21200 до 40800 грн. та з 23980 до 45320 грн, відповідно.

За різних умов мінерального живлення буряку цукрового значно збільшуються матеріально-грошові витрати на придбання, транспортування і внесення добрив та збирання додаткової продукції. В середньому за два роки дослідження найбільш високими матеріально-грошові затрати були за вирощування буряку цукрового на чорноземі опідзоленому у четвертому варіанті ($N_{180}P_{180}K_{180}$), які склали 86897 та 88565 гривень, відповідно.

Застосування добрив підвищувало собівартість коренеплодів, у порівнянні з контролем, і вона була найвищою також у четвертому варіанті ($N_{180}P_{180}K_{180}$) – 1548 та 1562 грн/т.

Умовно-чистий прибуток і рівень рентабельності були високими на контрольному варіанті й становили 31120 і 38472 грн/га та 77 і 94 %. З удобрених варіантів найбільший умовно-чистий прибуток – 29204 та 40446 грн/га, з рівнем рентабельності – 39 та 54 % були за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{135}P_{135}K_{135}$ як без внесення борних мікродобрив , так і за їх внесення, відповідно.

Отже, за розрахунками економічної ефективності система удобрення буряку цукрового на чорноземі опідзоленому повинна складатися з внесення під основний обробіток ґрунту мінеральних добрив у дозі $N_{135}P_{135}K_{135}$ та дворазового позакореневого підживлення борними мікродобривами.

# РОЗДІЛ 6

# ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ

## 6.1. Організація роботи з охорони праці та моделювання виробничих небезпек під час внесення добрив під буряк цукровий

В Україні, як і в більшості країн світу, стан у сфері охорони праці протягом останніх років, також залишається напруженим і, як наслідок, рівень виробничого травматизму залишається достатньо високим.

В аграрному виробництві особливу увагу необхідно приділяти потенційно небезпечним (особливо небезпечним) об'єктам, робота з якими, при порушенні вимог безпеки, може призвести до травм або інших важких наслідків. У сільськогосподарському виробництві особливо небезпечними об'єктами є рухомі машини й механізми.

За статистичними даними, найчастіше травмуються механізатори при обробці землі і збиранні врожаю (59,3 %), під час ремонту сільськогосподарської техніки (23,4%), при транспортуванні вантажів і людей (14,1%) та інших роботах (9,2%). Саме тому в аграрному виробництві, коли розвиток цієї галузі відбувається надзвичайно швидкими темпами, особливе місце в організації праці і взагалі у виробництві сільськогосподарської продукції займає охорона праці [56].

Для вирощування високоякісного врожаю буряку цукрового, в досліді з мінеральних добрив застосовували: аміачну селітру, суперфосфат гранульований і калій хлористий.

Аміачна селітра має місцеву подразнювальну дію на слизові оболонки та шкіру, викликає почервоніння зап'ясть та передпліччя, сверблячку, залишає помітне потовщення шкіри. Працюючи з аміачною селітрою, треба пам'ятати, що це добриво вогне- і вибухонебезпечне.

За використання суперфосфату гранульованого подразнення спостерігається при попаданні пилу в очі, а вдихання вільної фосфорної кислоти може викликати запалення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, трахей, бронхів. Крім того, пари фосфорної кислоти спричиняють сухість у горлі і носі та можуть викликати носові кровотечі.

Калій хлористий, дрібнокристалічний може також викликати захворювання шкіри, очей і слизової оболонки.

Враховуючи шкідливу дію на роботах з мінеральними добривами, працівники обов'язково мають бути забезпечені всіма необхідними засобами індивідуального захисту. Допускати працівників до роботи лише після медичного огляду та інструктажу з охорони праці згідно вимогам «Типового положення про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці» НПАОП 0.00-4.12-05.

Для правильної розробки системи заходів з охорони праці спеціаліст у галузі рослинництва повинен знати, які небезпечні чинники можуть виникати при виконанні конкретних технологічних процесів (оранка, внесення добрив, сівба, догляд за станом посівів тощо). Найкраще в цьому може допомогти логічне моделювання, який відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою виробництва, що базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їхньому глибокому логічному аналізу і терміновому усуненню потенційних небезпек, ще до виникнення травмонебезпечних і катастрофічних ситуацій [57].

Невиконання правил техніки безпеки, експлуатації машин та вимог санітарії зумовлює виникнення небезпечних ситуацій (НС). Проте небезпечні ситуації не є початковою ланкою при визначенні шкідливих факторів. Передумовою виникнення (НС) є небезпечна умова (НУ). Небезпечною умовою при проведенні робіт можуть бути:

НУ1 – відсутність кваліфікованих працівників під час налагодження трактора чи інших машин, а також спеціально відведених майданчиків;

НУ2 – працюючі не мають необхідної професійної підготовки з охорони праці;

НУ3 – відсутні захисні щитки рухомих та ріжучих частин трактора чи інших машин;

НУ4 – недотримання правил техніки експлуатації трактора або інших машин, механізмів.

Наявність на робочому місці даних небезпечних умов призводить до виникнення небезпечної дії (НД). Небезпечна дія – це ситуація, неправильний рух, або ж без дієвість у відповідній ситуації, що при наявності НУ може викликати травмонебезпечні, аварійні чи катастрофічні явища. Для кожної небезпечної умови є свої небезпечні дії:

НД1 – ремонт та налагоджування трактора та інших машин з не заглушеним двигуном та в непридатному місці;

НД2 – пересування тракториста, помічників у небезпечну або робочу зону трактора чи інших машин;

НД3 – тракторист або помічник наблизився до рухомих та ріжучих частин трактора чи іншої машини;

НД4 – перебільшення навантаження на трактор чи інший механізм, машину.

При поєднанні небезпечної умови і небезпечної дії наступає небезпечна ситуація (НС):

НС1 – наїзд або довільний рух трактора чи інших машин;

НС2 – вплив робочих органів трактора чи інших машин при виконанні роботи;

НС3 – захват одягу і частин тіла незахищеними рухомими та ріжучими частинами трактора чи інших машин;

НС4 – обрив кріплення робочих органів, поломка валів, транспортерів, обрив пасів та цепів.

При використанні небезпечної ситуації неминучою умовою можливих наслідків буде травма (Т).

Даний аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, умов і ситуацій можна відобразити за допомогою схеми.

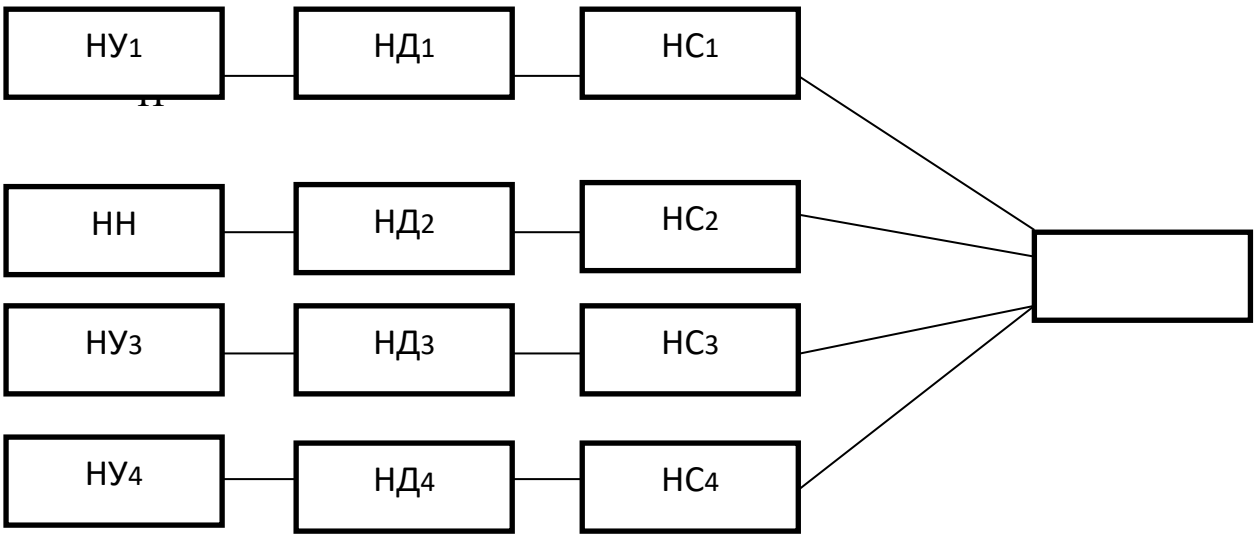



**Рис 6.3.** Логічна модель процесу під час внесення мінеральних добрив під буряк цукровий

У навчально-виробничому відділі Уманського НУС режим праці і відпочинку працівників регулюється Статутом колективного договору (окремо для чоловіків і жінок), Конференцією трудового колективу встановлюється тривалість робочого тижня. Вона становить 46 годин на тиждень, а для робітників зайнятих на роботах із шкідливими умовами праці не більше 36 годин на тиждень. Загалом організація охорони праці на дослідному полі Університету, відповідає вимогам з питань охорони праці.

Поряд з цим, для поліпшення умов праці й охорони праці у ННВ, варто звернути увагу на її поліпшення, зокрема:

1. Організовувати та проводити перед початком весняно-польових робіт навчання з охорони праці водіїв, трактористів і механізаторів.

2. На виконанні робіт з внесення добрив всіх працівників забезпечувати засобами індивідуального захисту.

3. Не допускати до роботи трактори та інші машини, в яких не встановлені захисні щитки.

4. За безпосередньої роботи з мінеральними добривами дотримуватися вимог виробничої санітарії та доплату за шкідливі умови праці.

## 6.2. Охорона навколишнього природного середовища при застосуванні добрив під буряк цукровий

Відомо, що універсальним чинником поліпшення живлення сільськогосподарських рослин є застосування мінеральних добрив. Серед макроелементів у агроценозах на першому мінімумі є азот, який лімітує рівень потенційної врожайності. Це зумовлює в структурі застосування добрив збільшення використання азотних добрив [58] .

За внесення високих доз азотних добрив, зокрема й аміачної селітри, не виключеним є ризик забруднення нітратами природних об'єктів, що призводить до збільшення їх надходження в організм людини і тварин. Зоною, вразливою до накопичення нітратів, вважається зона, в якій 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$^3$), а також фіксується або очікується поява в прісних водоймах, естуаріях, прибережних водах процесу евтрофікування [59].

Для мінімізації уникнення ризиків вимивання сполук азоту й забруднення ними водних об'єктів у 2021 році затверджено наказом Міністерства аграрної політики і продовольства України Правила щодо забезпечення грунтів і, застосування окремих агрохімікатів, які поширюються на сільськогосподарських товаровиробників, що займаються сільськогосподарською діяльністю в уразливих до накопичення нітратів зонах. На інших територіях суходолу застосування азотовмісних добрив

фактично не регламентується та здійснюється згідно з системою удобрення, розробленою в господарстві.

Дослідженнями, що проводилися на посівах з кукурудзою у виробничих умовах Сумської й Чернігівської областей, встановлено, що вміст мінерального азоту в ґрунті очікувано зростає за збільшення норм унесення азотних добрив. Їх дробове застосування забезпечує формування задовільних рівнів насиченості ґрунту азотом, який доступний для живлення рослин із переважанням нітратної форми впродовж вегетації кукурудзи. Динаміка міграції нітратного азоту в грунтах гумусно-акумулятивної генези за внесення азотних добрив у виробничих умовах характеризується цього зменшенням із глибиною та в часі впродовж активної вегетації кукурудзи. Максимальний уміст нітратного азоту, який на початку та в 1-й половині вегетації кукурудзи є безпосереднім джерелом азоту для живлення кукурудзи, що забезпечує отримання врожайності зерна понад 10 т/га за внесення $N_{119}$– $N_{136}$, фіксується в шарах ґрунту 0–20 та 20–40 см. Також на територіях суходолу із заляганням підґрунтових вод глибше 10 м маловірогідним є їх забруднення нітратним азотом за дробного внесення $N_{119}$– $N_{136}$ [60].

За внесення фосфорних і калійних добрив можливо надходження в грунт різноманітних полютантів, серед яких найбільш поширеними є важкі метали (Cd,Zn,Pb,Cr,Fe,Ni,Cu,Sn,Hg,Mn,F).

За використання суперфосфатів і калію хлористого в ґрунті може значно зростати вміст фтору і хлору, які після потрапляння в грунт, доволі швидко поглинаються твердою його фазою, що знижує вміст обмінних основ (кальцію і магнію). Негативна дія хлору в тому, що він знижує вміст хлорофілу в листках, інтенсивність фотосинтезу, погіршується водний режим і транспірація. За промивання цього елементу по профілю ґрунту можливе забруднення ґрунтових вод хлором.

Для зменшення негативного впливу азотних, фосфорних і калійних добрив на грунт і навколишнє природне середовище їх внесення має бути збалансованим та екологічно безпечним.

.

# ВИСНОВКИ

Проведені впродовж двох років дослідження з вивчення формування врожайності та якості коренеплодів буряку цукрового за різних умов мінерального живлення чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу дають підстави зробити наступні висновки:

1. Внесення мінеральних під буряк цукровий покращувало поживний режим чорнозему опідзоленого. За рахунок цього підвищувався вміст нітратного і амонійного азоту відповідно на 1,5–2,9 та 1,3–3,9 мг/кг, а також рухомих сполук фосфору і калію в ґрунті відповідно – на 58–94 та 43–64 мг/кг.

2. Поліпшення поживного режиму чорнозему опідзоленого за різних умов мінерального живлення збільшувало масу 100 рослин буряку цукрового у фазу першої пари справжніх листків на 8,0–13,7 г .

3. За різних умов мінерального живлення буряку цукрового площа листкового апарату збільшувалася з 2494 до 5375 та з 2342 до 5098 і з 2517 до 5411 та з 2384 до 5126 см2/рослину , а маса коренеплоду з 191 до 326 та з 203 до 342 і 316 до 518 і з 327 до 535 г, відповідно у фази змикання та розмикання листків у міжряддях.

4. Найбільш високу врожайність коренеплодів 56,7 т/га забезпечувало внесення під буряк цукровий мінеральних добрив у дозі $N_{180}P_{180}K_{180}$ та проведення дворазового позакореневого підживлення борними мікродобривами в дозі 1,5 л/га.

5. Мінеральні добрива знижували цукристість коренеплодів на 0,3 – 0,8% із збільшенням доз їх внесення з $N_{90}P_{90}K_{90}$ до $N_{180}P_{180}K_{180}$, а позакореневі підживлення бором підвищення – на 0,5–0,7 %.

6. Найбільш високий розрахунковий збір цукру 9,25 т/га забезпечувало внесення під буряк цукрових мінеральних добрив у дозі $N_{180}P_{180}K_{180}$ та дворазове позакореневе підживлення бором у дозі 1,5 л/га.

7. За розрахунками економічної ефективності система удобрення буряку цукрового на чорноземі опідзоленому повинна складатися з внесення під основний обробіток ґрунту мінеральних добрив у дозі $N_{135}P_{135}K_{135}$ та дворазового позакореневого підживлення борними мікродобривами, за якої умовно-чистий прибуток складає 40446 грн/га , з рівнем рентабельності 54 %.

# РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для одержання високоякісної бурякоцукрової продукції на чорноземі опідзоленому в Правобережному Лісостепу, рекомендуємо вносити під основний обробіток ґрунту під буряк цукровий мінеральні добрива в дозі $N_{135}P_{135}K_{135}$ та проводити дворазове позакореневе підживлення борними мікродобривами у дозі 1,5 л/га.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Роїк М. В. Вирощування цукрових буряків. Агроном. 2022. № 1. С. 172.

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

5. Заришняк А.С., Руцька С.І., Колібабчук Т.В. Добрива, врожайність та винос елементів живлення. *Цукрові буряки* 2002, 1, с. 6-7.

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

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

8. Цвей Я. П., Карачка В. П., Петрова.О. Т., Галашевський В. Л., Одрехівський А. Ф., Дубовий Ю. П., Климчик С. М. Формування поживного режиму чорнозему від добрив у посівах цукрових буряків. *Вісник аграрної науки*. 2008. №6. С. 23–26. 9. 2.

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

10. 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.

10. 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.

11. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 560 с.

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

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

14. 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.

15. 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.

16. Трусковецький Р. С., Цапко Ю. Л. Основи управління родючістю грунтів /за наук. ред. Р. С. Трусковецького. Харків: ФОП «Бровкін О. В.», 2016. 388 с.

17. Квасніцька Л.С., Єрмолаєв М.М. Баланс азоту в коротко ротаційних сівозмінах з бобовими культурами. *Вісник аграрної науки* 2011, 9, с. 11-14.

18. 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.

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

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

21. Мороз О. В., Горобець А. М., Мостьовна Н. А. та ін. Значення сівозмін і добрив у інтенсивній технології цукрових буряків. Цукрові буряки.2006. № 4. С. 12–13.

22. 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.

23. 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.

24. Носко Б. С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків: ФОП «Бровкін О. В.», 2017. 476 с.

25. Кучер Л. І. Зміна калійного режиму чорноземних ґрунтів залежно від їх обробітку та удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 1. С. 10–13.

26. Заришняк А. С., Іваніна В. В., Колібабчук Т. В. Калійний режим чорнозему опідзоленого за тривалого удобрення зерно-бурякової сівозміни. *Вісник аграрної науки.* 2013. № 6. С. 10–14.

27. Господаренко Г. М., Нікітіна О. В., Прокопчук І. В. Зміни у структурі калійного фонду чорнозему опідзоленого за тривалого застосування добрив. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. Вип. 94. 2019. С. 43–49.

28. Цвей Я.П., Іваніна В.В., Цебро Ю.М. [та ін.]. Баланс елементів живлення у зерно-буряковій сівозміні залежно від системи удобрення. *Вісник аграрної науки* 2012, 1, с. 33-37.

29. 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.

30. Заришняк А.С., Савчук К.І. Норми і способи внесення мінеральних добрив під цукрові буряки. *Цукрові буряки* 2005, 5, с. 8-9.

31. Мартинюк А. Т., Господаренко Г. М., Новак Ю. В. Динаміка врожайності буряку цукрового в ланках польової сівозміни за тривалого застосування добрив. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. Вип. 95. 2019. С. 128–138.

32. Заришняк А.С. Оптимізація доз і способів внесення мінеральних добрив під цукрові буряки в сучасних умовах. *Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва*. К.: «Аграрна наука»,

1999, с. 58-61.

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. Габерланд Р. Бор для цукрових буряків: маленька кількість – велика дія. Agroexpert: практичний посібник аграрія. 2012, № 6. С. 20-22.

35. Заришняк А.С., Жердецький І.М., Дернова Г.В. Залежність технологічної якості коренеплодів цукрових буряків від застосування мікродобрив. *Вісник аграрної науки* 2010, 2, с. 17-19.

36. Заришняк А.С., Жердецький І.М. Позакореневе внесення мікроелементів у формі комплексонатів металів на культурі цукрових буряків. *Цукрові буряки* 2007, 3, с. 18-20.

37. Стрілець О. П. Продуктивність цукрових буряків залежно від форм внесення мікродобрив. *Цукрові буряки.* 2013. № 4. С. 7–8.

38. Жердецький І. М. Позакореневе внесення макро-і мікродобрив та поглинання основних елементів живлення кореневою системою рослин цукрових буряків. Цукрові буряки. 2010. № 2. С. 18–19.

39. Карпук Л.М. Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на показники фотосинтетичної продуктивності цукрових буряків. *Агробіологія* 2014, 1, с. 41-44.

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

41. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні в 2022 році. Київ, 2020. С. 267.

42. Веремєєнко С. І., Шевчук М. Й. Грунтознавство: навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2015. 300 с.

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

44. Новак А. В., Новак В. Г. Агрометеорологічні умови 2019–2020 сільськогосподарського року за даними метеостанції Умань. Вісник

Уманського національного університету садівництва. Умань. 2021. №1. С.27–29.

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

46. 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.

47. 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.

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

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

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

51. Дегодюк Е. Г., Никифоренко Л. І., Гамалей В. І. Регулювання фосфатного режиму ґрунтів. *Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва*. Київ: Урожай, 1992. С. 100-113.

52. Нікітіна О. В. Уміст і запаси рухомих сполук калію у грунті після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (23–24 травня 2019 р., Умань). Умань. 2019. С. 60–62.

53. 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.

54. Вишневська Л. В. Залежність технологічних показників якості коренеплодів цукрових буряків від удобрення і погодних умов. Вісник аграрної науки Причорномор’я. 2003. С. 279–286.

55. 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.

56. 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.

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

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

59. Добрива та їх використання: навчальний посібник /І. У Марчук, В. М. Макаренко, В. Є. Розстальний та ін. Київ: Арістей, 2013. 258 с.

60. 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

**Додаток Б**

ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід урожайність буряку цукрового 2022 рік
Одиниця вимірювання даних, т/га
Варіантів 4, Повторень 3
Вихідні дані

| Варіант | Середнє | Повторення | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 37.50 | 38.30 | 36.50 | 37.70 |
| 2 | 48.90 | 48.10 | 49.70 | 49.10 |
| 3 | 54.10 | 55.20 | 53.90 | 53.20 |
| 4 | 58.40 | 57.80 | 58.20 | 59.20 |

Середнє по досліду – 49,73

Таблиця дисперсій

| Дисперсія | Сума квадратів | Ступені свободи | Середній квадрат | F |
|---|---|---|---|---|
| Загальне | 427.60 | 11 | | |
| Повторень | 2.48 | 2 | | |
| Варіантів | 412.76 | 3 | 85.12 | 124,24 |
| Залишку | 3.82 | 6 | 0.72 | |

Помилка середнє = 0.43 Помилка різниці середніх = 0.69
НІР = 2.78 або 4.16 %
Сила впливу фактора = 0.94
Точність досліду = 3.52% Варіація даних = 12.48%

**Додаток Б**

ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід урожайність буряку цукрового 2022 рік
Одиниця вимірювання даних, т/га
Варіантів 4, Повторень 3
Вихідні дані

| Варіант | Середнє | Повторення | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 37.70 | 38.20 | 37.10 | 37.80 |
| 2 | 49.50 | 48.90 | 49.40 | 50.20 |
| 3 | 54.80 | 55.10 | 54.90 | 54.40 |
| 4 | 58.90 | 58.40 | 59.60 | 58.70 |

Середнє по досліду – 50,22

Таблиця дисперсій

| Дисперсія | Сума квадратів | Ступені свободи | Середній квадрат | F |
|---|---|---|---|---|
| Загальне | 658.60 | 11 | | |
| Повторень | 4.56 | 2 | | |
| Варіантів | 904.56 | 3 | 96.34 | 60,58 |
| Залишку | 14.32 | 6 | 0.78 | |

Помилка середнє = 0.81 Помилка різниці середніх = 0.94
НІР = 2.85 або 5.02 %
Сила впливу фактора = 0.98
Точність досліду = 3.06% Варіація даних = 13.96%

**Додаток Б**

ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід урожайність буряку цукрового 2023 рік
Одиниця вимірювання даних, т/га
Варіантів 4, Повторень 3
Вихідні дані

| Варіант | Середнє | Повторення | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 33.90 | 34.10 | 34.70 | 32.90 |
| 2 | 43.70 | 44.30 | 42.80 | 44.00 |
| 3 | 49.40 | 49.70 | 48.10 | 50.40 |
| 4 | 53.90 | 54.10 | 52.90 | 54.50 |

Середнє по досліду – 45,22

Таблиця дисперсій

| Дисперсія | Сума квадратів | Ступені свободи | Середній квадрат | F |
|---|---|---|---|---|
| Загальне | 438.40 | 11 | | |
| Повторень | 2.68 | 2 | | |
| Варіантів | 402.96 | 3 | 83.16 | 114,28 |
| Залишку | 4.02 | 6 | 0.68 | |

Помилка середнє = 0.48 Помилка різниці середніх = 0.72
НІР = 2.63 або 4.06 %
Сила впливу фактора = 0.92
Точність досліду = 3.82% Варіація даних = 10.98%

**Додаток Б**

ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід урожайність буряку цукрового 2023 рік
Одиниця вимірювання даних, т/га
Варіантів 4, Повторень 3
Вихідні дані

| Варіант | Середнє | Повторення | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 34.60 | 35.20 | 34.70 | 33.90 |
| 2 | 44.50 | 44.80 | 43.40 | 45.30 |
| 3 | 50.20 | 50.90 | 49.20 | 50.50 |
| 4 | 54.70 | 55.30 | 54.60 | 54.20 |

Середнє по досліду – 46,01

Таблиця дисперсій

| Дисперсія | Сума квадратів | Ступені свободи | Середній квадрат | F |
|---|---|---|---|---|
| Загальне | 646.60 | 11 | | |
| Повторень | 4.68 | 2 | | |
| Варіантів | 894.46 | 3 | 88.28 | 62,38 |
| Залишку | 8.42 | 6 | 0.74 | |

Помилка середнє = 0.71 Помилка різниці середніх = 0.84
НІР = 2.71 або 4.92 %
Сила впливу фактора = 0.93
Точність досліду = 3.46% Варіація даних = 13.76%