

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

НУБІП України

05.10 – КМР. 1642/“С” 2021.07.10.05-ПЗ

**РУДЯ АНТОНА ДМИТРОВИЧА**

**2021 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ)

Агробіологічний

# НУБІП України

УДК  
**ПОГОДЖЕНО**  
Декан факультету (Директор ННІ)

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри

(назва факультету (ННІ))

(назва кафедри)

# НУБІП України

(підпис) (ПШБ)  
“ ” 20 р.

(підпис) (ПШБ)  
“ ” 20 р.

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Управління продуктивністю картоплі за неоднорідного вмісту  
мінерального азоту».

# НУБІП України

Спеціальність

201 Агрономія

(код і назва)

Освітня програма

Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

(назва)

# НУБІП України

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

д. с-г н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Бикін А.В.

(підпис)

(ПШБ)

# НУБІП України

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д. с-г н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Виконав

Бикін А.В.

(підпис)

(ПШБ)

Рудь А.Д.

(підпис)

(ПШБ студента)

# НУБІП України

КИЇВ-2021.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ФНН) \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

НУБІП України

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПБ)

“ ” 20 року

## ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

НУБІП України

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність \_\_\_\_\_

(код і назва)

Освітня програма \_\_\_\_\_

НУБІП України

(назва)

Орієнтація освітньої програми \_\_\_\_\_

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

затверджена наказом ректора НУБіП України від “ ” 20 р. № \_\_\_\_\_

НУБІП України

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

НУБІП України

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Перелік графічного матеріалу (за потреби) \_\_\_\_\_

Дата видачі завдання “ ” 20 р.

НУБІП України

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис) (прізвище та ініціали студента)

## РЕФЕРАТ.

Магістерська робота виконана на 62 сторінках друкованого тексту і включає 13 таблиць, 11 рисунків. Її структура включає в собі вступ, чотири основні розділи і висновки. Список використаної літератури представлений 42 джерелами (включно із посиланням на інтернет ресурси).

Тема випускної кваліфікаційної магістерської роботи: «Управління продуктивністю картоплі за неоднорідного вмісту в ґрунті мінерального азоту».

Об'єкт дослідження – ділянки за неоднорідним вмістом мінерального азоту та їх вплив на кількісні і якісні показники врожайності картоплі.

Предмет дослідження – структура врожаю та економічна ефективність вирощування картоплі залежно від рівня забезпечення мінеральним азотом.

Мета роботи – дослідити вплив ділянок із різним забезпеченням мінеральним азотом у темно-сірому опідзоленому ґрунті на продуктивність картоплі та знайти шляхи оптимізації азотного живлення.

Методи досліджень – лабораторні, статистичні та польові.

Ключові слова: мінеральний азот, неоднорідні ділянки, стан рослин, картопля, темно-сірий опідзолений ґрунт, азотні добрива, економічна ефективність.

# НУБІП України

Вступ..... 6

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ..... 7

1.1 Біологічні особливості, та онтогенез картоплі за несприятливих умов..... 7

1.2 Трансформація азоту в ґрунті..... 14

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 26

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень..... 26

2.2 Технологічні умови проведення досліджень..... 29

2.3 Методика проведення досліджень..... 30

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА..... 33

3.1 Динаміка вмісту нітратного азоту, у темно-сірому опідзоленому ґрунті неоднорідних ділянок поля..... 34

3.2 Динаміка вмісту амонійного азоту, у темно-сірому опідзоленому ґрунті неоднорідних ділянок поля..... 37

3.3 Вплив неоднорідних умов росту і розвитку рослин картоплі на їх морфологічні показники..... 39

3.4 Вміст загального азоту в листках рослин картоплі в різних за їх станом ділянках поля..... 46

3.5 Вміст сухої речовини в листках рослин картоплі залежно від неоднорідності ділянок поля..... 52

3.6 Чиста продуктивність фотосинтезу рослин різних поля..... 55

3.7 Врожайність та структуру врожаю картоплі залежно від зон поля..... 56

3.8 Вплив ділянок за різним ступенем забезпечення мінерального азоту показники якості бульб картоплі залежно від зон поля..... 58

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ НА ДІЛЯНКАХ ІЗ РІЗНИМ СТАНОМ РОСЛИН..... 62

ВИСНОВОК..... 65

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... 66

# НУБІП України

Вступ.

На сьогоднішній день аграрна галузь є приватною, але і є водночас досить ризикованим бізнесом. Метою виробництва продукції рослинництва є

отримання максимального прибутку при одночасному збереженні родючості ґрунтів і навколишнього середовища в максимально природному стані. Як показує практика за традиційної системи землеробства навіть за точного і обґрунтованого розрахунку норм агрохімічних матеріалів може відбуватись їх перевитрата. Це негативно впливає на економічну та екологічну складові. Крім того, щороку ресурси постійно дорожчають і виникає потреба оптимізації та економії технологічних матеріалів, але досягти цього можна лише за допомогою інноваційних технологій.

За останні роки стрімко набирає оберти технологія точного землеробства, яка дозволяє детально планувати і розраховувати всі технологічні складові вирощування с/г культур. Концепція такої технології базується на тому, що в рамках кожного поля існують неоднорідності ґрунтових та природно-кліматичних умов, які впливають на ріст і розвиток рослин. Основним завданням точного землеробства є максимальне використання потенціалу ґрунту з кожної ділянки поля, оптимізація витрат при внесенні добрив, висіві насіння, догляду за рослинами для отримання максимального прибутку.

Відомо що, врожай є результатом впливу комплексу природних і антропогенних дій і факторів, тому не завжди можуть скластися умови, які забезпечать прибуток розрахований елементами точного землеробства. Через це потрібно проводити дослідження з метою оптимізації та підвищення потенціалу картопляного поля [5,29].

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.

## 1.1 Біологічні особливості, та онтогенез картоплі за несприятливих умов.

Картопля – багаторічна трав'яниста рослина родини пасльонових, яка налічує близько 90 родів та 2800 видів. *S. Tuberosum* поділяється на два підвиди, які лише трохи відрізняються один від одного: «*Andigena*», динлоїд, адаптований до умов короткого світлового дня і вирощується в основному у Андах, «*Tuberosum*», тетраплоїд, зараз культивується по всьому світі, вважається що він походить з невеликої партії (*andigena*) яка була завезена у Європу, і адаптувалася до більш тривалого світлового дня. На Україні основні площі займає в Поліссі та Лісостепу [17].

В культурі обробляється як однорічна, тому що весь її життєвий цикл, починаючи із проростання і закінчуючи формуванням бульб, проходить протягом одного вегетаційного періоду. Зазвичай картоплю розмножують вегетативним шляхом – бульбами, але її також можна розмножувати паростками і живцями. У селекційній практиці часто використовують розмноження за допомогою насіння.

Рослини картоплі які виростили із бульби, формують кущ з 2-5 або більше стебел. Їх число в кущі залежить від сорту і величини посадкової бульби. Стебла картоплі трав'янисті, зелені, частіше чотиригранні. Листки у картоплі переривчасто-непарноперисторозсічений на частки, часточки і долечки. Квітка п'ятерного типу, забарвлення може бути різним (це є сортовою ознакою), квіти самозапильні, але буває і перехресне запилення комахами. Під картоплі – ягода, в якій формуються дрібні насінини, маса 1000 шт. в середньому складає 0.5 г. Коренева система картоплі, що виростила з бульби, – мичкувата, а з насіння – стрижнева. Коріння проникає в ґрунт неглибоко: 60% коренів знаходиться у шарі до 20 см, 33% на глибині 30 – 40 см і тільки 5-7% розташовується у шарі >50 см. В бік корені поширюються на 50-60 см. У середньо- та пізньостиглих сортів вона проникає глибше порівняно з ранньостиглими. За такого

розташування картопля висуває підвищені вимоги до елементів живлення. У перший період онтогенезу коренева система картоплі погано засвоює важкорозчинні поживні речовини з ґрунту. Це зумовлює підвищену реакцію картоплі на внесення добрив. Культура використовує значно більше поживних речовин, ніж зернові культури та льон, але менше, ніж цукрові буряки та кормові коренеплоди. Картопля належить до рослин помірного клімату. Бульби картоплі починають проростати за  $+3-5^{\circ}\text{C}$ , однак агрометеорологічним показником початку росту картоплі вважають температуру  $+7^{\circ}\text{C}$ . Проте оптимальною для проростання бульб є  $+18-20^{\circ}\text{C}$ . Картопля – світлолюб, але в умовах більш короткого світлового дня рослина прискорює свій розвиток, скорочує період вегетації і тривалість формування та росту бульб, також затінення може затримувати бульбоутворення. Доступ світла до рослин залежить від способу, густоти посадки картоплі і напрямку рядків (краще - з півночі на південь). Має підвищені вимоги до вологості, рихлості та родючості. Транспіраційний коефіцієнт коливається від 180 – 650. Для забезпечення високих врожаїв необхідно близько 300 мм опадів. Потреба у волозі змінюється в залежності від фази росту і розвитку. Картопля краще росте на пухких, добре аерованих удобрених супіщаних і суглинкових вологих, слабокислих (рН 5,6-6,5) чорноземних, темно-сірих лісових ґрунтах [9,13,24]

Весь розвиток рослин картоплі можна поділити на п'ять періодів:

Перший період – від проростання бульб до появи сходів. При настанні біологічного мінімуму температур в бульбі підвищується інтенсивність дихання і відбувається перетворення крохмалю у цукор, який по судинним пучкам пересувається у вічка, які згодом проростають. Вічка верхньої частини бульб більш життєздатні і вони проростають раніше нижніх. Відбувається так зване “апикальне проростання”.

Другий період – від появи сходів до початку формування генеративних органів. У цей період йде активне формування стебел, листя та кореневої системи.



Третій період – від появи бутонів до цвітіння рослин. Період формування стolonів. Досягнувши певного розміру останнє міжвузля стolonу потовщується і утворює молоду бульбу. У цей період триває інтенсивне наростання бадилля, рослини потребують найбільшої кількості вологи і елементів живлення [33].

Четвертий період охоплює цвітіння і продовжується до припинення приросту бадилля, практично до початку її в'янення. У цей період відбувається найбільш інтенсивний приріст бульб і формується до 65-75% кінцевого врожаю.

П'ятий період – від припинення приросту надземної маси і початку її відмирання до фізіологічного дозрівання бульб. Приріст бульб ще триває, але не так інтенсивно як в четвертий період. З в'янучого бадилля значна частина поживних речовин переходить до бульб. Завершується накопиченням у бульбах сухих речовин, бульби досягають фізіологічної стиглості і переходять у стан спокою [33,25].

Високі врожаї картоплі можна отримати при оптимальному забезпеченні основними факторами життя: світлом, теплом, повітрям, водою та поживними речовинами. Але під час вирощування не всі фактори можуть знаходитись у оптимумі, що є частою причиною виникнення стресу. За стресових умов фізіологічні процеси змінюються. Порушується баланс між синтезом і використанням. Синтезуючі процеси гальмуються, білки та інші органічні речовини утворюються мало або не синтезуються взагалі. Сильно підвищуються дихання (при стресі рослина отримує певну команду про небезпечні умови росту і розвитку, тоді всі ресурси будуть задіяні для утворення потомства за таких умов отримати високий врожай неможливо) [23].

Засуха є основним абіотичним стресом, який може сильно порушити продуктивність рослин і вплинути на врожайність, головним чином через пригнічення фотосинтезу. Викликане посухою закриття продихів, призначене для зменшення втрати вологи при транспірації і збереження водного балансу

рослин, обмежує дифузію  $\text{CO}_2$  в листі, що безпосередньо впливає на цикл Кальвіна. Це може привести до накопичення АТФ і НАДФН, оскільки швидкість їх генерації фотосинтетичним ланцюгом переносу електронів не збігається з їх використанням в циклі Кальвіна, тому існує енергетичний дисбаланс на рівні мітохондрій, що веде до окислювального стресу і пошкодження компонентів клітини. Через неглибоке розміщення кореневої системи в ґрунті картопля вважається найбільш чутливим до посухи видом сільськогосподарських культур. Ріст і розвиток рослин картоплі і врожай бульб багато в чому залежить від кількості опадів, навіть короткий період нестачі води може викликати істотну втрату врожаю бульб і погіршення їх якості. Однак ступінь втрати врожаю бульб, викликані посухою, багато в чому залежить від тривалості, інтенсивності та стадії онтогенезу рослин (Evers et al., 2010). Якщо посуха відбувається на ранній стадії росту, вона істотно пригнічує зародження бульб, їх набухання, що призводить до зниження врожайності. Засуха під час ініціації бульб, призводить до зниження кількості стolonів на стебло, це в подальшому позначиться на зниженні кількості бульб. Посуха на стадії бульбоутворення спричиняє меншу кількість бульб у рослині та негативно впливає на їх розмір. Стрес посухи пригнічує експресію генів, які кодують білки, що зв'язують хлорофіл а-в, ключові регуляторні фотосинтетичні ферменти і ферменти біосинтезу сахарози, але підсилюють експресію ферментів, що її руйнують. Це впливає на якість переробки бульб чіпсових та сортів на фрі (позначається на вмісті редукованих цукрів), також викликає дефекти бульб, такі як розтріскування, ураження серцевини та вторинний ріст [24,28].

Дія високої температури (тепловий стрес) на рослини картоплі залежить від сорту, стадії онтогенезу і тривалості стресу. Оптимальні температурні вимоги для росту і розвитку надземної частини складають  $20-25^\circ\text{C}$ , для бульб  $15-20^\circ\text{C}$  (Van Dam et al., 1996). Було висловлено припущення що оптимальна температура для фотосинтезу і накопичення біомаси в картоплі становить

близько 20 °C, а збільшення на кожні 5 °C вище оптимальної може знизити швидкість фотосинтезу на 25% (Burton, 1981; Timlin et al., 2006). За високої температури рослини пошкоджуються так зvanим «окислювальним стресом», який виникає через синтез активних форм кисню (АФК), таких як перекис водню ( $H_2O_2$ ) і оксид-іон ( $O_2^-$ ). Ці сполуки АФК ушкоджують мембрани рослин, білки, РНК і ДНК. Також при температурному стресі знижується врожайність і якість бульб, через пригнічення синтезу пластичних речовин у листках і переміщення їх у столони. Польові дослідження показали що чим раніше виникає високотемпературний стрес, тим більше негативно він впливає на ріст рослин і врожайність бульб. Встановлено, що температура вище 25 °C затримує бульбоутворення за рахунок зміни розподілу асимілянтів і порушення транслокації сахарози до бульби. Асимільований вуглець накопичується в листках-джерелах або направляється в інші листки (на це може вказувати підвищений вміст сухої речовини в листі Hancock et al., 2014), накопичення вуглецю у вихідних листах має безпечні наслідки, включаючи обмеження фотосинтезу по зворотньому зв'язку. Тепловий стрес стимулює перетворення крохмалю в редууючі цукри що впливає на якість переробки бульб (почорніння при переробці на чіпси або фри), окрім цього, викликає розтріскування бульби, некроз м'якоті. Вплив високих температур, пов'язаних зі зміною клімату, на врожайність картоплі є важливим напрямком досліджень, механізм, за допомогою якого рослини картоплі спочатку відчувають зміни навколишньої температури і як вони відреагують на цю зміну в фізіологічному, біохімічному і молекулярному рівнях, до сих пір повністю не вивчено [34].

Рослини картоплі є досить чутливими до сольового стресу (засолення). Ґрунти з високим вмістом солі шкідливі для росту і розвитку рослин та бульб.

Однак ступінь впливу засолення на рослину картоплі залежить від сорту і рівня та вмісту солі. Засолення прискорює початок старіння, пожовтіння і усихання листя, знижує вагу бульб, також може негативно впливати на ріст пагонів та істотно знижувати площу листя відносно вмісту води, провідність продихів і

швидкість транспірації. Стрес який визваний засоленням в багатьох аспектах є аналогічним стресу від засухи. Накопичення іонів  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  або  $\text{SO}_4^{2-}$  в цитоплазмі викликає іонну токсичність, але зберігатись вони повинні у вакуолі.

Ці іони, коли вони присутні в цитоплазмі в більш високих концентраціях, то перешкоджають ферментативним реакцій, синтезу білка і проникності плазматичної мембрани. Пошкодження рослин, викликані впливом солі, також

можуть бути пов'язані з дисбалансом поживних речовин і окислювальним стресом (Queirós et al., 2009a). Сольовий стрес також значно уповільнює швидкість фотосинтезу (Odemis, Caliskan, 2014; Akhtar et al., 2015). На

ультраструктурному рівні засолення індукує вакуолі клітин і призводить до набухання тилакоїдів, а також зменшує укладку гран (Fidalgo et al., 2004; Queirós et al., 2009a). Солоність істотно збільшує вміст  $\text{Na}^+$  і  $\text{Cl}^-$  в калусі,

збільшує перекисне окислення ліпідів і знижує швидкість росту калуса (Queirós et al., 2007, 2011). Рослини картоплі, вирощені в засолених умовах, можуть

демонструють більш високий вміст натрію в листках, стеблах і бульбах, засолення може затримувати проростання і пригнічувати ріст бульб і негативно позначитись на вміст сухої речовини, ступінь впливу зростає з підвищенням

рівня солі (Ghosh et al., 2001). Передбачається, що засолення збільшує вміст водорозчинних вуглеводів, крохмалю та загальних неструктурних вуглеводів в листках. Зменшення вмісту сухої речовини в бульбах, але підвищений вміст

вуглеводів в листках може вказувати на те, що сольовий стрес уповільнює переміщення пластичних речовин у бульбу. Вважається також, що засолення

збільшує вміст азоту в бульбах, але знижує активність азотредуктази листя [16,20].

Рослина це самодостатній організм, вона має певні шляхи адаптації до стресових умов. Починаючи від фізіологічних та біохімічних реакцій до зміни експресії генів і метаболічної активності.

Важлива роль у формуванні стійкості до стресів відводиться азоту. За оптимальних умов N сприяє зростанню кількості гормонів, інтенсифікації

синтетичних процесів та активності листового апарату. При розмірі листка якщо він  $< 1/3$  то утворені пластичні речовини будуть використовуватись на внутрішні потреби. При розмірі листку  $> 1/3$  пластичні речовини частково

забираються на його потреби, а друга частина переходить в інші фізіологічні процеси, регулюють цей процес фітогормони. За оптимальних умов цей процес

проходить повільно, але за стресових швидко, і це призводить до швидкої загибелі клітини. Процеси за яких нерівномірно розподіляються пластичні

речовини при стресових умовах, в подальшому позначаються на кількості і якості врожаю. Рослина картоплі використовує азот у вигляді нітратної ( $\text{NO}_3^-$ ),

амонійної ( $\text{NH}_4^+$ ) та амідної ( $\text{NH}_2$ ) форм. Відомо, що при нейтральній реакції амонійний азот засвоюється рослинами краще, а при кислому - гірше, ніж нітратний. Рослина поглинає  $\text{NH}_4^+$  кореневою системою та інвестує досить

велику кількість енергії (сахарози) для включення цієї форми у білковий обмін,

але ця форма включається у метаболізм лише у коренях бо вище кореневої

шиїки є ймовірність утворення аміаку. Нітратна форма рухається із коренів до листків і вже там включається у білковий обмін, для цього потрібна менша

кількість пластичних речовин порівняно із амонійною. Обидві ці форми азоту

конкурують за поглинання,  $\text{NH}_4^+$  з катіонами, а  $\text{NO}_3^-$  з аніонами (в такій

конкуренції нітрати мають перевагу, бо можуть поглинатися в синергізмі з  $\text{K}^+$ ,

$\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ). Амідна форма не потребує для свого перетворення енергії вуглеводів і тому є найбільш привабливою для рослин. У стресовий період

співвідношення між формами азоту є важливим. Відомо що за стресових умов

утворюється велика кількість етилену та амонію, які повинні нейтралізуватись

бо білки які утворилися можуть розпадатися, для ліквідації рослина використовує двовалентні катіони [21,15].

При незбалансованому азотному живленні, розганяються ростові

процеси, утворюється велика кількість фітогормонів (ауксинів, цитокінінів),

нітратів та органічних кислот (як продукту життєдіяльності), для стабілізації

стану рослина використовує катіони кальцію, калію, магнію, цинку. Для

нейтралізації органічних кислот рослина вибере в першу чергу кальцій.  $\text{Ca}^{2+}$  також має важливе значення у обмінні рослини та позитивно впливає на тепловий стрес. Як вже зазначалось за високої температури рослини пригнічуються окислювальним стресом, кальцій знижує синтез певних активних форм кисню, що призводить до зниження негативного впливу стресу. За дефіциту  $\text{Ca}^{2+}$  підвищується кількість гормонів старіння (етилену), точки росту і стеблоні відмирають, сповільнюється або припиняється формування бульб [1].

Азот є наймобільнішим із макроелементів, в ґрунті підлягає певним процесам трансформації.

### 1.2 Трансформація азоту в ґрунті.

У сільському господарстві та багатьох екосистемах азот зустрічається у багатьох формах, що охоплюють діапазон валентних станів від -3 ( $\text{NH}_4^+$ ) до +5 ( $\text{NO}_3^-$ ). Зміна одного валентного стану в інший залежить насамперед від умов навколишнього середовища і переважно опосередковується біологічно. Азот легко розподіляється за допомогою гідрологічних та атмосферних процесів. Перетворення та потоки з однієї форми в іншу складають основу циклу N у ґрунті [27].

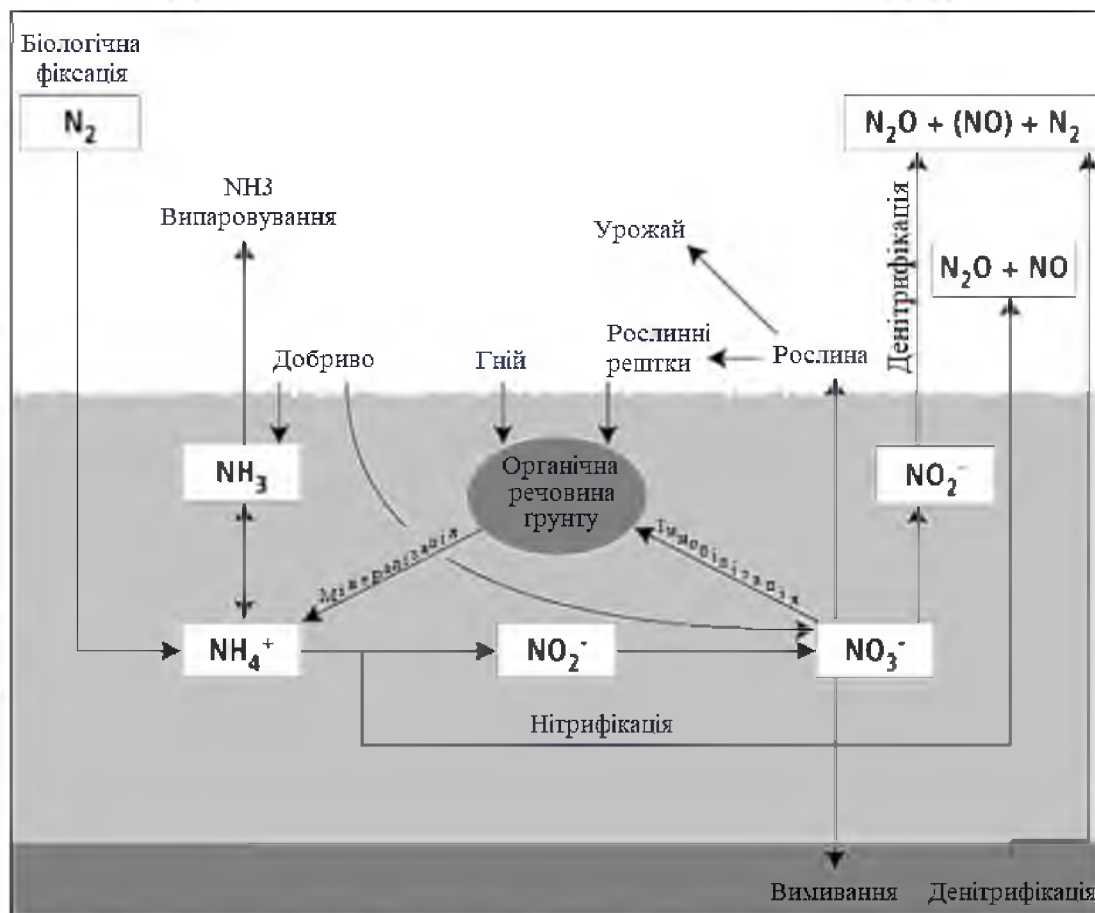


Рис. 1.2.1 Спрощений N-цикл

Блискавка може перетворювати атмосферний газ  $N_2$  (валентність 0) у різні оксиди N, і у нітрат ( $NO_3^-$ , валентність +5), який після осадження може бути поглинутий рослинами. Газ  $N_2$  також може бути перетворений в амоній ( $NH_4^+$  валентність -3) шляхом біологічної фіксації, цей процес є важливим за блискавку. Коли рослинні рештки розкладаються, органічні азотні сполуки зазнають серію мікробних перетворень, що призводить спочатку до утворення  $NH_4^+$  (амоніфікація) і як правило закінчуються процесом нітрифікації ( $NO_3^-$ ). У анаеробних умовах нітратна форма може бути перетворена у різні N-оксиди, та в газ  $N_2$  (денітрифікація), що повертається в атмосферу і таким чином закриває цикл N. Коли застосовують мінеральні або органічні азотні добрива, то вони зазнають ті ж процеси перетворення, і можуть вплинути на швидкість інших перетворень азоту.

Основними формами азоту в ґрунті є  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$  та органічні N-сполуки. Неорганічний азот в ґрунті становить лише невелику частину від

загального N. Більшість азоту що присутня в поверхневому шарі ґрунту присутня в органічній формі, що складається з білків (20-40%), аміноцукрів, таких як гексозамін (5-10%), похідні пурину і піримідину (близько 1%) та складних невпізнаних сполук що утворені реакцією  $\text{NH}_4^+$  із лігніном, полімеризацією хінонів з азотними сполуками, конденсацією цукрів та амінів. Ці різні фракції азоту є сприятливими до різних процесів трансформації [30].

В товщі ґрунту азот безупинно переходить з органічних в неорганічні форми і навпаки. Цей кругообіг опосередковується флорою та фауною, тому фактори, що впливають на біологічну активність ґрунту, позначаються на трансформації азоту. Як вже згадувалось, велика частина азоту міститься в органічній речовині ґрунту. Органічний N складається з континууму органічних речовин, стабілізованих проти подальшого розкладання із різного ступеня, шляхом фізичного виділення від мікробної біомаси ґрунту, або прямого зв'язку з неорганічними іонами та глинистими поверхнями [27].

Мікроорганізми повільно мінералізують органічні речовини до  $\text{NH}_4^+$ , який в подальшому буде перетворюватись іншими м/о у  $\text{NO}_3^-$ . В середньому мінералізація органічної речовини може виділяти від 0,5 до 1 кг N на день, в залежності від типу ґрунту, надходження рослинних решток і різних факторів навколишнього середовища. Це приблизно від двох до більш ніж трьох відсотків органічного азоту в рік що мінералізується. З іншого боку, мікроорганізми можуть використовувати амоній та нітрати для задоволення своєї потреби в азоті. Цей тип трансформації N називається іммобілізацією мікробів [27,26].

Іммобілізація мінерального азоту може відбуватися (часто швидко) шляхом включення свіжого органічного матеріалу, в залежності від коефіцієнта гуміфікації або ефективного вмісту органічної речовини і відношення вуглецю до азоту (співвідношення C:N) у органічній речовині яка вноситься. При використанні органічного матеріалу із низьким вмістом N,



мікроорганізми потребують додаткового азоту (тобто компенсаційної дози), якщо цього не зробити то це в подальшому призведе до зниження доступності азоту для рослин. Таким чином, при використанні органічних решток з високим співвідношенням C:N (наприклад солома злаків) призводить до іммобілізації. При застосуванні органіки з низьким співвідношенням C:N (наприклад, залишки бобових) сприяє мінералізації. Співвідношення C:N від 25 до 30 часто сприймають як критичний діапазон між іммобілізацією та мінералізацією.

В ґрунті також відбувається нітрифікація, яка складається з двох етапів (рис. 1.2). На першому етапі амоній ( $\text{NH}_4^+$ ) перетворюється в нітрит ( $\text{NO}_2^-$ , валентність +3) в певних умовах групою автотрофних бактерій, роду *Nitrosomonas*. Інша група автотрофних бактерій роду *Nitrobacter*, здійснює другу стадію, де  $\text{NO}_2^-$  перетворюється на  $\text{NO}_3^-$ . Також деякі гетеротрофи можуть здійснювати нітрифікацію, але зазвичай із значно нижчими темпами, ніж це досягається автотрофними бактеріями.

Під час нітрифікації утворюється незначна кількість закису азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ , валентність +1) і оксиду азоту ( $\text{NO}$ , валентність +2). Обидві сполуки мають екологічний вплив на навколишнє середовище.

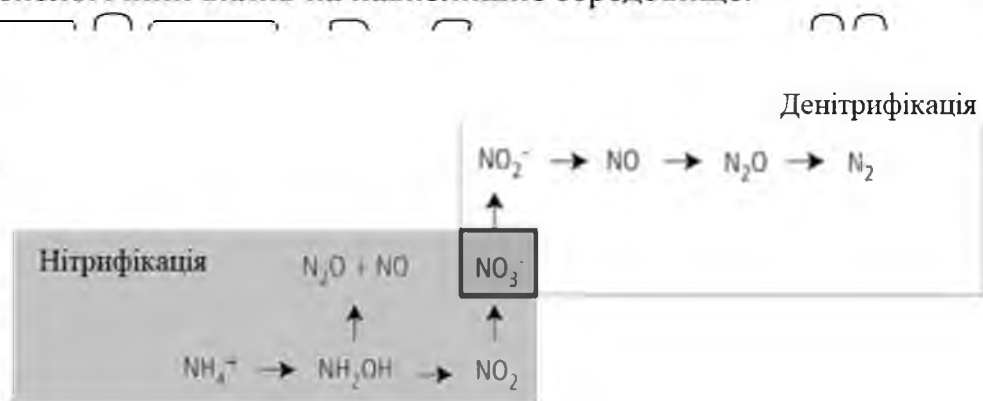


Рис. 1.2.2 Зв'язок нітрифікації з денітрифікацією в ґрунті.

Нітрифікація це аеробний процес, який вимагає кисню ( $\text{O}_2$ ). Оскільки ґрунтова вода зменшує дифузію повітря в ґрунті, вологість ґрунту має великий вплив на швидкість нітрифікації. При водному потенціалі 0 кПа (насичення) в ґрунті мало повітря, і нітрифікація припиняється через

нестачу кисню. Нітрифікація відбувається найшвидше при польовій пропускній спроможності ( від -33 кПа на важких, до -10 кПа на легких та піщаних ґрунтах). В сухих ґрунтах накопичується амоній ( $\text{NH}_4^+$ ) та іноді нітрит ( $\text{NO}_2^-$ ) імовірно тому, що вид бактерій «Nitrobacter» більш чутливий до водного стресу, ніж інші мікроорганізми [35, 31].

У кислих умовах нітрифікація йде повільно, зі збільшенням рН. У лужних умовах накопичується нітрит ( $\text{NO}_2^-$ ), оскільки відомо, що «Nitrobacter» інгібується аміаком, який утворюється в лужних умовах. Це означає, що  $\text{NO}_2^-$  може накопичуватись в сухих і лужних умовах, але зазвичай це не є широко поширеним явищем.

Нітрифікація – це процес, який підкислює ґрунт, оскільки при взаємодії звільнюються протони ( $\text{H}^+$ ):



Є кліматичний (температурний) вибір видів нітрифікаторів, види з прохолодних регіонів мають більш низький температурний оптимум і меншу термостійкість, ніж види з більш теплих регіонів. Також популяція і активність нітрифікаторів, можуть бути зменшені за рахунок використання інгібіторів нітрифікації, таких як дициандіамід (DCD), нітрапирин, етридіазол (терразол) і 3,4-диметилпіразол фосфат (DMPP). В основному ці речовини використовуються в для уповільнення нітрифікації у добривах. Їх практичність викликає суперечки, і вони широко не використовуються.

Результати польових досліджень показують що, реакція врожаю при застосуванні інгібітора нітрифікації частіше виникає восени, порівняно із весіннім внесенням азоту, в ґрунтах з крупним гранскладом та високим потенціалом вимивання і у вологих або затоплених ґрунтах з високим потенціалом денітрифікації (Peterson and Freye, 1989). Також деякі інгібітори нітрифікації мають пестицидні властивості що добре позначається на викиди парникових газів [26]

На відміну від процесу нітрифікації, денітрифікація є анаеробним процесом. Це гетеротрофний процес, який потребує органічного субстрату. Існує два види денітрифікації: біологічна та хемоденітрифікація. Біологічна денітрифікація відноситься до біохімічного відновлення  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  до газоподібних сполук. Під час денітрифікації  $\text{NO}_3^-$  та  $\text{NO}_2^-$  відновлюються мікроорганізмами до оксидів N ( $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) та молекулярного N ( $\text{N}_2$ ). Ці газоподібні продукти недоступні для поглинання рослинами:



На ступінь біологічної денітрифікації впливають такі параметри: кисень ( $\text{O}_2$ ), рівень вологості, вміст  $\text{NO}_3^-$ , подача вуглецю (C), температура, рН, текстура ґрунту тощо. Особливо важлива кількість і якість внесеного вуглецю (залишки рослинних решток, гній та відходи), а також його розподіл у ґрунті. Крім того, погодні умови відіграють не останню роль (засуха/зволоження, заморозки/відтаювання) та агротехнічні прийоми (фізичні порушення, ущільнення ґрунту, дренаж, зрошення) можуть впливати на кількість наявних мікроорганізмів.

Поровий простір що заповнений водою (Water-filled pore space, WFPS) – це параметр ґрунту що вказує який процес в ґрунті є домінантним нітрифікація чи денітрифікація. Відсоток залишкової води в ґрунті є корисним показником відносного потенціалу аеробної мікробної активності в ґрунті. Це проілюстровано на рис 1.3 який наведений нижче (Linn and Doran, 1984) [28,36].



Рис. 1.2.3 Взаємозв'язок між заповненням водою і поровим простором та відносною кількістю мікробної нітрифікації, денітрифікації та дихання [36]. Наявність кисню (O<sub>2</sub>) є основним фактором, що обмежує мікробну активність вище 60 % пор заповнених водою (WFPS), причому аеробні процеси (нітрифікація) найшвидше знижуються зі збільшенням води на користь анаеробних процесів (денітрифікація). Також слід зазначити що N<sub>2</sub>O виділяється в неоптимальних умовах як для нітрифікації, так і для денітрифікації.

Хемоденітрифікація відноситься до тієї ж схеми відновлення і кінцевим продуктам, але не здійснюється мікроорганізмами. Це небіологічне виробництво важливо у кислих умовах. Як правило, хемоденітрифікація відбувається глибоко в ґрунті. Первинні мінерали, що утворюються при відновлюваних умовах, наприклад морський алювій виділяє компоненти такі як Fe<sup>2+</sup>, під час вивітрювання. Окислені хімічні речовини такі як S<sub>2</sub> і NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, проникаючи в зону де відбувається процес, потім будуть хімічно відновлені (за окисно-відновної реакції). Можливість

хімічного відновлення  $\text{NO}_3^-$  (хемоденітрифікація) у відновленому підґрунті була запропонована ще в 1970-х роках Ліндоном і Педерсоном.

Однак в польових умовах хімічне відновлення  $\text{NO}_3^-$  займає тижні або навіть місяці, щоб протікати повністю. Хемоденітрифікація може мати

важливе значення для зменшення забруднення  $\text{NO}_3^-$  в глибокому ґрунтовому шарі. Мікробні перетворення  $\text{NH}_4^+$  і  $\text{NO}_3^-$  (Bouwman, 1998)

зокрема нітрифікація-денітрифікація (Lipschultz et al., 1981, Wrage et al., 2001) та відновлення  $\text{NO}_3^-$ , також і хемоденітрифікація (Van Cleemput,

1998) і грибові трансформації (Shoun et al., 1992 Laughlin an Stevens, 2002)

вважаються основними процесами, що виробляють  $\text{N}_2\text{O}$  в наземних екосистемах. Таким чином,  $\text{N}_2\text{O}$ , що вивільнюється з поверхні ґрунту в

результаті дифузії, виникає в результаті ряду різних процесів [22, 37].

Нітрати та  $\text{NO}_2^-$  беруть участь в денітрифікації та нітрифікації (рис.2).

Завдяки дифузії і масовому переносу вони можуть легко переміщуватися з аеробних зон і навпаки. Співіснування окислених і відновлених зон або шарів проілюстровано для затоплених і високогірних умов на рисунку 4.

Обидві ці зони можуть зустрічатися у великих обсягах в ґрунті, але в мікромасштабі вони можуть перебувати поруч один з одним. Нітрит

накопичується в місцях з високим рН і може легко переміщуватись в місця із низьким рН, де він піддається ряду реакцій. Розпад (при кислому рН

нижче 5,5), реакція з органічними сполуками (наприклад амінами) чи ряду металів, з яких найбільш важливим є двовалентне залізо, що призводить до

утворення  $\text{N}_2$  і ряду газоподібних оксидів азоту ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), це

призводить до зменшення кількості азоту доступного для рослин.

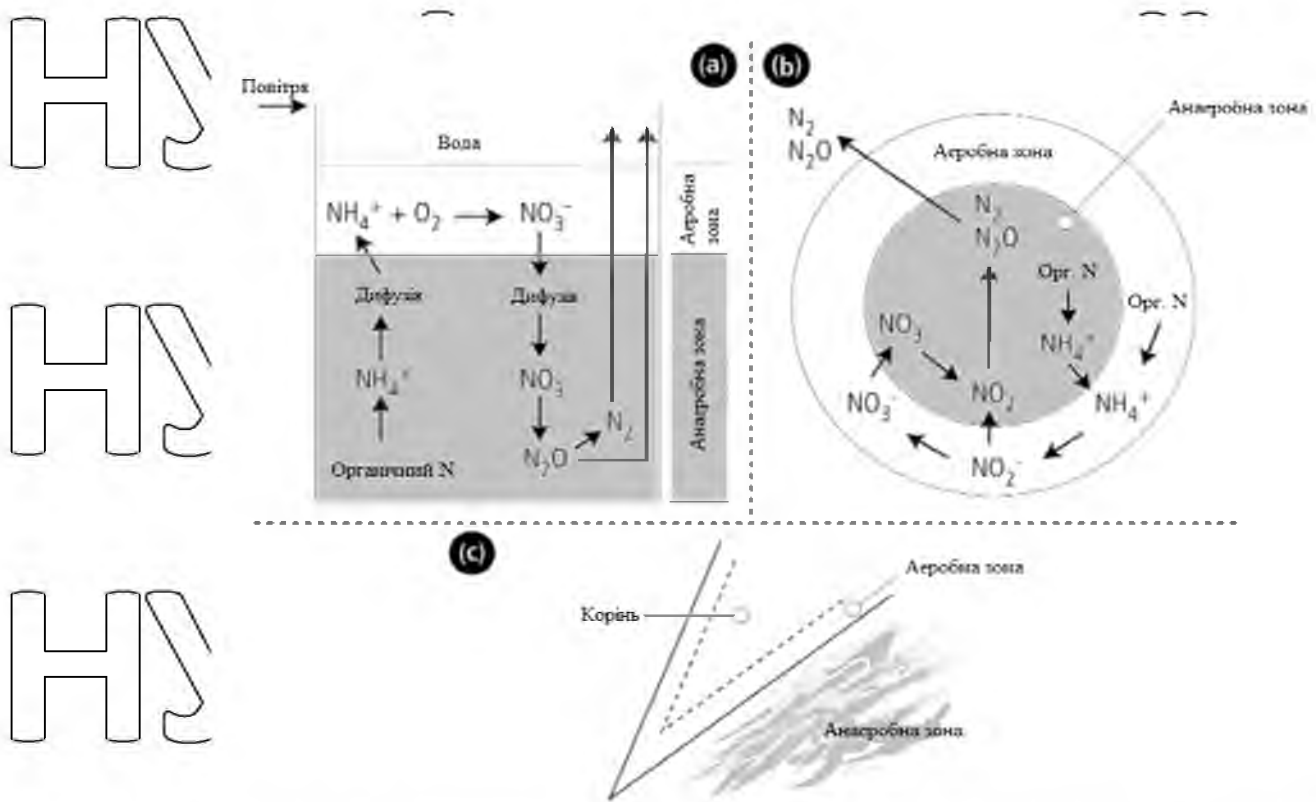


Рис. 1.2.4 Ілюстрація спільного існування окислених та відновлених шарів у зонах затоплення (а), у ґрунтових агрегатах (б) та навколо коренів водних макрофітів (с).

Амоній ( $\text{NH}_4^+$ ) у ґрунті утворюється або шляхом мінералізації ґрунту органічним N і внесеним неорганічним азотом чи після підкислу сировини.  $\text{NH}_4^+$  може пройти кілька процесів, таких як адсорбція на колоїдах ґрунту, фіксація глинистими мінералами, нітрифікація, фіксація мікроорганізмами або випаровування. Амоній у ґрунті знаходиться в рівновазі з атмосферним аміаком ( $\text{NH}_3$ ) через різні рівноваги, що проілюстровано на рисунку 1.5 [30].

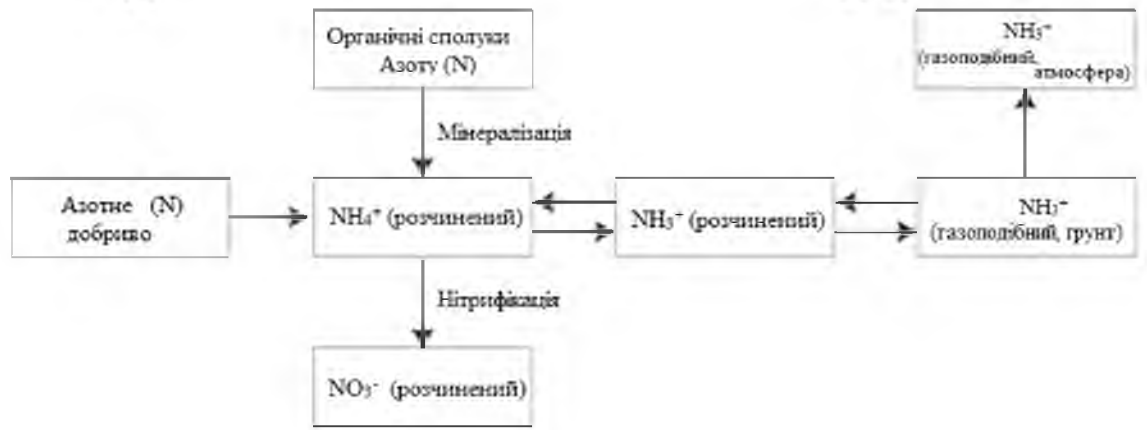


Рис 1.2.5 Схематичний вигляд процесів та рівноваги  $\text{NH}_4^+$  щодо випаровування  $\text{NH}_3$ .

Вивільнення  $\text{NH}_3$  можна описати трьома етапами:

- $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  рівновага;
- Рівновага рідина/газ;
- Масовий перенос у атмосферу;

Перший і другий етапи включають фізико-хімічну рівновагу.

Важливим параметром при цьому є константа рівноваги, або константа кислотності ( $pK_a$ , що є негативним логарифмом константи рівноваги для першої реакції). Це значення, дорівнює 9,4 при  $20^\circ\text{C}$  у водному розчині. Це

означає, що  $\text{NH}_3$  складає всього 0,04 % від загальної кількості ( $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ),

при  $\text{pH}$  6, за  $\text{pH}$  7 цей показник становить 0,4%, при  $\text{pH}$  8 – 4%, а при  $\text{pH}$  9 –

40%, все це проілюстровано на рисунку 6.

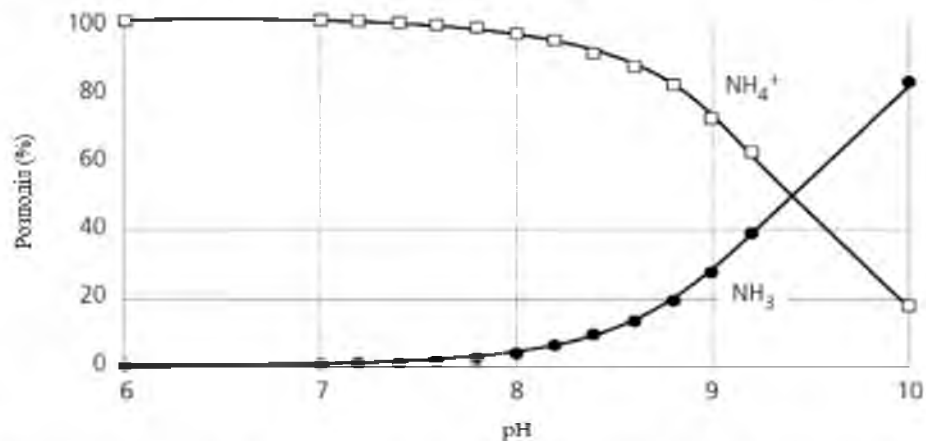
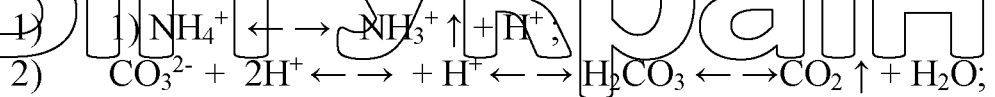


Рис. 1.2.6 Вплив  $\text{pH}$  на рівновагу між  $\text{NH}_4^+$  та  $\text{NH}_3$ .



Вивільнення  $\text{NH}_3$  може бути посилено зміщенням рівноваги  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  на користь форми аміаку (реакція 1). Карбонат ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) і бікарбонат ( $\text{HCO}_3^-$ ) можуть поглинати протони ( $\text{H}^+$ ), які виділяються при утворенні  $\text{NH}_3$  (реакція 2), і таким чином, зрушувати рівновагу реакції 1 вправо. Карбонат і бікарбонат частково нейтралізують кислотність, створювану аміаком, що призводить до викиду діоксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ).



Нітратна форма азоту, що вноситься та  $\text{NO}_3^-$  який утворюється в результаті нітрифікації з неорганічного  $\text{NH}_4^+$  і амонію із ґрунтової органічної речовини, може вимиватися з зони вкорінення. Можливо, що цей вимитий  $\text{NO}_3^-$  може бути денітрифікованим в інших місцях і повернутися в атмосферу. Кількість та інтенсивність опадів, кількість і частота поливів, інтенсивність випаровування, температура, текстурна і структура ґрунту, тип землекористування, методи обробітку ґрунту, а також кількість і форма азотних добрив - все це параметри, що впливають на кількість переміщення  $\text{NO}_3^-$  в ґрунтовій та поверхневій воді [32, 25].

У горбистих регіонах великі кількості азоту можуть переноситися поверхневими стоками і ерозією. Можна виділити дві важливі фракції що підлягають втратам: розчинений азот і N у вигляді частинок (тобто адсорбований на частинках ґрунту). Як правило, в стічних водах знаходяться лише невеликі кількості розчиненого азоту в порівнянні з іншими шляхами його втрат. Через високу розчинність найбільша кількість  $\text{NO}_3^-$ -N буде в підземних стоках і ґрунтових водах, в той час як верхній шар (0-5 см) буде збагачений розчинним N. Однак велика кількість твердих частинок азоту може переноситися ерозією орних земель. Оскільки N, особливо органічний і  $\text{NH}_4^+$ , в основному адсорбується на частинках розміром з глину, еродований осад часто збагачується азотом через ерозію більш дрібних частинок за її низької інтенсивності.



Ці втрати, разом з вимиванням N, є однією з причин евтрофікації поверхневих вод. Підвищене надходження поживних речовин для рослин призводить до надмірного росту і розвитку первинної біомаси водоростей і

бур'янів. N та P відповідальні за зростання водоростей, в той час як присутність кремнію (Si) визначає їх склад (Laegreid et al., 1999). Залежно

від співвідношення N / P / Si важливе значення набувають різні організми, деякі з яких можуть виробляти токсини. Змив азотного добрива сильно залежить від методу внесення азотного добрива і часу змиву. Ці втрати N

можна в значній мірі знизити за рахунок використання трав'яних фільтрів

(Daniels and Gilliam, 1996). Розчинений азот можна видалити з цих прибережних буферних смужок шляхом денітрифікації, в той час як азот у вигляді частинок відкладається на цих смугах [30, 38].

Всі ці процеси трансформації азоту в ґрунті як правило, проходять не в однакових умовах. Тому на окремих ділянках поля доступність азоту для рослин змінюється, що в подальшому обумовлює формування неоднорідних ділянок, де рослини можуть відрізнятися за габітусом та етапією онтогенезу.

Але слід відмітити, що на стадію росту і розвитку можуть також впливати й інші фактори (як окремо так і в синергізмі): вологість, ущільнення, залишкова дія пестицидів і т.д.

Неоднорідні ділянки по різному впливають на онтогенез рослин та урожайність, тому було прийнято рішення що до проведення дослідів по впливу неоднорідності ділянок і шляхів їх оптимізації за вирощування картоплі.

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.

### 2.1 Ґрунтово – кліматичні умови проведення досліджень.

Полеві дослідження по вивченню неоднорідних ділянок за вмістом мінерального азоту на продуктивність картоплі проводились на території ТОВ «Біотех ЛТД». Територіально господарство розміщене у зоні Лівобережного Лісостепу (с. Городище, Бориспільського району, Київської області.)

Клімат території на якій розміщене господарство є помірно-континентальним з достатнім, але нестабільним зволоженням, хоча в деякі роки фіксувалося збільшення температури. Сума активних температур на цій території за рік складає від 2480 °С до 2890 °С. Середня багаторічна температура найбільш теплого місяця (липня) +18,4-19,9 °С, найбільш холодного (січня) від -6 °С до -8 °С. Але в окремі роки температура значно відхиляється від зазначених величин, що в подальшому може вплинути на строки сівби. Абсолютний температурний максимум +38 °С (липень-серпень), а мінімум -34 °С спостерігаються відповідно у січні-лютому. Безморозний період в середньому продовжується 150-165 днів. Вегетаційний період становить 160-190 днів. Опадів випадає в середньому 500-600 мм за один рік, а за вегетаційний період близько 290-320 мм.

2021 рік мав холодну весну, яка вплинула на строки весняної посівної компанії. Середня температура повітря склала 15 °С, ґрунту – 13 °С. Максимальна температура повітря відмічалась на позначці 37 °С (24.06), ґрунту – 32 °С (15.07). Середня вологість ґрунту склала 21%, мінімальна – 7% (24.08). Максимальна евапотранспірація – 1 мм (22.06).



Рис. 2.1.1 Погодні умови в рік проведення досліджень, 2021 р.

Рельєф на території господарства є слабо хвилястим, місцями рівнинним, без ярів та балок. Грунтові води залягають на глибині 5-7 м та майже не впливають на вміст вологи у поверхневих шарах. Джерелом зволоження поверхневих шарів ґрунту в основному є атмосферні опади.

В зоні Лісостепу основними ґрунтоутворюючими породами є піси та лесовидні суглинки. На території господарства переважають лесовидні суглинки, характерними особливостями яких є висока пористість та карбонатність. Хімічні та фізичні властивості цієї породи добре позначаються на формуванні ґрунтів. Так кальцій лесовидних суглинків виступає як фіксатор гумусу і сприяє формуванню агрономічно цінної структури.

Найпоширенішими ґрунтами зони Лісостепу є чорноземи типові та опідзолені і сірі-лісові. Ці ґрунти є досить родючі тому вони інтенсивно використовуються у сільському господарстві [7].

Територія дослідної ділянки вкрита темно-сірим опідзоленим ґрунтом. Сформувався він переважно в умовах зріджених освітлених лісів з добре

розвиненим трав'янистим покривом. Вона характеризується наступними генетичними горизонтами:

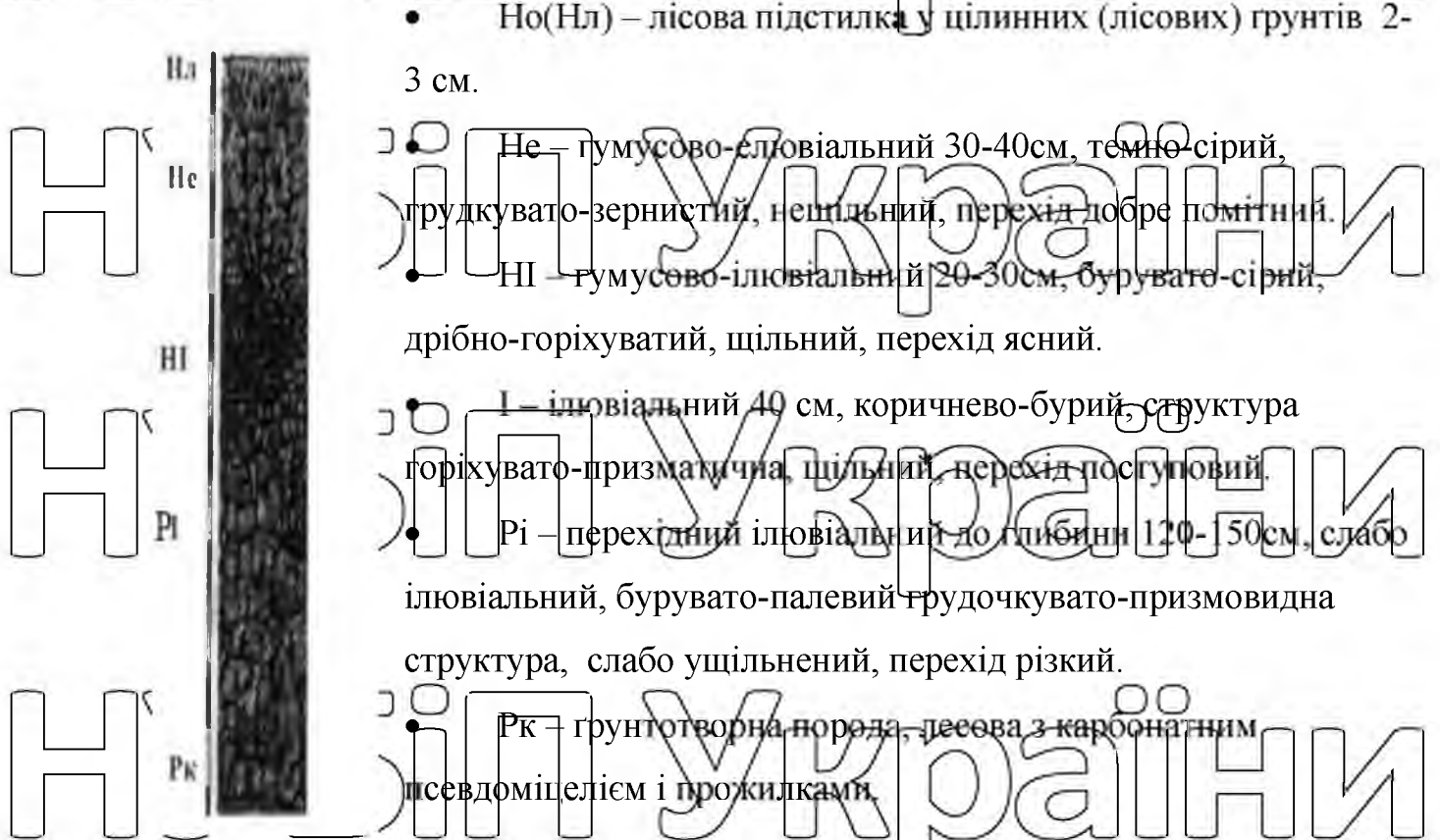


Рис. 2.1.2 Будова профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту.

Темно-сірий опідзолений ґрунт характеризувався достатнім рівнем агрохімічних показників (табл. 2.1).

Табл. 2.1 Агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту, 2021р.

Показник	Глибина відбору зразку, см	
	0-25	25-50
pH <sub>KCl</sub>	5,73	5,20
Гідролітична кислотність	3,40	2,50
Вміст гумусу, %	3,33	2,57
Ступінь насичення ґрунту основами, %	83,9	84,2

Вміст: Легкогідролізованого азоту, в грунті (мг/кг)	35,7	21,1
Рухомих сполуки фосфору ( $P_2O_5$ ), мг/кг	187	142
Рухомих сполуки калію ( $K_2O$ ), мг/кг	127	85,4

Таким чином, темно-сірий опідзолений ґрунт має добрі агрохімічні властивості і досить високу родючість. Проте формування висєких врожайв потрібна раціональна система застосування добрив і правильний розподіл норм і доз добрив залежно від зон неоднорідності.

## 2.2 Технологічні умови проведення досліджень.

В умовах досліду застосовувався безпліцевий обробіток ґрунту:

Восени проводили щільвання агрегатом Delta 5 на глибину 38-40 см.

Весною провели закриття вологи на глибину 5-7 см дискатором Vanderstad, через деякий час культивування з одночасним внесенням добрив на глибину 15-17 см.

Досліджувалась картопля сорту «Доната» (німецька селекція «Europlant Pflanzenzucht GmbH») ранньої групи стиглості, сорт картоплі столового призначення з подовжено-овальними бульбами. Період дозрівання (вегетації) становить 65-70 днів. Перша копка можлива на 45-й день після появи сходів. Вміст крохмалю досягає 16.4-18.9%. Споживчі якості: хороший і відмінний смак, кулінарний тип CD, використовується для запікання і приготування пюре, підходить для виробництва картоплі фрі. Стійкість до захворювань: сорт стійкий до зморшкуватої мозаїки, скручування листя, збудника раку картоплі та золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди.

Одночасно із посадкою насіннєвий матеріал оброблявся Селес Топ (1л/т) та ріст-стимулюючим препаратом БульбоСтим (4л/га).



Садіння картоплі проводили широкорядним способом. Відстань між рядками складала 75 см, між бульбами 20-22 см. Норма посадки становила 50 тне/га, середньої фракції (45-55 мм). Садити за температури 14-18 °С на глибину 13 см за допомогою агрегату: трактор «Case MXM 190 Pro» та картопшесаджалка «Grimme 34 KL».

До сходів провели окучення з одночасним внесенням ґрунтового гербициду Зенкор Ліквід (0,6л/га), за допомогою гребенєутворювача «Grimme GF 75-4» та трактора «Steyr 6190 CVT» із аплікатором для ЗЗР.

Потім провели першу гербицидну обробку препаратами Зенкор Ліквід (0,2л/га) і Таро (0,05 кг/га) з прилипачем ІАР Тренд (0,2 л/га) проти однорічних та багаторічних злакових бур'янів. Другу обробку проводили проти колорадського жука препаратом Кораген (0,06 л/га) та профілактики захворювань таких як фітофтора та альтернарія препаратом Мандат (1,6 кг/га) у поєднанні із підживленням сульфатом магнію (6 кг/га) та БіоКартом (2 л/га). Третя обробка була проти альтернарії препаратом Штефстробін (0,6 л/га) у поєднанні із підживленням  $MgSO_4$  (7 кг/га) та БіоКартом (2 л/га). Четверта обробка була препаратами Натіво (0,3 л/га), Мандат (1,6 кг/га) проти альтернарії та фітофтори із підживленням сульфатом магнію (7 кг/га). П'ята обробка здійснювалась препаратами Ридоміл (2,5 кг/га) Кораген (0,06 л/га) та  $MgSO_4$  (7 кг/га). Всі обробки рослин засобами захисту проводились за допомогою самохідного обприскувача «Теспота».

### 2.3 Методика проведення досліджень

Метою досліджу було встановити вплив неоднорідних ділянок за різним вмістом мінерального азоту на продуктивність картоплі при вирощуванні на темно-сірому опідзоленому ґрунті та знайти шляхи оптимізації азотного живлення. Дослідження проводилось на території ТОВ «Біотех ДТД».

Польовий дослід розміщувався ділянці поля №2 площа якої складала 28 га. За допомогою БПЛА (Phantom 4 Pro) були виділені 3 неоднорідні ділянки із

різним станом рослин (тобто не оптимальним, середнім та оптимальним). Розмір дослідної ділянки з внесенням азотних добрив склав 0,30 га.

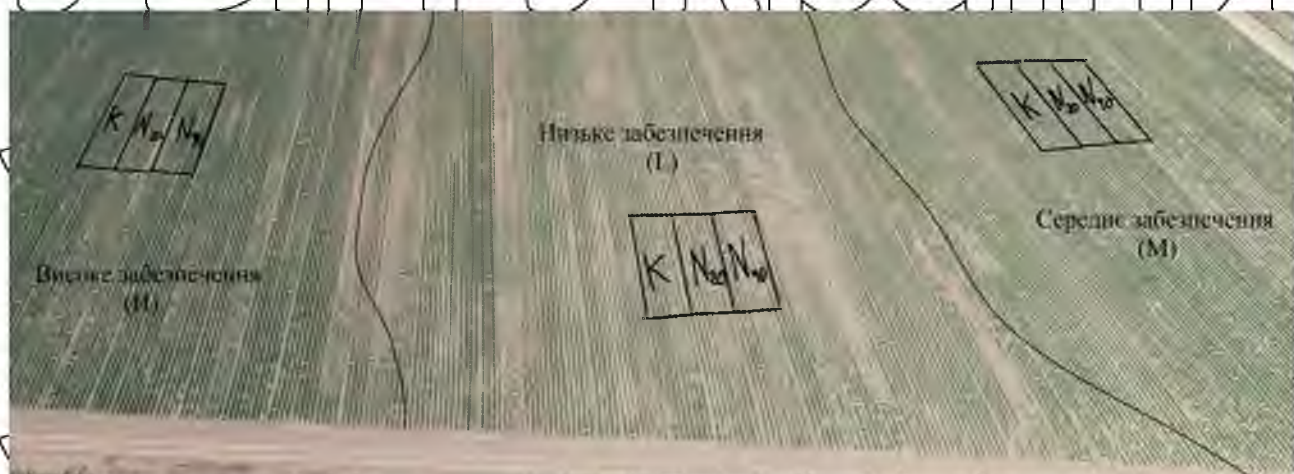


Рис. 2.3.1 Розміщення зон із різним станом рослин картоплі (поле №2), 2021р.

У варіантах (окрім контролю) була застосована схема підживлення азотним добривом, у дозі  $N_{20}$  та  $N_{40}$ . Підживлення проводили нітратом кальцію на початку цвітіння (ВВСН 60 – 61) та масового цвітіння (ВВСН 66 – 67).



Рис. 2.3.2 Схема дослідження по вивченню ефективності підживлення азотом у різних за станом рослин картоплі зонах, 2021р.

Відбиралися зразки ґрунту та рослин у такі фази онтогенезу: кінець бутонізації-початок цвітіння (ВВСН 58 – 61), масове цвітіння (ВВСН 66 – 67), зелена ягода (ВВСН 71 – 72) і технічна стиглість (ВВСН 97 – 98).

Біометричні виміри рослин проводились у період кінця бутонізації – початок цвітіння (ВВСН 58-61), у фазу масового цвітіння (ВВСН 66-67), зріла ягода (ВВСН 71-72). Крім того визначали чисту продуктивність фотосинтезу та індекс вегетації NDVI.

У відібраних зразках ґрунту проводились такі визначення:

- вмісту нітратного азоту іонселективним методом (ДСТУ 4729:2007);

- вмісту легкогідролізованого азоту фотоколориметричним методом

за допомогою реактиву Неслера (ДСТУ 4729:2007).

В зразках рослин визначали:

- вміст загального азоту фотоколориметричним методом за допомогою реактиву Неслера після мокрого озолення.
- вміст нітратного азоту іонселективним методом.

Статистичні обчислення здійснювались за допомогою програми «Excel».

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



# НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.

Неоднорідність вмісту мінерального азоту може бути обумовлена певною групою факторів. Як вже було зазначено вище, форми мінерального та органічного азоту (N) зазнають низки змін протягом усього N-циклу. Азот легко трансформується серед різних відновлених та окислених форм і легко розподіляється за допомогою гідрологічних та атмосферних процесів. На кількість доступного N для рослин позитивно впливають азотні добрива,

мінералізація ґрунтової органічної речовини, біологічна фіксація N та опади.

Негативний вплив є результатом іммобілізації, поглинання та вивітрювання з урожаєм, денітрифікації (і певною мірою нітрифікації), вивітрювання, вимивання, стікання та ерозії. На ці процеси впливають такі змінні показники

середовища: рН ґрунту, текстура верхнього шару ґрунту, профіль ґрунту, аерація ґрунту, вологість та температура, а також діяльність людини, така як тил, кількість, розміщення та терміни застосування N добрив, наявний вуглець, поведінка з рослинними залишками, обробіток ґрунту, ущільнення ґрунту, дренаж, зрошення, зміна системи обробітку ґрунту. Вивчення та знання цих

складових може покращити рекомендації щодо внесення азотних добрив та підвищити їх ефективність в подальшому.

Серед контрольованих факторів, що негативно впливають на ефективність N добрив, основними є незбалансоване внесення добрив

(скорочення на 20–50%), невідповідний сорт сільськогосподарських культур (20–40%) та несвочасний посів (20–40%). Однак основним некерованим фактором є погода, яка впливає як на ґрунт, так і на азотні добрива та їх

трансформації, а отже, на наявність та доступність для поглинання рослинами нутрієнтів. Погода не піддається контролю, її можна тільки передбачити.

Неадекватні погодні умови вважаються серйозним обмеженням до використання азотних добрив та сталого виробництва продукції рослинництва [4,31].

# НУБІП України



Рис. 3.01 Джерела зниження ефективності використання добрив.

Усі ці фактори є специфічними для конкретного регіону та дуже змінюються з плином часу. Більш того, між ними існує чимало складних взаємодій для будь-якої конкретної ситуації, що ускладнює відповідні рекомендації щодо застосування азотних добрив [11].

## 3.1 Динаміка вмісту нітратного азоту, у темно-сірому опідзоленому ґрунті неоднорідних ділянок поля.

Рослини картоплі поглинають азот у вигляді нітрат іону ( $\text{NO}_3^-$ ) та іону амонію ( $\text{NH}_4^+$ ). Невелика кількість азоту надходить до рослин у вигляді сечовини та деяких інших сполук. В умовах вологого, теплого і добре аерованого ґрунту домінуючим буде нітрат-іон. Картопля переважно поглинає азот у вигляді нітрату. Нітратний азот є найважливішим джерелом неорганічного азоту. Потреби картоплі в азоті змінюються під час росту і розвитку рослини. Картопля починає поглинати азот приблизно через місяць після посадки та припиняє приблизно через 2,5–3 місяці після появи сходів. У кращому випадку рослини можуть поглинати від 2 до 6 кг азоту на гектар на день залежно від сорту, погоди та фази розвитку. Швидкість поглинання варіюється залежно від сорту картоплі, і те, як швидко картопля починає поглинати азот, також може змінюватись. Картопля зазвичай залишає більше азоту на полі, ніж, наприклад, злаки та буряк цукровий [14]. В умовах нашого

дослідую вміст нітратного азоту коливається за фазами росту і розвитку та від дози підживлення (табл. 3.1).

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

Таблиця 3.1

Динаміка вмісту нітратного азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті (мг/кг) за вирощування картоплі сорту Доната, 2021 р. (шар 0-25 см)

Стан рослин (зона поля)	Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослини (за шкалою BBCH)			
		кінець бутонізації - початок цвітіння (BBCH 58-61)	масове цвітіння (BBCH 66-67),	«зелена ягода» (BBCH 71-72),	технічна стиглість (BBCH 94-96)
Неоптимальний	без добрив (Контроль)	8,90	6,70	5,30	6,10
	N <sub>20</sub>	8,70	7,70	13,1	12,7
	N <sub>40</sub>	8,90	13,1	25,1	22,2
Середній	без добрив (Контроль)	10,0	11,7	12,8	10,8
	N <sub>20</sub>	11,2	9,50	14,1	15,4
	N <sub>40</sub>	8,30	16,9	19,9	20,3
Оптимальний	без добрив (Контроль)	21,8	20,4	15,1	14,8
	N <sub>20</sub>	14,4	21,8	16,4	18,
	N <sub>40</sub>	19,9	22,3	23,4	20,1

Нами встановлено, що вміст у ґрунті нітратного азоту відрізнявся залежно від зони неоднорідності і дози N. Більший вміст  $N=NO_3^-$  був характерний для варіантів з  $N_{40}$  незалежно від неоднорідності. Це пов'язано із більшою дозою внесення добрива. Найменша кількість нітратного азоту була у фазу зеленої ягоди (ВВСН 71-72) у зон із неоптимальним станом рослин, яка становила 5,30 мг/кг. Це можна пояснити тим, що на пізніх етапах онтогенезу рослини картоплі припиняють інтенсивне поглинання азоту. Також на збільшення вмісту нітратного азоту могла вплинути нітрифікація, бо під час росту і розвитку культури були сприятливі умови для цього процесу.

### 3.2 Динаміка вмісту амонійного азоту, у темно-сірому опідзоленому ґрунті неоднорідних ділянок поля

В ґрунті амонійний азот утримується ґрунтовими колоїдами.  $NH_4^+$  приєднується до частинок глини і є менш доступним, ніж нітрат. Також амоній вважається більш привабливою формою в анаеробних умовах. Переважаюче поглинання рослинами нітратного азоту пов'язане з тим, що в ґрунті нітрати знаходяться у ґрунтовому розчині, легко пересуваються із потоком води та можуть бути легко абсорбовані корінням. Для поглинання амонію рослинам необхідно мати контакт кореневого волоску з ґрунтовим поглинаючим комплексом, що утримує  $NH_4^+$  в обмінному стані.

Різні культури вимагають для оптимального росту і розвитку певного співвідношення між амонійною та нітратною формою азоту. Відомо, що культурні рослини, які віддають перевагу кислим ґрунтам, краще засвоюють амонійний азот, тоді як ті, що вподобають ґрунти із вищим показником рН – нітратний. Польові дослідження показали, що поєднання нітратного та 8-20% амонійного азоту є оптимальним співвідношенням для картоплі [18, 26].

В умовах нашого дослідження вміст в ґрунті амонійного азоту залежав від дози азотних добрив та фази росту і розвитку рослин (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Динаміка вмісту амонійного азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті (мг/кг) за вирощування картоплі сорту Доната, 2021 р. (шар 0-25 см).

Стан рослин (зона поля)	Варіант дослідження	Фаза росту і розвитку рослин (за шкалою ВВСН)			
		кінець бутонізації - початок цвітіння (ВВСН 58-61)	масове цвітіння (ВВСН 66-67)	«зелена ягода» (ВВСН 71-72)	технічна стиглість (ВВСН 94-96)
Неоптимальний	без добрив (Контроль)	28,8	3,90	4,40	5,20
	N <sub>20</sub>	17,4	5,60	17,8	4,80
	N <sub>40</sub>	13,5	3,60	15,4	6,60
Середній	без добрив (Контроль)	10,4	3,80	4,60	4,00
	N <sub>20</sub>	16,7	3,50	4,30	3,90
	N <sub>40</sub>	6,30	3,70	4,20	10,2
Оптимальний	без добрив (Контроль)	16,4	5,20	4,50	4,90
	N <sub>20</sub>	17,0	3,10	5,70	7,10
	N <sub>40</sub>	8,30	4,10	5,60	5,50

За результатами досліджень можна відмітити що найінтенсивніше культура споживала азот у фазу цвітіння. Це обумовлюється її біологічними особливостями, саме в цей період азот поглинається у великих кількостях.

Найбільший вміст спостерігався у варіанті без підживлень (контроль) на ділянці із неоптимальним станом рослин, а саме 28,8 мг/кг. Найменший вміст склав 3,1 мг/кг у фазу масового цвітіння (ВВСН 66-67) у варіанті з  $N_{40}$  на ділянці із оптимальним станом рослин. Як зазначалося вище на зниження вмісту амонійного азоту могла вплинути нітрифікація.

### 3.3 Вплив неоднорідних умов росту і розвитку рослин картоплі на їх морфологічні показники.

Умови дуже впливають на проходження певних фізіологічних процесів в організмі рослини. За неоптимальних умов є ризик виникнення стресу, що в подальшому негативно позначитися на врожаї. Одним з головних чинників підвищення до стресів та оптимізації фізіологічних процесів мають умови удобрення культури.

Залежно від фази росту і розвитку культури потреба в елементах протягом вегетації різниться. Відомо що у ранніх фазах рослини споживають більше елементів живлення порівняно із пізніми. Рослини картоплі в середньому поглинають до цвітіння 75% азоту, 66% калію та фосфору, і 50% магнію. Досягти оптимальних умов удобрення можливо тільки за розумно розробленої системи удобрення, підборі найбільш підходящих форм добрив і дотримання термінів та способів їх внесення [19].

Нестача елементів, особливо азоту обумовлює неоптимальний ріст і розвиток культури та неоднорідність стану рослини. Частково можна оптимізувати фізіологічні процеси шляхом проведення підживлень.

В умовах нашого досліджу використовувалось підживлення у нормі  $N_{20}$  та  $N_{40}$ , які вплинули на окремі морфологічні показники рослин картоплі (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

НУБІП України

Стан рослин
-------------

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Біометричні показники рослин картоплі сорту Доната в період «кінець бутонізації – початок цвітіння» (ВВСН 58-61).



Показник	Не оптимальний			Середній			Оптимальний		
	без добрив (Контроль)	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	без добрив (Контроль)	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	без добрив (Контроль)	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>
Висота рослини, см	57,0	51,0	47,5	58,0	56,5	60,5	61,0	62,0	59,5
Довжина кореня, см	20,0	18,0	15,0	21,0	17,0	20,0	19,0	20,5	15,5
Маса рослини (куща), г	315,0	273,0	210,0	382,0	440,0	416,0	405,0	496,0	344,0
Маса надземної частини, г	254,0	218,0	163,0	310,0	349,0	335,0	328,0	383,0	274,0
Маса підземної частини, г	60,5	55,5	47,0	72,0	91,0	81,0	75,0	114,0	70,0
Діаметр стебла, мм	13,0	14,0	11,0	11,0	13,0	12,0	13,0	14,0	14,0
Площа листків, см <sup>2</sup>	1487	1563	1528	1635	1612	1680	1685	1654	1703
К-ть бульб під кущем, шт	4,0	3,0	4,0	7,0	8,0	7,0	7,0	9,0	7,0
К-ть стебел, шт	5,0	5,0	4,0	3,0	6,0	5,0	5,0	6,0	5,0
К-ть столонів, шт	11,0	9,0	10,0	12,0	13,0	11,0	12,0	14,0	10,0
Маса кореня, г	40,0	38,0	33,0	42,0	44,0	47,0	45,5	58,0	41,0
Маса бульб, г	21,0	18,0	14,0	30,0	47,0	35,0	33,0	55,0	29,0

Відомо, що біометричні показники картоплі залежать від сортових особливостей, строків посадки та глибини загортання. На момент відбору зразків, близько 40% рослин картоплі на ділянці з неоптимальним станом відставали у фазі онтогенезу (тобто закінчували фазу бутонізації). Це проілюстровано у табл. 3.2. Рослини з цієї зони мали нижчі біометричні показники порівняно із іншими ділянками. Найвищі показники були на ділянці з оптимальним станом рослин. Для кращого накопичення пластичних речовин і подальшого їх відтоку, рослини картоплі повинні сформувати оптимальний листковий габітус. В середньому по варіантах на ділянці із оптимальним станом рослин цей показник склав 1681 см<sup>2</sup> що на 10,3% більше, ніж на ділянці із неоптимальним, та на 2,3% вище порівняно з середнім станом.

На врожайність суттєво впливає такий показник як кількість пагонів у куші. За даними спостережень їх кількість коливалась від 3 до 6 штук. Найбільша кількість стolonів характерна для ділянки із оптимальним станом рослин у варіанті з N<sub>20</sub>, 14 штук. Можливо це пов'язано із кращим та розвиненішим габітусом порівняно із іншими варіантами середньої та неоптимальної ділянок. Маса бульб у цьому варіанті також є найбільшою і складає 55 г, що на 15,5% вище, ніж у тому ж варіанті, але на ділянці з середнім станом забезпечення та на 67,2% більше порівняно з ділянкою, що має неоптимальний стан (таку велику розбіжність можна пояснити тільки тим що, рослини картоплі на ділянці з неоптимальним станом відставали у рості, і не могли так швидко формувати масу бульб).

Таким чином, за рахунок кращих біометричних показників на ділянці з оптимальним станом рослин в період кінець бутонізації – початок цвітіння (ВВСН 58-61) рослини мали вищий потенціал порівняно із іншими зонами неоднорідності.

Таблиця 3.4

Біометричні показники рослин картоплі сорту «Доната» в період «масового цвітіння» (ВВСН 66-67).

Показник	Стан рослин								
	Не оптимальний			Середній			Оптимальний		
	без добрив (Контроль)	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	без добрив (Контроль)	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	без добрив (Контроль)	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>
Висота рослини, см	63,0	64,5	69,0	66,0	68,0	76,0	74,5	75,0	64,0
Довжина кореня, см	26,0	24,5	24,0	20,5	19,5	22,0	22,5	20,5	21,0
Маса рослини, г	395,0	605,0	415,0	690,0	625,0	915,0	670,0	845,0	465,0
Маса листків, г	51,0	59,4	53,2	73,0	52,9	77,1	63,4	76,6	61,2
Площа листків, см <sup>2</sup>	1595	1706	1642	1998	1690	1965	1839	1769	1824
Маса стебел, г	210,0	420,0	220,0	250,0	330,0	475,0	355,0	335,0	190,0
К-ть стебел, шт	5,0	4,0	5,0	3,0	5,0	4,0	4,0	4,0	3,0
Маса кореня, г	70,0	75,0	65,0	80,0	75,0	104,5	50,0	75,0	73,0
Маса бульб, г	75,0	90,0	85,0	285,0	175,0	255,0	195,0	355,0	145,0
К-ть бульб під кущем, шт	5,0	4,0	3,0	8,0	5,0	9,0	5,0	9,0	8,0
Діаметр бульб, мм	30,0	33,0	30,5	30,0	34,0	35,0	29,0	29,5	34,0
Співвідношення надзем./підзем.	1:0,6	1:0,38	1:0,56	1:0,12	1:0,66	1:0,65	1:0,54	1:1,14	1:0,89

Аналізуючи результати біометричних досліджень у фазу масового цвітіння (табл. 3.4) можна відмітити, що найвищими за табітусом показниками характеризуються рослини, які були відібрані з ділянок із оптимальним станом рослин. Середня висота рослини з такої ділянки складає 71,1 см, що на 1,4 % більше, ніж на ділянці із середнім, та на 7,7 % вище порівняно де був неоптимальний стан.

Найбільша площа листкової поверхні виявлена на ділянці з середнім станом рослин, яка складала 1884 см<sup>2</sup>, що на 4,1% більше порівняно з ділянкою з оптимальним станом забезпечення та на 13,5% більш, ніж на ділянці із неоптимальним.

Найкращі біометричні показники що пов'язані із бульбами, були на ділянці із середнім станом рослин. Середня маса їх була на 3,0% більшою порівняно з ділянкою із оптимальним станом і на 34,8% ніж на ділянці з неоптимальним станом. Середня кількість бульб у кущі на оптимальній та середній ділянках виявилась однаковою і склала 7 шт, але це на 42,8% вище порівняно з ділянкою із неоптимальним станом. Середній діаметр бульби також був ліпший на ділянці із середньою забезпеченістю і склав 33 мм, що на 7,1% більше, ніж на ділянках із оптимальним та неоптимальним станом.

Отже, за рахунок кращих біометричних показників ділянка із середнім станом в період масового цвітіння (ВВСН 66-67) виявилася більш продуктивною, порівняно з ділянками, що мали оптимальний та неоптимальний стан.

Нами встановлено зміни у біометричних показниках рослин картоплі сорту Доната в подальші фази їх росту і розвитку не залежно від зони неоднорідності (табл. 3.4, 3.5).

Таблиця 3.5

Біометричні показники рослин картоплі сорту «Доната» в період «зеленої ягоди» (ВВСН 71-72).

Показник	Стан рослин								
	Не оптимальний			Середній			Оптимальний		
	без добрив (Контроль)	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	без добрив (Контроль)	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	без добрив (Контроль)	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>
Висота рослини, см	74,0	57,0	54,5	72,0	79,0	76,5	71,0	74,5	72,5
Довжина кореня, см	20,0	12,5	12,0	26,5	16,0	22,0	14,0	20,0	26,0
Маса рослини, г	965,0	1050,0	740,0	855,0	950,0	1120,0	1145,0	905,0	1200,0
Маса листків, г	84,9	88,4	82,7	90,8	89,9	94,5	96,2	91,4	93,7
Площа листків, см <sup>2</sup>	1806	1866	1787	1964	1943	1994	1897	2017	2001
Маса стебел, г	470,0	343,0	157,0	264,0	455,0	271,0	481,0	343,0	386,0
К-ть стебел, шт	3,0	2,0	5,0	5,0	4,0	3,0	4,0	3,0	5,0
Маса кореня, г	60	47,5	45	75	45	43,5	57	80	65
Маса бульб, г	350,0	570,0	455,0	425,0	560,0	710,0	510,0	390,0	655,0
К-ть бульб під кущем, шт	5,0	7,0	9,0	10,0	8,0	12,0	10,0	7,0	8,0
Діаметр бульб, мм	39,0	41,0	41,5	41,0	40,0	39,0	39,0	40,5	42,0
Співвідношення надзем./підзем.	1:0,7	1:1,4	1:2,1	1:1,4	1:0,75	1:2,0	1:0,98	1:1,1	1:1,5

Згідно результатів біометричних досліджень більшу площу листкової поверхні мали рослини, що на ділянці з оптимальним рівнем умов, яка в середньому становила 1972 см<sup>2</sup>, що на 0,25% вище порівняно із середньою ділянкою, і на 12,7% більше ніж на ділянці з неоптимальним станом. Висота рослин була найбільшою на ділянці із середнім станом рослин, і переважала на 4,0% аналогічно на ділянці з оптимальним станом, та на 18,4% рослини ділянки з неоптимальним станом.

Більшу масу бульб формували рослини на ділянці з середнім станом, яка в середньому складала 565 г з куща, що на 8,3% більше ніж на ділянці з оптимальним станом та на 18,7% ніж на ділянці яка характеризувалась неоптимальним станом рослин. Також тут була більшою середня кількість бульб, яка становила 10 шт/роsl., що більше на 20,0% ніж на ділянці із оптимальним станом, і на 30,0% вище порівняно з ділянкою із неоптимальним станом. Оптимальна та середня ділянки характеризувались більшим діаметром бульб, який в середньому склав 40,5 мм що на 1,2% більше порівняно з ділянкою із неоптимальним станом рослин.

Отже, у фазу зеленої ягоди (ВВСН 71-72) ділянка, що характеризувалась середнім станом рослин мала кращі біометричні показники порівняно ділянками із оптимальним та неоптимальним станом.

### 3.4 Вміст загального азоту в листках рослин картоплі в різних за їх станом ділянках поля.

Вміст азоту в рослинах коливається від 1 до 5%. На накопичення нітратів у рослинах великий вплив має їх надмірна кількість в ґрунті, що визначається, з одного боку, високою швидкістю використання добрив, які містять нітрат, а з іншого - посиленням процесу нітрифікації у ґрунті, в якому присутній амоній що мінералізувався та NH<sub>4</sub><sup>+</sup> з добрива. Амонійний та амідний азот у великій кількості накопичується у молодих коренях через 5-30 годин після внесення в ґрунту аміачної селітри та карбаміду, а при

удобренні нітратом кальцію – кількість нітратного азоту підвищується у листках. Що стосується віку листків, то кількість нітратів у старому листі є більшою, ніж у молодих, але іноді бувають виключення. Нітрати в основному

накопичуються у листках при внесенні азотних добрив, що містять азот у формі нітрату, тобто при внесенні таких добрив як нітрати амонію та натрію, їх кількість значно зменшуються при внесенні карбаміду та сульфату амонію.

На поглинання азоту рослинами, як вже зазначалось вище, впливають ґрунтові умови. Встановлено, що нітратний азот краще поглинається рослинами за низьких значень рН, тоді як поглинання амонійного азоту

краще проходить в умовах нейтрального рН і знижується при підкисленні [37, 6, 32].

Нами встановлено певну динаміку зміни вмісту нітратного азоту в листках рослин картоплі залежно від ділянки поля (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Динаміка вмісту нітратного азоту (мг/кг) у листках рослин картоплі сорту Доната, 2021 р.

Стан рослини (зона поля)	Варіант дослідження	Фаза росту і розвитку рослин (за шкалою ВВСН)		
		кінець бутонізації - початок цвітіння (ВВСН 58-61)	масове цвітіння (ВВСН 66- 67), мг/кг	«зелена ягода» (ВВСН 71- 72), мг/кг
Неоптимальний	без добрив (контроль)	10,4	9,10	31,0
	N <sub>20</sub>	6,10	8,90	33,1
	N <sub>40</sub>	4,40	6,10	31,9
Середній	без добрив (контроль)	8,70	7,70	28,0
	N <sub>20</sub>	10,4	3,40	30,1
	N <sub>40</sub>	12,8	7,00	30,9
	без добрив (контроль)	13,1	7,40	30,4
Оптимальний	N <sub>20</sub>	8,50	10,0	24,8

N <sub>40</sub>	10,9	8,30	26,7
-----------------	------	------	------

Аналізуючи таблицю 3.6 слід відмітити, що більший вміст нітратного азоту в листках характерний для у пізніх періодів росту і розвитку порівняно із ранніми, незалежно від зони поля. Також слід зазначити, що накопичення нітратів у різних рослинах, а також у різних органах рослин є нерівномірним. Вегетативні органи рослин характеризуються вищим рівнем накопичення нітратів, ніж плоди.

У період кінець бутонізації – початок цвітіння найбільший вміст нітратного азоту в листках був характерний для варіанту N<sub>40</sub> на середній за станом рослин який становить 12,8 мг/кг, це на 14,8% вище, ніж у тому ж варіанті, але на ділянці з оптимальним станом рослин (10,9 мг/кг), та 34,3% порівняно з варіантом N<sub>40</sub> (4,40 мг/кг) на ділянці, що характеризувалась неоптимальним станом рослин.

Найбільший вміст нітратного азоту в листках у період масового цвітіння накопичувався рослинами ділянки, з оптимальним станом у варіанті N<sub>20</sub>. Він складав 10,0 мг/кг, що на 11,0% більше порівняно з тим же варіантом, але на ділянці з неоптимальним станом (8,9 мг/кг), та на 66,0% більше ніж на ділянці із середнім станом рослин.

У фазу «зеленої ягоди» найбільший вміст нітратного азоту в листках був у рослин ділянки з неоптимальним станом у варіанті N<sub>20</sub>, і склав 33,1 мг/кг, що на 9,1% вище ніж у тому ж варіанті ділянки з середнім станом (30,10 мг/кг), та на 25,1% більше ніж у варіанті N<sub>40</sub> (24,8 мг/кг), який розташовувався в зоні з оптимальним станом рослин.

Таким чином, рослини ділянки із неоптимальним станом накопичували більшу кількість нітратного азоту в листках порівняно із ділянками, що мали середній та оптимальний стан. За умови підвищених



температур повітря такі рослини можуть мати стрес в більшій мірі, ніж ті які містять менше нітратів.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

Таблиця 3.7

Динаміка вмісту амонійного азоту (мг/кг) у листках рослин картоплі сорту Доната, 2021 р.

Фаза росту і розвитку рослин (за шкалою ВВСН)

Стан рослини (зона поля)	Варіант дослідку	кінець бутонізації - початок цвітіння (ВВСН 58-61)	масове цвітіння (ВВСН 66-67)	«зелена ягода» (ВВСН 71-72)
Неоптимальний	без добрив (контроль)	16,5	24,6	23,2
	N <sub>20</sub>	8,10	29,7	21,8
	N <sub>40</sub>	11,5	23,0	19,9
Середній	без добрив (контроль)	10,2	25,0	22,2
	N <sub>20</sub>	8,30	21,9	18,6
	N <sub>40</sub>	14,5	25,4	19,2
Оптимальний	без добрив (контроль)	9,70	30,9	21,7
	N <sub>20</sub>	14,5	23,4	20,8
	N <sub>40</sub>	10,8	25,2	23,3

НУБІП УКРАЇНИ

Нами встановлено більша концентрація амонійного азоту в листках в період масового цвітіння картоплі порівняно із іншими періодами її росту і розвитку (табл. 3.7). Це можна пояснити біологією культури, адже рослини картоплі найбільше споживають азот саме в період цвітіння.

НУБІП УКРАЇНИ

У період ~~конець~~ бутонізації – початок цвітіння найбільший вміст амонійного азоту в листках зафіксований на ділянці з неоптимальним станом рослин у варіанті без добрив (контроль). Він склав 16,5 мг/кг, що на 49,7% вище, ніж у варіанті з  $N_{20}$  на середній ділянці (8,3 мг/кг) та на 34,5% більше ніж у варіанті з  $N_{40}$  (10,8 мг/кг) оптимальної ділянки за станом рослин.

НУБІП УКРАЇНИ

Найбільший вміст амонійного азоту в листках у період масового цвітіння спостерігався на ділянці з оптимальним станом у варіанті без добрив (контроль) і склав 30,9 мг/кг, що на 20,3% вище ніж у тому ж варіанті ділянки з неоптимальним станом (24,6 мг/кг), та на 19,1% ніж у контролі (25,0 мг/кг) середньої ділянки.

НУБІП УКРАЇНИ

У фазу «зеленої ягоди» найвищий вміст амонійного азоту в листках був характерним для ділянки з оптимальним станом рослин у варіанті з  $N_{40}$ . Він склав 23,3 мг/кг, що на 14,5% більше порівняно з тим же варіантом ділянки з неоптимальним станом (19,9 мг/кг), та на 17,5% більше на середній ділянці (19,2 мг/кг).

Отже, зона із оптимальним станом рослин картоплі відрізнялась від інших зон більшим вмістом амонійного азоту в листках.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

3.5 Вміст сухої речовини в листках рослин картоплі залежно від неоднорідності ділянок поля.

Суша речовина рослин складається з 90-95% із органічних сполук та 5-10% мінеральних солей. До основних органічних речовин відносяться білки та інші азотисті речовини (амінокислоти, пептиди), жири (ліпіди, олії), вуглеводи (крохмаль, цукру, глюкоза, фруктоза, целюлоза, лігнін, клітковина, пектинові речовини) [40].

Мінеральні солі представлені неорганічними сполуками кальцію, фосфору, калію, магнію, сірки та ін. Частка азоту та зольних елементів, що поглинаються з ґрунту, становить 6-10% сухої речовини.

Під час вегетації паралельно зі зростанням листя в них відбуваються значні зміни маси вмісту сухої речовини та води. Цей процес спрямований до безперервного збільшення першого та зменшення другого. Ці зміни графічно представляють як дзеркальне відображення одне одного. На початку вегетації кількість води становить близько 80-82%, наприкінці вегетації її вміст зменшується до 70-75% (у старих листках падає нижче 70%).

Відповідно до цього змінюється і вміст сухої речовини у листках. Змінюється також загальний вміст золи (між 4,5 та 7,0% з тенденцією до підвищення) та мінеральних речовин [17].

В умовах нашого дослідження встановлено певна динаміка вмісту сухої речовини в листках картоплі столової сорту Доната залежно від фаз росту і розвитку рослин (табл. 3.8). Так в період з кінця бутонізації до початку цвітіння цей показник був в межах 18,7-25,0% залежно від зони поля. В фазу масового цвітіння він зменшувався до рівня 18,2-24,1. В фазу «зеленої ягоди» динаміка зменшення була ще більш вираженою в межах 17,2-21,0%.

Таблиця 3.8

Вмісту сухої речовини (%) у листках рослин картоплі сорту Доната, 2021 р.

Фаза росту і розвитку рослин (за шкалою ВВСН)

Стан рослини (зона поля)	Варіант дослідів	кінець бутонізації - початок цвітіння		
		(ВВСН 58-61)	масове цвітіння (ВВСН 66-67)	«зелена ягода» (ВВСН 71-72)
Неоптимальний	без добрив (контроль)	18,7	19,3	17,2
	N <sub>20</sub>	20,1	19,9	17,5
	N <sub>40</sub>	20,4	21,2	17,9
Середній	без добрив (контроль)	19,9	20,3	19,3
	N <sub>20</sub>	22,8	22,4	21,4
	N <sub>40</sub>	21,1	23,1	20,8
Оптимальний	без добрив (контроль)	23,6	18,2	21,8
	N <sub>20</sub>	25,0	23,1	20,1
	N <sub>40</sub>	23,7	24,1	21,0

Аналізуючи табл. 3.8 можна відмітити те що вміст сухої речовини спочатку у період кінець бутонізації - початок цвітіння (ВВСН 58-61) був більший, а в наступні періоди фіксується зменшення вмісту сухих речовин в листках. У фазу масового цвітіння в рослинах картоплі змінюється гормональний стан і починається відтік поживних речовин до бульби. У варіантах, де проводилось підживлення вміст сухих речовин був вищим порівняно з контролем.

Найбільший вміст сухої речовини в листках у період кінець бутонізації - початок цвітіння спостерігався на ділянці з оптимальним станом рослина у варіанті  $N_{20}$  і склав 25%, що на 4,9% більше порівняно з тим же варіантом на ділянці (22,8%), та на 2,2% більше ніж за внесення  $N_{20}$  (20,1%), на ділянці з середнім станом.

В період масового цвітіння найбільший вміст сухої речовини в листках був характерний для варіанту з  $N_{40}$  на ділянці з оптимальним станом, який становить 24,1%, це на 1,0% вище, ніж у тому ж варіанті на ділянці з середнім станом (23,1%), та на 2,9% порівняно з варіантом  $N_{40}$  (21,2%) на ділянці що характеризувалась неоптимальним станом рослин.

У фазу «зеленої ягоди» найбільший вміст сухої речовини в листках був на ділянці з оптимальним станом у варіанті без добрив (контроль). Він склав 21,8%, що на 2,5% вище, ніж у тому ж варіанті на ділянці з середнім станом (19,3%) та на 2,2% більше ніж у контролі на ділянці з неоптимальним станом (17,2%).

Таким чином, за вмістом сухих речовин у листках рослини картоплі що характеризувались оптимальним станом рослин мали перевагу на середнім та неоптимальним станом.

### 3.6 Чиста продуктивність фотосинтезу рослин різних поля.

Головним показником фотосинтетичної діяльності рослин є чиста продуктивність фотосинтезу. Внесення мінеральних добрив добре позначаються на величині чистої продуктивності фотосинтезу. Це можна

пояснити тим, що оптимальне мінеральне і, перш за все, азотне живлення активізує фотосинтетичну діяльність верхніх і середніх ярусів листя. На продуктивність фотосинтезу сильний вплив має температура. Результатами

польових досліджень виявлено, що оптимальна температура фотосинтезу в цілому знаходиться в діапазоні 24-30 °С. Однак оптимальна температура для

чистого фотосинтезу є нижчою, не більше 25 °С. Але цей показник змінюється залежно від фази онтогенезу культури. Низька швидкість фотосинтезу за дуже високих температур може бути результатом

прискороного старіння. Втрата хлорофілу, зниження провідності продохів, пригнічення темнотної реакції за високої температури, а також пошкодження фотосистем і погіршення обміну між поглинанням і синтезом [23].

Система фотосинтезу картоплі має високу здатність до адаптації при високих температурах, але не до дуже високих. Фотосинтез підвищується у

період бульбоутворення, це пояснюється зміною гормонального стану рослин. На продуктивність листкової поверхні впливають добрива, оптимальна густина стояння та захист рослин від шкідників та хвороб. Цей

показник також залежить від того, як інтенсивно використовуються асимілянти бульбами (sink-активність). Ця інтенсивність сортоспецифічна, на неї мало впливають агротехнічні заходи [29].

В умовах нашого дослідження встановлені певні зміни показника ЧПФ як за фазами росту і розвитку рослин так і за умовами, що склалися в різних зонах поля (табл. 3.9).

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин картоплі в різних зонах поля,  
2021р.

Стан рослини (зона поля)	Варіант дослід	фаза «кінець цвітіння» (ВВСН 68 -69)	фаза «зелена ягода»( ВВСН 78-79)
		ЧПФ, г/см <sup>2</sup> за добу	ЧПФ, г/см <sup>2</sup> за добу
Неоптимальний	без добрив (контроль)	0,65	0,33
	N <sub>20</sub>	0,54	0,29
	N <sub>40</sub>	2,31	1,17
Середній	без добрив (контроль)	1,28	0,65
	N <sub>20</sub>	3,1	0,34
	N <sub>40</sub>	0,51	0,58
Оптимальний	без добрив (контроль)	0,71	0,25
	N <sub>20</sub>	0,99	0,74
	N <sub>40</sub>	2,06	1,09

Дані табл. 3.9 показують, що більшу чисту продуктивність фотосинтезу в фазу кінець цвітіння мали рослини картоплі на ділянці з середнім станом у варіанті N<sub>20</sub>—3,1 г/см<sup>2</sup> за добу, і рослини які знаходились ділянці з неоптимальним станом у варіанті з N<sub>40</sub>— 2,31 г/см<sup>2</sup> за добу. Але в подальшому у фазу «зелена ягода», чиста продуктивність фотосинтезу почала знижуватись. Таке зниження обумовлене відтоком пластичних речовин до бульб і не таким інтенсивним підтриманням життєздатності листків.

### 3.7 Врожайність та структуру врожаю картоплі залежно від зон поля.

На врожайність картоплі, так і будь-якої іншої культури впливають біологічні особливості сорту, системи обробки ґрунту та удобрення в тому числі і форма добрив. В умовах нашого дослідження встановлено залежність цього показника від зон поля (табл. 3.11).



Таблиця 3.10

Урожайність (т/га) та структура врожаю картоплі сорту Доната, 2021 р.

Стан рослини (зона поля)	Варіант дослідів	Врожайність т/га	Приріст врожаю		Фракція					
					<45 мм		45-55 мм		>55 мм	
			т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Неоптимальний	без добрив (контроль)	27,4	-	-	5,9	21,5	14,7	53,6	6,8	24,8
	N <sub>20</sub>	27,8	0,4	1,45	5,3	19,0	13,8	49,6	8,7	31,4
	N <sub>40</sub>	31,3	3,9	14,2	3,7	11,9	16,7	53,4	10,8	34,7
Середній	без добрив (контроль)	28,4	-	-	3,8	13,7	15,9	55,9	8,6	30,4
	N <sub>20</sub>	29,5	1,1	3,9	3,9	13,3	16,7	56,6	8,9	30,1
	N <sub>40</sub>	28,6	0,2	0,7	6,2	22,0	15,1	52,8	7,2	25,2
Оптимальний	без добрив (контроль)	30,3	-	-	4,2	13,1	16,4	54,5	10,3	32,4
	N <sub>20</sub>	32,3	0,3	0,9	4,8	15,0	18,9	58,8	8,5	26,2
	N <sub>40</sub>	31,6	1,3	4,2	5,0	15,9	17,6	55,7	9,0	28,4

Аналіз результатів досліджень показав, що найвищу врожайність картоплі забезпечував варіант з  $N_{20}$  (32,3 т/га), на ділянці з оптимальним станом рослин, це можна пояснити тим, що на цій ділянці рослини мали кращі біометричні показники та в т.ч. габітусу порівняно із рослинами на інших ділянках. Тобто розвиненіша вегетативна маса забезпечила кращий темп формування врожаю. Найбільший приріст врожаю в неоптимальній зоні забезпечував варіант  $N_{40}$  (+3,9 т/га порівняно із контролем без добрив). Це зумовлено підживленням, що оптимізувало ростові процеси рослин. Цю думку підтверджує структура врожаю, яка у цьому характеризувалась більшою часткою фракції >55 мм (16,7 т/га), яка становить 34,7% і фракції 45-55 мм (10,8 т/га), яка досягла 53,4% від загального врожаю.

### 3.8 Вплив ділянок за різним ступенем забезпечення мінерального азоту показники якості бульб картоплі залежно від зон поля.

Якість бульб в т.ч. вміст сухої речовини і крохмалю, наявних внутрішніх пошкоджень чи результатів кулінарного оброблення, є важливими показниками для кінцевого споживача.

Вміст сухої речовини в більшості сортів коливається від 18 до 28%, та є одним із найважливіших параметрів якості. Бульби з вмістом сухої речовини вище 18-20%, як правило, більш чутливі до поверхневих травм, проте такі бульби легше розварюються за кулінарного оброблення. Для переробки використовуються бульби з високим вмістом сухої речовини (на рівні 20-25%) завдяки чому отримується красивий колір при смаженні картоплі. На цей показник впливає широкий спектр факторів навколишнього середовища в період росту і розвитку бульб. До таких факторів відноситься: поглинута сонячна радіація, температура та доступна вологість ґрунту. Відомо, що прохолодні похмурі роки і короткий вегетаційний період зменшують синтез сухої речовини, тоді як в теплих сонячних регіонах з тривалим вегетаційним періодом і достатнім водопостачанням, сухої речовини накопичується більше порівняно з прохолодними регіонами. Також велику роль відіграє і розвиток

листяного апарату рослин. Як вже зазначалось за розміру листка  $>1/3$ , пластичні речовини, які синтезувалися будуть використовуватись на потребу всього рослинного організму що в подальшому вплине на вміст сухих речовин. Розвиток листків напряду залежить від азотного живлення. В період їх формування азот потрібен у великій кількості для забезпечення оптимального розміру листя, що в подальшому оптимізує і покращує синтез продуктів фотосинтезу [11].

При внесенні азоту у великих дозах на пізніх етапах онтогенезу, подовжується ріст рослин що сповільнює їх дозрівання. Це може обумовлювати зниження питомої маси бульб та негативно позначитись на вмісті як сухої речовини, так і крохмалю. Але в деяких випадках застосування азоту на пізніх етапах може зберігати листя зеленим та подовжити активність листкового апарату і за рахунок більшого синтезу пластичних речовин підвищити врожайність. Міллард і ін. виявили те, що збільшення кількості азотних добрив підвищує концентрацію азоту в сухій речовині бульб, а отже, збагачує урожай деякими незамінними амінокислотами чим покращує поживні якості бульб [35].

Вміст сухої речовини і крохмалю може змінюється залежно від розміру бульб. Так порівняно із середньою фракцією, товарна фракція може містити значно більше крохмалю та сухих речовин.

В умовах нашого досліді сорт Доната накопичував в бульбах сухі речовини не залежно від зони поля в інтервалі 17,9-20,1% (табл.3.10). Вміст крохмалю коливається в межах 16,9-19,6.

Таблиця 3.11

Якісні показники картоплі сорту «Доната» в період технічної стиглості (ВВСН 97-98), 2021 р.

Стан рослини (зона поля)	Варіант дослідів	Показник						
		Вміст		Питома вага, г/см <sup>3</sup>	колір (Hunter Lab)	механічні пошкодження, %	зміна кольору судин, %	вторинний ріст, деформації, нарости, %
		сухої речовини %	Крохмалю, %					
Неоптимальний	без добрив (контроль)	18,80	18,1	1,073	65,2	3,84	7,68	2,10
	N <sub>20</sub>	18,60	16,9	1,072	65,2	5,25	4,77	3,05
	N <sub>40</sub>	17,90	17,0	1,069	65,5	5,07	17,37	2,93
Середній	без добрив (контроль)	20,10	19,4	1,079	65,2	10,17	1,49	0,60
	N <sub>20</sub>	19,60	19,7	1,077	67,2	9,24	7,00	5,78
	N <sub>40</sub>	19,10	19,6	1,074	67,6	9,67	3,95	3,66
Оптимальний	без добрив (контроль)	19,20	18,0	1,075	65,6	1,50	1,80	19,64
	N <sub>20</sub>	18,30	18,5	1,071	63,1	1,44	9,18	8,04
	N <sub>40</sub>	19,60	18,4	1,077	63,6	1,00	5,92	2,76

Згідно даних табл. 3.11 найменший вміст механічних пошкоджень мали бульби варіанту з N<sub>40</sub> (1,00%) на ділянці з оптимальним станом рослин. Найбільшу кількість механічних пошкоджень мали бульби у варіанті без добрив (11,67%) на ділянці із середнім станом рослин. Відомо, що кальцій зміцнює шкірку бульб та забезпечує кращу стійкість до хвороб, бор може підсилити ефект кальцію за рахунок кращого його поглинання.

Найбільшу зміну кольору судин мали бульби варіанту з N<sub>40</sub> (17,4%) на ділянці з неоптимальним станом рослин. Найменша зміна кольору судин характерна для бульб варіанту без підживлень (контроль) - 1,49%. Зміна кольору судин або внутрішнє почорніння може стати причиною втрат після збору врожаю. Це обумовлено окисленням фенольних сполук (в основному тирозину) із подальшим перетворенням в меланін. Такі елементи як калій, магній та бор можуть вплинути на цей показник.

Вміст сухих речовин у бульбах картоплі був найбільшим у варіанті без добрив (20,10%) на ділянці із середнім станом рослин. Найменший вміст сухих речовин характерний для варіанту з N<sub>40</sub> (17,9%) на ділянці з неоптимальним станом рослин на момент закладання досліду. Можливо це обумовлено тим що варіант з N<sub>40</sub> мав більшу врожайність ніж варіант без добрив на ділянці з середнім станом. Адже відомо, що із збільшенням врожайності зменшуються показники якості бульб.

За результатами досліджень найвищий вміст крохмалю був характерний для бульб у варіанті з N<sub>40</sub> (19,7%) на ділянці із середнім станом рослин. Найменший вміст крохмалю забезпечувало внесення N<sub>20</sub> (16,9%) на ділянці з неоптимальним станом рослин.

Отже, на ділянці із середнім станом рослин на дату закладання досліду формувались кращі показники якості бульб порівняно із іншими ділянками поля.

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ НА ДІЛЯНКАХ ІЗ РІЗНИМ СТАНОМ РОСЛИН.

Суть економічної ефективності вирощування як картоплі, так і будь-якої іншої культури, полягає в отриманні максимальної кількості продукції з 1 га площі, за найменших витрат коштів її на виробництво.

Будь-яке виробництво передбачає витрати ресурсів і одержання певних результатів. Але на однакову кількість витрачених ресурсів підприємства можуть одержувати зовсім не однакові за величиною результати. Важливим напрямком зростання ефективності в сільському господарстві є впровадження у виробництво нових технологій і засобів та поєднання їх із науковими результатами [8].

Рівень рентабельності вирощування картоплі значною мірою залежить від ціни її реалізації. Останніми роками він є досить нестабільним і обчислити отриманий результат і проаналізувати технологічні витрати.

Ефективність вирощування картоплі характеризується системою таких показників:

- Урожайність, т/га;
- Вартість валової продукції, тис.грн/га;
- Виробничі витрати (на добрива, засоби захисту, насіння і т.д.), тис.грн/га;
- Собівартість, грн/за т;
- Рівень рентабельності, %;

В умовах нашого дослідження в цілому отримані достатньо привабливі в економічному значенні показники (табл. 4.1).

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування картоплі на різних зонах поля, 2021р.

Стан рослин (зона поля)	Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн./га	Витрати загальні, грн./га	Дохід, грн	Рівень рентабельності, %	Окупність витрат, грн/ за т.
Неоптимальний	без добрив (Контроль)	27,4	137000	94960	42040	44,2	0,44
	N <sub>20</sub>	27,8	139000	101660	37340	36,7	0,37
	N <sub>40</sub>	31,3	156500	109860	46140	41,9	0,42
Середній	без добрив (Контроль)	28,4	142000	94960	47040	49,5	0,50
	N <sub>20</sub>	29,5	147500	101660	45840	45,0	0,45
	N <sub>40</sub>	28,6	143000	109860	33140	30,1	0,30
Оптимальний	без добрив (Контроль)	30,3	151500	94960	56540	59,3	0,59
	N <sub>20</sub>	32,3	163000	101660	61340	60,3	0,60
	N <sub>40</sub>	31,6	158000	109860	48140	43,8	0,44

В цілому порівнюючи економічну ефективність різних зон поля, можна дійти до висновку, що використання підживлення азотом у нормі N<sub>20</sub> на ділянці з оптимальним станом рослин є ефективнішим порівняно із іншими ділянками. Вартість врожаю, що отримана на цій ділянці у варіанті N<sub>20</sub>, і складає 163000 грн, що на 9,5% вище порівняно із цим же варіантом, але на ділянці із середнім станом та на 14,7%, більше ніж на ділянці із неоптимальним станом рослин.

Найбільший дохід також забезпечувала варіанті з N<sub>20</sub> на ділянці з оптимальним станом забезпечення, який досяг рівня за 61340 грн/га, за рівня

рентабельності 60,3 %. Ці показники були найвищими у досліді, витрати на виробництво менші у варіант без добрив (контроль) в усіх ділянках зонах поля, які становлять 94960 грн, що на 6,6% менше ніж у варіанті N<sub>20</sub> та на 13,5% порівняно із варіантом N<sub>40</sub>.

Таким чином, можна зробити висновок що найбільш економічно доцільним було вирощувати картоплю сорту Донага в зоні де забезпечувався оптимальний розвиток рослин та проводилось підживлення N<sub>40</sub> у формі нітрату кальцію.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



# НУБІП УКРАЇНИ

## ВИСНОВОК.

Проведені дослідження по вивченню впливу азотних підживлень в різних за станом рослин зонах поля дозволяють зробити наступні висновки:

1. На ділянці поля з оптимальним станом рослин у період з кінця бутонізації до початку цвітіння за внесенням у підживлення  $N_{20}$ .

Картопля мала найбільші біометричні показники. Такі як висота рослини досягла рівня 62,0 см, кількість стolonів 14,0 шт., площа листків 1654 см<sup>2</sup>.

У фазу масового цвітіння найбільшими біометричними показниками відрізнялися рослини зони із середнім станом за внесення  $N_{40}$ . Так висота рослин складала 76,0 см, площа листків 1965 см<sup>2</sup>, кількість бульб під кущем 9 шт., із середнім діаметром в 35 мм.

2. На ділянці із оптимальним стартовим станом рослини за внесення  $N_{20}$  формували найбільший рівень врожаю – 32,3 т/га. Найменший рівень врожаю (27,4 т/га) мав варіант без добрив (контроль) на неоптимальній зоні поля.

3. На ділянці поля із середнім стартовим станом рослин за внесення  $N_{20}$  бульби мали найкращі показники якості. Так вміст крохмалю досяг 19,7%, вміст сухої речовини 19,6%. Найбільш низьку якість мали бульби, що отримувались на ділянці із неоптимальною зоною поля без внесення у підживлення N добрив.

4. На ділянці із оптимальним стартовим станом рослини вирощування картоплі було найбільшим економічно вигідним, особливо за внесення  $N_{20}$ . Так дохід досягав рівня 61,3 тис. грн/га, рентабельність 60,3%.

# НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрехімічний аналіз: Підручник / М.М. Городній, А.П. Лісвал, А.В. Бикін та ін. / За ред. М.М. Городнього.- Арістей, 2005.- 468с.

2. Добрива та їх використання / І.У. Марчук, В.М. Макаренко, В.Є. Розстальний, А.В. Савчук, Є.А. Філонов. – К.: Арістей, 2014.-257с.

3. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва: Підручник / За ред. Городнього М.М. – К.: Арістей, 2006.- 483с.

4. Управління якістю продукції рослинництва в сучасних технологіях : Методичні вказівки / І.У. Марчук, Н.М. Бикіна, Н.П. Бордюжа. – Київ, 2015.- 82 с.

5. Система точного землеробства/ підручник/ Л.В. Аніскевич, Д.Г. Войцок, Ф.М. Захарін, Є.О. Ченомаренко. – Київ, 2018 – 561 с.

6. Кравченко О.А. – Агротехнічні прийоми вирощування високих врожаїв картоплі в зонах Подісся та Лісостепу України/ Картоцдарство України. – 2010. – №2. – 30 с.

7. Грунтознавство /підручник/ за ред. Д.М. Тихоненка. – К.:Вища освіта, 2005. – 697 с.

8. Погорілий А.О., Погорілий С.О. Собівартість виробництва картоплі та чинники що її визначають.- Економіка АПК, 2002.- 96с.

9. Растениеводство/ В.А. Федотов, С.В. Кадыров, Д.И. Щедрина, Ю.В. Столяров/ Под ред. Федотова В.А. – М.: Лань 2015.- 323 с.

10.В.В. Медведев – Неоднородность почв и точное земледелие (ч.1 введение в проблему). – Харьков, 2007. – 297 с.

11.Агрехимия/ Под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Колос, 2002. – 584 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

12. Доспехов Б.А. - Методика полевого опыта ( с основами статистической обработки данных исследования ) - издание 5-е доп. и перераб.- М.: Агропромиздат, 1985.- 351с.

13. Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. и др. Картофель / Под редакцией Д. Шпаара – Минск, ЧУП «Орех», 2004. – 465 с.

14. Куаналиева М.К., Браун Е.Е. Удобрение и качество клубней картофеля. - Молодой ученый, 2015.- 243с

15. Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс. 64-е Тимирязевское

чтение. М.: Наука, 2007. – 54 с.

16. Устойчивость растений в начальный период действия неблагоприятных температур/ Титов А.Ф., Акимова Т.В., Галанова В.В., Гопчиева Л.В. М.: Наука, 2006. –143 с.

17. Браун Е.Е., Куаналиева М.К. Особенности роста растений и продуктивность раннего картофеля при внесении минеральных удобрений.- Известие ОГАУ, 2010.- 40 с.

18. Федосев А.П. Погода и эффективность удобрений.- Л.: Гидрометеиздат, 1985.- 146 с.

19. Практикум по агрохимии / под ред. Б.Я. Ягодина. - М.: Агропромиздат, 1990. - 512 с.

20. Классификация системы антиоксидантной защиты как основа рациональной организации экспериментального исследования окислительного стресса у растений / Прадедова Е.В., Ишеева О.Д.,

Саляев Р.К. - Физиология растений, 2011. - Т.: 185 с

21. Самсонова Н.Е. - Ресурсосберегающее использование удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии – Смоленск, 2014.- 56 с.

22. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов, 2-е изд., доп. и перераб./ РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». Минск: ИВЦ Минфина, 2007. 448 с.

23. Молекулярные механизмы устойчивости фотосинтетического аппарата к стрессу/ Креславский В.Д., Карпентер Р., Климов В.В., Мурата Н., Аллахвердиев С.И. – Биол. мембраны. 2007. – 217 с.

24. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе.- М.:Колос, 1999. - 594 с.

25. Potato biology and biotechnology advances and perspectives. /D. Vreugdenhil, J. Bradshaw, C. Gebhardt – Elsevier, 2007. - 857 p.

26. Management of nitrogen and water in potato production. /A. J. Haverkort and D. K. L. MacKerron. – 2000. - 360 p.

27. Providing operational nitrogen recommendations to farmers using satellite imagery/ Anne Blondlot, Philippe Gate and Hervé Poilve – Precision Agriculture '05. Wageningen University Publ., Wageningen, The Netherlands, 2005. – 351 pp.

28. Assessment of fertilizer nitrogen requirement of potatoes and sugar beet /J.J. Neefeson. – Landbouwniversiteit, Wageningen, 1989. – 141 p.

29. Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives / Soren Marcus Pedersen and Kim Martin Lind. – U.K.: Springer, 2017. – 276 p.

30. Guidelines on Nitrogen Management in Agricultural Systems. – Vienna: IAEA, 2008. – 237 p.

31. Nitrogen use efficiency in potato: an integrated agronomic, physiological and genetic approach/ Cesar Andres Ospina Nieto. – Wageningen University, 2016. – 177 p.

32. Optimization of a nitrogen advice system: target values as a function of N-mineralization rates / Pannier J., Hofman C., Vanparvis L. – Netherlands, 1996. – 358 p.

33. Potato production handbook . – NPCK, 2018. – 100 p.

34. How to grow potatoes: the guide to choosing, planting and growing in containers or the ground/ Jason Johns. Inspiring gardening ideas, 2016. 101p.

35. Hills F.J., Broadbent F.E., Fried M. Timing and rate of fertilizer nitrogen for sugar beets related to nitrogen uptake and pollution potential. – Environ Quality, 1978. – Vol.7. – 372 p.

36. Precision Agriculture Basic / D. Kent Shannon; David E. Clay; Newell R. Kitchen. – American Society of Agronomy Crop Science, 2018 – 265 p.

37. Split nitrogen application in potato: effects on accumulation of nitrogen and dry matter in the crop and on the soil nitrogen budget/ Vcs J. Agric. Sci., Cambridge, 1999. – 274 p.

38. Optimized nitrogen fertilization of starch potatoes/ Martin Gillheimer and Carl-Ake Danielsson. – Alnarp, 2013. – 36 p.

39. Інтернет джерело: <https://crop-monitoring.ecs.com/analytics/field/733459>.

40. Інтернет джерело: <https://www.vava.ua/crop-nutrition/tools-and-services-landing-page/>.

41. Інтернет джерело: <https://www.pesticidy.ru>.

42. Інтернет джерело: <https://www.meteoblue.com>.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна