

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

29 липня 2026 р.

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА АГРОХІМІЇ ТА ЯКОСТІ
ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА
ім. О. І. ДУШЕЧКІНА

МАТЕРІАЛИ

**Всеукраїнської науково-практичної конференції
«Агрохімічне
управління
продуктивністю поля:
проекція через
виробництво, освіту,
науку»**

**до 90-річчя
від дня народження
академіка**

**Миколи Михайловича
Городнього**



Київ 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ



МАТЕРІАЛИ Всеукраїнської науково-практичної конференції **«Агрохімічне управління продуктивністю поля: проекція через виробництво, освіту, науку»** (29 липня 2026 р.)

Київ 2026

УДК 631.8:631.15(063)
А26

Редакційна колегія:

Бикін А. В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
(головний редактор);

Літвінов Д. В. – доктор сільськогосподарських наук, професор

Пасічник Н. А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент (відповідальний секретар);

А26 Агрохімічне управління продуктивністю поля: проекція через виробництво, освіту, науку : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Київ, 29 липня 2026 р.). – Київ : НУБіП України, 2026. – 105 с.

Збірник містить матеріали доповідей учасників Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої теоретичним і практичним аспектам сучасного агрохімічного управління полем. Розглянуто питання оптимізації живлення рослин, застосування новітніх добрив, використання нових ресурсів для виготовлення добрив, цифрових технологій у точному землеробстві, проблеми інтеграції аграрної науки, вищої освіти та виробництва.

Матеріали подані в авторській редакції. Відповідальність за зміст доповідей, точність наведених фактів, цитат, статистичних даних та посилань несуть автори.

УДК 631.8:631.15](063)

© НУБіП України, 2026

Організаційний комітет конференції:

Тонха О. Л., проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності, голова організаційного комітету;

Завгородній В. М., декан агробіологічного факультету, співголова організаційного комітету;

Бикін А. В., професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна, співголова організаційного комітету;

Літвінов Д. В., завідувач кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна, секретар оргкомітету.

Марчук І. У., доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна;

Каленський В. П., професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна;

Грищенко О. В., доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна;

Пасічник Н. А. доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна;

Семенко Л. О. доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна;

Бордюжа Н. П., доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна;

Бордюжа І.П., доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна;

Панчук Т. В., старший викладач кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна.



МИКОЛА МИХАЙЛОВИЧ ГОРОДНІЙ **- СИМВОЛ ВІДДАНОСТІ** **НАУЦІ, ЛЮДСТВУ, ВІТЧИЗНІ**

Ці три поняття були для нього дороговказом, стимулом і найвищою цінністю.

ВЧЕНИЙ – творець агрохімічної наукової школи, невтомний дослідник і мислитель, який не лише вирішував складні наукові задачі, а й бачив перспективні напрямки на десятиріччя. Основними напрямками досліджень створеної ним наукової школи були біоконверсія органічних відходів та

створення біодинамічних господарств, формулювання наукових основ використання добрив та оптимізації живлення сільськогосподарських культур для отримання продукції високої якості; отримання нових добрив пролонгованої дії, розробка наукових основ використання новітніх методів діагностики живлення культур та ведення точного землеробства. Підготовлені докторанти й аспіранти, сотні випускників різних освітніх рівнів. Автор відомих наукових монографій, підручників, навчальних посібників, рекомендацій і статей.

ВИКЛАДАЧ, ПЕДАГОГ і НАСТАВНИК, чиї мудрість, знання, розуміння передалися сотням учнів. Його численні наукові роботи стануть підґрунтям для подальшого розвитку освіти, його мудрі настанови назавжди збережуться в серцях тих, хто з ним працював і тих, хто був знайомий, роки його викладацької діяльності втілюються у справах його учнів.

ЛЮДИНА – приклад професійної гідності, порядності, невтомної й продуктивної праці, небайдужості до чужого життя.

Скорбота на серці кожного, хто знав цю видатну людину. 11 лютого 2024 року зупинилося серце Миколи Михайловича.

Його шлях у вічність устелений квітами добра, мудрості, чесності, турботи про майбутні покоління, самовідданості.

Основні дати життя й діяльності

- народився в 1936 році в с. Топчіївка Чернігівської області.
- у 1958 р. Закінчив факультет агрохімії і ґрунтознавства Української сільськогосподарської академії (м. Київ).
- 1958-1961 рр. – завідувач районної агрохімічної лабораторії в Хмельницькій області
- 1961-1964 рр. – аспірантура і успішний захист кандидатської дисертації на кафедрі агрохімії,
- З 1964 – асистент, доцент, професор тієї ж кафедри,
- У 1984 р. захистив докторську дисертацію.
- У 1989 році Микола Михайлович очолив кафедру і завідував нею до 2006 року.
- 2002-2005 рр. – директор НДІ агротехнологій та якості рослинницької продукції НАУ.

Праця вченого відображена в більш як 300 наукових працях, а це 10 монографій, 14 підручників та навчальних посібників для ВНЗ, понад 25 авторських свідоцтв і патентів. Ученим підготовлено трьох докторів наук та 32 кандидати наук. Обраний у 1993 р. членом-кореспондентом УААН, у 1995 р. – дійсним членом (академіком) УААН Відділення землеробства, меліорації та агроєкології (агроєкологія). З 2007 р. – професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва НУБіП України.

Лауреат Державної премії в галузі науки і техніки. Нагороджений Премією ім. Д. М. Прянишникова (1974), срібною і золотою медалями за досягнуті успіхи у розвитку сільського господарства (1988), орденами «За заслуги» III і II ступенів (1998), знаком Пошани (2001), Почесною грамотою Кабінету Міністрів України (2003),

Заслужений працівник Вищої школи України (1986), «Відмінник аграрної освіти та науки» I ступеня (2006). Має Почесну відзнаку УААН (2006). Його ім'я занесене до енциклопедій: «Провідні інтелектуали Світу» (2003), «Хто є хто у світі» (1999) і «Хто є хто у Києві» (2000).

Академік Анатолій Вікторович Бикін

Д у х З е м л і

*Не казка
про хлопчика, який навчився слухати землю,
служити науці й вірити в людей*

Розділ 1. Дитинство



**Церква у с. Топчіївка
(сучасне фото)**

знає, кому судилося берегти землю, а кому — відкривати її таємниці.

Одного теплого липневого дня, 29 числа 1936 року, коли над луками дзвеніли жайворонки, а ранкове сонце лагідно торкалося стиглого жита, у простій селянській родині народився хлопчик. Назвали його Миколою.

Його батька звали Михайлом, а матір — Варварою. Жили вони скромно, нелегко. Господарство було невелике, а праці — без ліку. Батьки працювали день і ніч, та грошей не вистачало навіть на найнеобхідніше. Маленький Миколка часто бігав босоніж

Жила-була на мальовничій Чернігівській землі маленька Топчіївка. Навесні вона потопала у білому цвіті садів, улітку колосилася золотими нивами, восени пахла яблуками, а взимку тихо дрімала під пухнастими снігами.

Кажуть старі люди, що кожне українське село має свого невидимого охоронця — Духа Землі. Він уважно придивляється до дітей і



Миколка з батьками і сестрою

польовими стежками, бо нові чобітки були для родини справжньою розкішшю. Та ніколи в їхній оселі не бракувало іншого багатства — доброти, чесності та любові.

— Пам'ятай, сину, — казав батько, повертаючись із поля, — земля любить лише працьовиті руки.

— І ніколи не переставай учитися, — лагідно додавала мати. — Знання — це такий скарб, який ніхто не може забрати.

Миколка уважно слухав кожне слово. Йому здавалося, що навіть сама земля шепоче ці настанови разом із колосками пшениці, а вітер розносить їх далеко за обрій.

Хлопчик ріс допитливим. Він любив спостерігати, як із маленької зернини народжується могутній колос, як після теплового дощу оживають ниви, як кожна рослина має свій характер і свою маленьку таємницю.



Одного разу, коли він допомагав батькові в полі, йому здалося, ніби Земля тихенько промовила:

— Хто навчиться мене розуміти, той допоможе людям жити краще.

Миколка здивовано озирнувся. Навколо шуміло жито, співали пташки, і лише теплий вітер усміхався, ніби знав якусь велику таємницю.

Відтоді хлопчик ще більше полюбив працю. Він навчався у початковій школі, а після уроків поспішав допомагати дорослим. Кожен день приносив нові турботи, але й нові знання. Перші шкільні роки Миколки випали на часи війни, яка забрала назавжди його батька....

Минали роки... Юнак продовжив навчання у вечірній школі та сільськогосподарському технікумі. Вдень працював у господарстві, а вечорами сидів над книжками при світлі лампади. Часто очі злипалися від утоми, але серце вперто повторювало:

— Не зупиняйся. Знання відкривають дорогу тим, хто не боїться труднощів.

І ніби сама Доля тихо усміхалася, дивлячись на цього наполегливого юнака. Вона вже знала те, чого ще не знав ніхто: попереду на Миколу чекатиме довгий шлях ученого, який присвятить своє життя українській землі.

Пролунав заклик до військової служби.

Микола одягнув солдатську форму, попрощався з рідною Топчіївкою, низько вклонився батькам і тихо сказав:

— Я обов'язково повернуся. І зроблю все, щоб земля, яка мене виростила, стала ще щедрішою.



Тоді Дух Землі сховав у достиглий колос маленьку золоту іскорку мудрості. Він знав: цей юнак ще не раз повернеться до землі, але вже не тільки як хлібороб. Він стане її вірним дослідником, мудрим порадиником і людиною, ім'я якої згодом з повагою вимовлятимуть тисячі учнів, науковців і аграріїв.

Так завершилося дитинство хлопчика, якого благословила Земля. А попереду починалася нова сторінка великої історії — історії майбутнього академіка Миколи Михайловича Городнього.

Розділ 2. Найцінніший дарунок долі

Після військової служби Микола повернувся додому вже зовсім іншою людиною. Армія загартувала його характер, навчила відповідальності й дисципліни. Та в душі він залишився тим самим хлопцем із Чернігівщини, який понад усе любив рідну землю, працю і людей.

Дух Землі, який від самого народження непомітно оберігав Миколу, одного вечора тихо мовив Долі:

— Я подарував йому любов до праці. А тепер настав час подарувати людину, яка стане найбільшою підтримкою.

Доля лише усміхнулася.

— Я вже знаю, де вона живе...

Саме тоді на життєвій стежині Миколи з'явилася дівчина на ім'я Марія. Вона була надзвичайно вродливою, скромною і працьовитою. Її очі світилися добротою, а усмішка нагадувала тихий літній світанок. Та водночас Марія мала гордий характер. Не любила гучних слів і порожніх обіцянок. Її серце можна було підкорити лише щирістю, чесністю та добрими вчинками.

Коли вони вперше зустрілися, Марія лише привітно кивнула і поспішила у своїх справах.

— Гарна дівчина, — подумав Микола.

А вона подумала:

— Хороший хлопець... але нехай спочатку покаже, який він насправді.

Згодом вона зрозуміла: перед нею той, поруч із ким не страшні ні труднощі, ні далекі дороги, ні важка праця.



...Кажуть, що в день їхнього весілля достигле колосся схилило свої золоті голови трохи нижче, ніж зазвичай. Так Земля благословляла двох людей, які все життя служитимуть їй чесною працею.

Відтоді вони вже ніколи не йшли різними дорогами.

Пліч-о-пліч долали життєві випробування. Разом будували свій дім. Разом працювали від світанку до заходу сонця. Разом раділи успіхам і підтримували одне одного в непрості хвилини.

У їхньому домі завжди панували взаємна повага, щирість і тепло. Двері були відкриті для друзів, колег, учнів. Тут

завжди знаходилося добре слово, мудра порада і щира усмішка.

Микола невтомно працював, навчався, відкривав нові знання, а Марія стала талановитою лікаркою, але для чоловіка була надійною опорою. Вона першою раділа його успіхам, підтримувала у хвилини сумнівів і вірила в нього навіть тоді, коли шлях здавався надто важким.

Іноді Доля тихенько казала Землі: — Великих людей часто знають за їхніми відкриттями.

А Земля відповідала: — Але великі люди стають такими тому, що поруч із ними є велике серце.

Так вони пройшли разом понад півстоліття. Не лише наживали добро, а й збирали найдорожчий скарб — людську довіру, вірних друзів, вдячних учнів і безмежну повагу всіх, хто мав щастя їх знати. Бо справжнє щастя вимірюється не роками, а любов'ю, яку люди несуть через усе своє життя, тримаючись за руки.

Розділ 3. Стежка, що вела до вершини знань

Після одруження життя Миколи й Марії набуло нового змісту. Вони добре знали просту істину: великі мрії здійснюються не за один день. Їх потрібно щодня поливати працею, терпінням і вірою. Молоде подружжя не шукало легких доріг. Вони знали, що лише чесна праця приносить справжні плоди.



З коханою дружиною у вихідний на дачі



**Родина Городніх не залишала остеронь рідних людей,
мати Марії Яківни під доглядом**

Одного разу Дух Землі звернувся до Миколи:

— Ти вже навчився любити землю. Тепер настав час навчитися розуміти її так глибоко, щоб допомогти мільйонам людей вирощувати щедрі врожаї.

І Микола вирушив дорогою агрохімічної науки.



Першим його серйозним випробуванням стала робота завідувачем районної агрохімічної лабораторії Дунаєвського району Хмельницької області. Тут він щодня досліджував ґрунти, аналізував їхню родючість, допомагав господарствам приймати правильні рішення. Саме тут він ще раз переконався: земля щедро віддячує лише тим, хто знає її закони.

Та чим більше він працював, тим сильніше відчував: попереду ще багато нерозгаданих таємниць. Тому Микола вступив до аспірантури кафедри агрохімії Української сільськогосподарської академії в Києві.

Це були роки напруженого навчання, безсонних ночей над книгами, численних дослідів і наукових пошуків.

Доля не раз випробовувала його на витривалість.

— Може, досить?

— Іноді тихо шепотів Сумнів.

Та поруч завжди стояла Марія.



— Ти зможеш, — говорила вона. — Я знаю, що твоя праця потрібна людям.

І тоді Сумнів безсило відступав.



Закінчивши аспірантуру, Микола залишився працювати на кафедрі агрохімії. Спочатку був асистентом, Згодом став доцентом. З кожною лекцією, кожною науковою працею, кожним експериментом він дедалі впевненіше піднімався сходинками

професійної майстерності.

Дух Мудрості уважно спостерігав за ним і одного дня промовив:

— Посади не роблять людину великою. Великою її роблять знання, праця і серце.

Саме тому наступна вершина стала закономірною.



Миколу Михайловича обрали професором, а згодом він очолив кафедру агрохімії та якості продукції рослинництва імені Олександра

Івановича Душечкіна Національного аграрного університету. Згодом йому довірили ще одну відповідальну місію — бути деканом факультету агрохімії та ґрунтознавства.

Його кабінет ніколи не був місцем лише для офіційних зустрічей. Сюди приходили студенти за порадою, молоді науковці — за підтримкою, колеги — за мудрим словом. І кожному він знаходив час. Бо пам'ятав себе босоногим хлопчиком із Топчіївки, якому колись теж допомагали добрі люди.

Минали роки. Наукових відкриттів ставало дедалі більше. Зростала кількість учнів, які продовжували його справу.

У 2002 році Миколі Михайловичу доручили очолити Науково-дослідний інститут агротехнологій та якості продукції рослинництва Національного аграрного університету.

Дух Землі лише усміхався.

— Я знав, що ти дійдеш сюди. Бо кожен твій крок був чесно зароблений.

Ніхто не подарував йому жодної вершини.

Кожна нова посада була результатом багаторічної наполегливої праці, невтомного пошуку, безмежної відданості науці, любові до української землі та великої відповідальності перед людьми.

І настав день, коли сама Доля принесла йому кошик нагород.

Та Микола Михайлович сприймав їх не як особисту славу, а як подяку всім, хто був поруч на його життєвому шляху.

Він став лауреатом Премії імені Дмитра Прянишникова — однієї з найпочесніших відзнак у галузі агрохімії.

За вагомий внесок у розвиток науки був удостоєний Державної премії України в галузі науки і техніки.

Йому було присвоєно почесне звання «Заслужений працівник вищої школи України» — як визнання багаторічної праці педагога, який виховав не одне покоління фахівців.

За віддане служіння державі та людям він був нагороджений орденом «За заслуги» III ступеня, Почесною грамотою Кабінету Міністрів України та відзнакою Міністерства аграрної політики України.

Його ім'я увійшло до міжнародного видання «Провідні інтелектуали світу», де зібрано людей, чиї знання й праця залишили помітний слід у розвитку людства.

Та найбільшою нагородою для нього залишалися зовсім не ордени.

Найбільшим скарбом були вдячні учні, щасливі очі молодих



науковців, міцні колосся на українських полях і щире людське: «Дякуємо, Учителю!»

І щоразу, проходячи алеями університету, Дух Землі тихо говорив молодим людям:

— Погляньте на цього сивочолого професора. Його шлях починався з

босих дитячих ніг на сільській стежині. Пам'ятайте: жодна вершина не є недосяжною для того, хто щодня чесно працює, не зраджує своїм мріям і ніколи не перестає вчитися.

Останній розділ. Найбільше диво Учителя

Кажуть, що час уміє перевіряти все. Він перевіряє силу людського слова, міцність дружби, справжність любові й ціну людської праці.

Посивіло волосся Миколи Михайловича. Та не посивіла його любов до Землі. Щоранку він так само поспішав до університету, де на нього чекали студенти, молоді науковці, колеги й учні.

Одного дня Дух Землі тихо запитав у Мудрості:

— Невже це і є кінець його дороги?

Мудрість лагідно усміхнулася.

— Ні. Справжній Учитель ніколи не доходить до кінця. Він просто починає жити в серцях інших людей.

І тоді сталося найбільше диво.

Зернини знань, які Микола Михайлович усе життя так дбайливо сіяв, почали проростати.

Його учні ставали кандидатами й докторами наук. Очолювали кафедри. Створювали лабораторії. Навчали власних студентів. Розробляли нові технології. Вирощували врожаї, приносили користь людям. І кожен із них несе далі частинку свого Вчителя.

Так народилася велика агрохімічна наукова школа. Не зі стін університету. Не з дипломів чи посад. Вона народилася із допитливості маленького хлопчика, який колись босоніж ходив стежками рідної

Топчіївки й мріяв зрозуміти мову землі. Його наукова думка завжди випереджала час. Він умів зазирнути далеко вперед, туди, де ще тільки народжувалися майбутні відкриття.



Разом зі своїми учнями він шукав шляхи, як повернути природі її силу через біоконверсію органічних відходів, як створювати біодинамічні господарства, що живуть у гармонії із землею, як

допомогти рослинам отримувати саме те живлення, яке зробить урожай не лише щедрим, а й безпечним і корисним для людини.

Його дослідження відкривали шлях до створення нових добрив пролонгованої дії, до сучасних методів діагностики живлення рослин, до розвитку точного землеробства, де кожне рішення народжується із знань, а не випадку.

Але найбільшим його відкриттям стали не технології. Найбільшим відкриттям були Люди.

За довгі роки праці він виховав цілу плеяду докторів і кандидатів наук, десятки докторантів та аспірантів, сотні випускників, які сьогодні працюють у різних куточках України й далеко за її межами.

Він написав монографії, підручники, навчальні посібники, наукові рекомендації та сотні статей. Їх читають, вивчають, цитують.

Та навіть найкраща книга не може передати тепло людського серця. Саме тому його учні найчастіше згадують не сторінки підручників. Вони згадують його добру усмішку. Його уважний погляд. Його спокійний голос. Його віру в кожного, хто приходив навчатися.

Бо справжній Учитель ніколи не говорить: — Дивіться, який я мудрий.

Він говорить: — Я вірю, що ви зможете більше, ніж я.

.....

Одного літнього ранку Дух Землі знову прилетів до Топчіївки. Село майже не змінилося. Так само співали жайворонки. Так само шуміли жита. Так само сонце торкалося ранкової роси. Лише старенька польова стежина вже знала свою найбільшу таємницю. Саме нею колись босоніж біг маленький хлопчик. І саме нею починався шлях академіка....

Дух Землі зупинився, нахилився до стиглого колоса й тихо промовив:

— Пам'ятаєш того хлопчика?

Колос лагідно захитався.

— Пам'ятаю.

— Він виконав свою місію. Він навчив людей любити землю...

Навчив берегти її... Навчив слухати її... Навчив думати... Навчив творити... Навчив бути Людьми.

І тоді над полями здійнялася згря жайворонків. Їхній спів лунав так високо, ніби дякував усім Учителям, які засівають не поля, а людські душі.

Бо хліб народжується із зернини.

Дерево — з маленького паростка.

Велика річка — з джерела.

А майбутнє держави починається з Учителя.

І поки живе пам'ять про таких людей, як академік Микола Михайлович Городній, доти житиме й мудрість української землі.



Кажуть, Дух Землі й сьогодні інколи проходить польовими дорогами Чернігівщини. Він уважно вдивляється в дитячі очі, шукаючи того, хто знову полюбить землю всім серцем. Бо він знає: кожне велике життя починається з маленької мрії, щирої праці та доброго Вчителя.

З вдячністю за мудре слово й прояв доброти
доцент кафедри Наталія Пасічник

АГРОХІМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Дмитро Літвінов, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач
кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна
Іван Лесніков, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП
«Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: litvinovdv@nubip.edu.ua

Просторова неоднорідність ґрунтових властивостей є однією з причин неоднакової окупності добрив у межах одного поля. У системі точного землеробства управління поживним режимом доцільно будувати за принципами site-specific nutrient management, коли джерело, норму, строк і спосіб внесення добрив адаптують до властивостей конкретної зони [1; 2]. Для кукурудзи це особливо важливо через високу потребу культури в елементах живлення та взаємодію густоти стояння, вологозабезпечення, рельєфу й родючості ґрунту. Змінна норма висіву найбільш обґрунтована тоді, коли агрохімічні, топографічні та історичні карти урожайності аналізують як взаємопов'язані інформаційні шари [3; 4].

Мета дослідження полягала у Агрохімічному обґрунтуванні системи диференційованого удобрення кукурудзи на зерно на основі інтеграції агрохімічних, агрофізичних і виробничо-технологічних даних поля.

Об'єктом аналізу було поле № 82.02.19.16.37.05, актуальна площа якого у 2026 р. становила 114,49 га. За картою агровиробничих груп воно належить переважно до групи 40д – темно-сірих опідзолених та слабореградованих середньосуглинкових ґрунтів лісостепової зони; бал бонітету ріллі – 37. За даними цифрової платформи середній гранулометричний склад характеризувався вмістом 2,56 % піску, 66,6 % пилу та 30,86 % глини.

Систему управління полем на 2026 р. формували шляхом інтеграції агрохімічних даних 2024 р., карти урожайності кукурудзи 2025 р. та оперативних технологічних даних 2026 р. Площа посіву в цифровій історії поля змінювалася: 87,29 га у 2024 р., 101,46 га у 2025 р. і 114,49 га у 2026 р.; тому різнорічні шари використовували для виділення й уточнення зон управління, а не як пряме попарне просторове порівняння.

Реакцію ґрунтового розчину визначали потенціометрично; органічну речовину – спектрофотометрично за ДСТУ 4289:2004; рухомі сполуки фосфору – за методом Чирикова (ДСТУ 4115:2002); калій – в амонійно-ацетатній витяжці за рН 7,0; Cu, Zn, Fe і Mn – у ДТРА-витяжці; В – спектрофотометрично з азометином-Н. Значення Р і К наведено в одиницях цифрової платформи (мг/кг) без додаткового перерахунку на P_2O_5 або K_2O .

Вихідна технологічна схема передбачала осіннє внесення карбаміду 200 кг/га; за картами-завданнями калій хлористий вносили диференційовано в межах 40–64 кг/га (загалом 4341,5 кг), суперфосфат – 0–69 кг/га (4481,9 кг). Під час сівби гібриду Р9367 застосовували РКД 5:20:5 у нормі 25 кг/га та Zn – 1,3 л/га; норма висіву змінювалася від 58,3 до 70,4 тис. насінин/га. Оскільки у вихідних матеріалах не наведено гарантованого вмісту P_2O_5 , K_2O і Zn у конкретних товарних продуктах, норми подано за масою/об’ємом препаративної форми без розрахунку діючої речовини. Оптимальність осіннього строку внесення N окремо не оцінювали; її слід перевіряти за фактичною урожайністю та показниками ефективності використання азоту (NUE) [2].

Дослідження мало виробничо-аналітичний характер. Окремого контрольного варіанта з рівномірним внесенням добрив не закладали, тому наведені результати характеризують агрохімічну обґрунтованість просторово диференційованих рішень, але не доводять їх причинного впливу на урожайність.

Результати та їх обговорення. Агрохімічне обстеження засвідчило виражену внутрішньопольову неоднорідність. Середні значення та просторові діапазони основних показників наведено в таблиці.

Таблиця. Просторова мінливість основних агрохімічних показників поля

Показник	Середнє значення	Діапазон на карті	Інтерпретація
Органічна речовина, %	2,32	1,6–2,9	середній рівень, локально знижений
рН KCl	5,16	4,8–5,5	слабокисла реакція
Р, мг/кг	68,42	21,4–183,9	найвища просторова контрастність
К, мг/кг	226,36	198–363	висока забезпеченість, локальна строкатість
Zn, мг/кг	0,45	0,4–0,6	низька забезпеченість
В, мг/кг	0,75	0,6–0,9	потребує зонального контролю

Найбільший просторовий контраст спостерігався за фосфорним режимом: показники Р змінювалися від 21,4 до 183,9 мг/кг, тобто більш ніж у 8 разів. Для

К діапазон становив 198–363 мг/кг, для органічної речовини – 1,6–2,9 %, тоді як рН змінювався у відносно вузьких межах 4,8–5,5. Така структура мінливості є принципово важливою для карт-завдань: однакова фосфорна норма по всій площі створювала б ризик одночасно недоудобрювати бідні ділянки та перевитрачати ресурс у зонах із високою забезпеченістю. Просторовий розподіл показників наведено на рисунку 1.

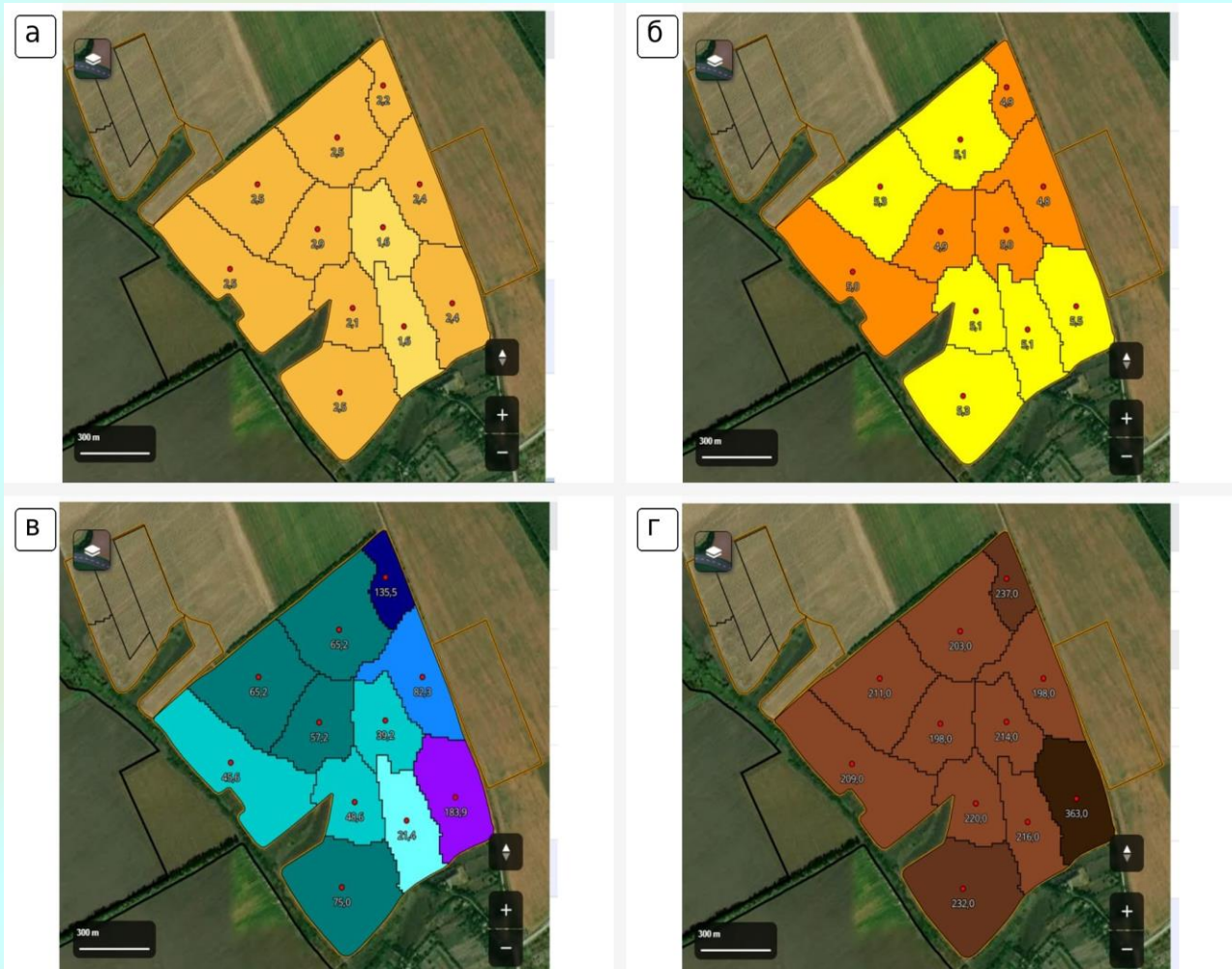


Рис. 1. Просторова мінливість: а – органічної речовини; б – рН KCl; в – P; г – K.

Слабокисла реакція ґрунтового розчину в середньому не є критичною для кукурудзи, однак у найбільш кислих зонах (рН 4,8–5,0) може знижуватися ефективність фосфорного живлення. Середній вміст Zn становив 0,45 мг/кг і за шкалою цифрової платформи відповідав низькій забезпеченості; тому локальне застосування цинку під час сівби є агрономічно обґрунтованим. Польові дослідження показують, що Zn у поєднанні зі стартовим N–P живленням може покращувати ранній розвиток кукурудзи, особливо за обмеженої доступності елемента [5]. Вміст B 0,6–0,9 мг/кг доцільно контролювати зонально; наявні матеріали не дають підстав рекомендувати однакову борну норму для всієї площі.

Для уточнення управлінських зон агрохімічні карти поєднували з картою ущільнення, картою урожайності та рельєфу, картою змінної норми висіву і картами-завданнями внесення Р- та К-добрив (рис. 2).

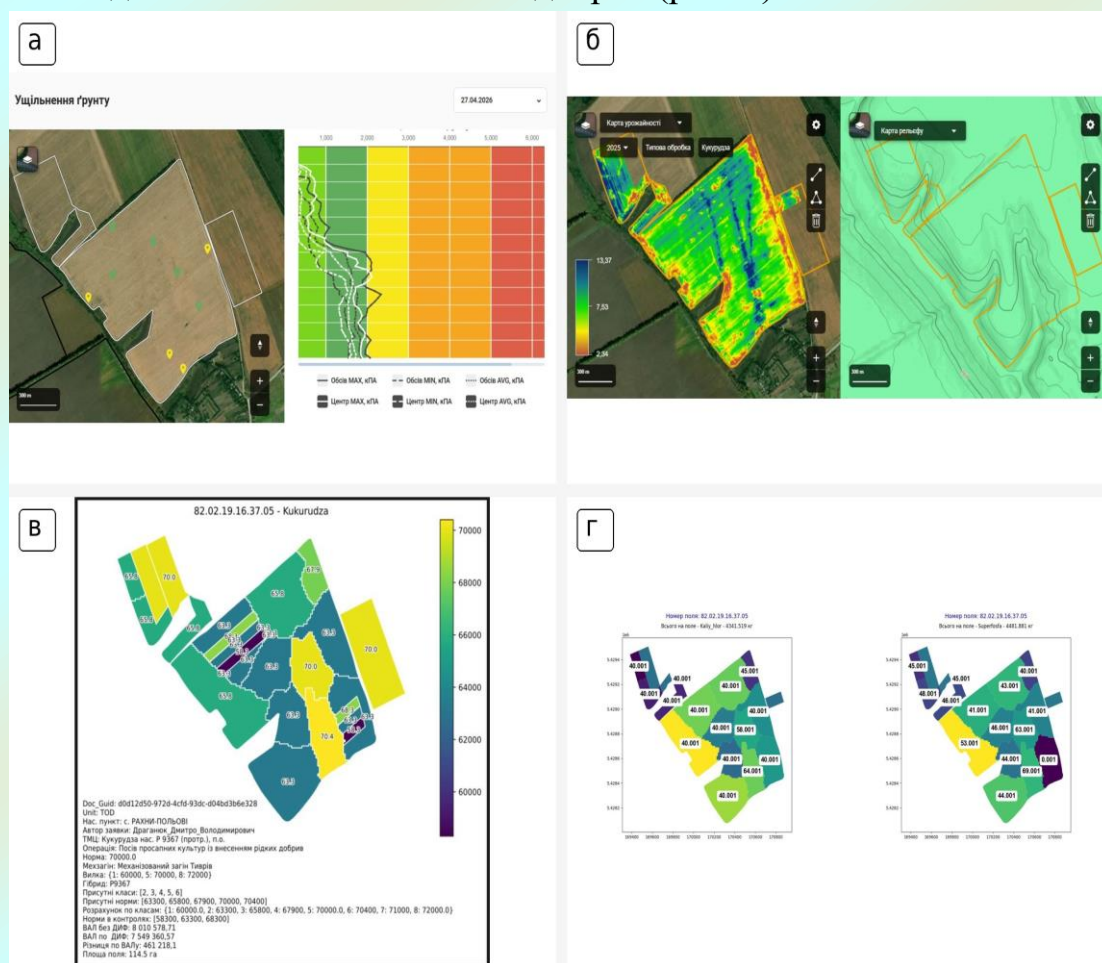


Рис. 2. Виробничо-технологічні шари: а – ущільнення ґрунту; б – урожайність 2025 р. і рельєф; в – змінна норма висіву; г – карти-завдання для KCl і суперфосфату

Карта урожайності кукурудзи 2025 р. відображала значення 2,34–13,37 т/га, що вказує на високу продуктивну неоднорідність поля. Водночас крайні значення карти не використовували як доказ ефекту технології, оскільки без очищення даних вони можуть містити сенсорні та крайові артефакти. Для подальшої статистичної верифікації доцільно застосувати фільтрацію аномалій і аналізувати медіану та центральний діапазон розподілу урожайності. Карта ущільнення використовувалася як якісний інформаційний шар, оскільки експортованих числових профілів опору для статистичного аналізу не було; потенційний вплив ущільнення на розвиток кореневої системи й доступність вологи враховували на рівні зонування [7].

Карта змінної норми висіву 58,3–70,4 тис. насінин/га узгоджується з підходами site-specific seeding: продуктивніші зони можуть підтримувати вищу густоту, тоді як у слабших зонах надмірне загущення підвищує конкуренцію за

воду й поживні речовини [3; 4; 6]. Відповідно, диференційоване удобрення доцільно розглядати не як окрему операцію, а як елемент інтегрованої системи управління. На ділянках із високим вмістом Р норма суперфосфату могла бути мінімізована або дорівнювати нулю, тоді як у зонах із нижчим забезпеченням вона зростала до 63–69 кг/га. КСІ вносили в межах 40–64 кг/га. Такий підхід відповідає принципам 4R Nutrient Stewardship і створює передумови для зменшення непродуктивних витрат без вирівнювання всього поля під одну середню норму [2].

Таким чином, просторова неоднорідність дослідного поля визначається поєднанням агрохімічних, агрофізичних, топографічних і виробничих чинників; найбільший контраст серед агрохімічних показників встановлено для Р (21,4–183,9 мг/кг).

Низька забезпеченість Zn, слабокисла реакція ґрунту та контрастність фосфорного режиму обґрунтовують застосування стартового РКД, локального Zn і диференційованого фосфорного удобрення. Високий середній вміст К не виключає зонального коригування його норми.

Карти урожайності, рельєфу, ущільнення, агрохімічного стану й змінної норми висіву мають використовуватися спільно під час формування зон управління; різнорічні карти слід трактувати з урахуванням зміни контуру посівної площі.

Подальша верифікація системи повинна включати очищення і статистичний аналіз карти урожайності, розрахунок окупності Р-, К- і Zn-вмісних продуктів та оцінку ефективності азотного живлення за показниками NUE.

Список використаних джерел

1. Vullaganti N., Ram B. G., Sun X. Precision agriculture technologies for soil site-specific nutrient management: a comprehensive review. *Artificial Intelligence in Agriculture*. 2025. Vol. 15, No. 2. P. 147–161. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2025.02.001>
2. Johnston A. M., Bruulsema T. W. 4R Nutrient Stewardship for Improved Nutrient Use Efficiency. *Procedia Engineering*. 2014. Vol. 83. P. 365–370. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.09.029>
3. Munna M. A., Haesaert G., Van Meirvenne M., Mouazen A. M. Site-specific seeding using multi-sensor and data fusion techniques: a review. *Advances in Agronomy*. 2020. Vol. 161. P. 241–323. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.08.001>
4. Šarauskis E., Kazlauskas M., Naujokienė V., Bručienė I., Steponavičius D., Romanekas K., Jasinskas A. Variable rate seeding in precision agriculture: recent

advances and future perspectives. Agriculture. 2022. Vol. 12, No. 2. 305. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12020305>

5. Capo L., Battisti M., Blandino M. The role of zinc fertilization and its interaction with nitrogen and phosphorus starter fertilization on early maize development and grain yield. Field Crops Research. 2024. Vol. 307. 109245. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109245>

6. Munna M. A., Mouazen A. M. An automated system of soil sensor-based site-specific seeding for silage maize: a proof of concept. Computers and Electronics in Agriculture. 2023. Vol. 209. 107872. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107872>

7. Hamza M. A., Anderson W. K. Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions. Soil and Tillage Research. 2005. Vol. 82, No. HYPERLINK <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.08.009>
<https://doi.org/10.1016/j.still.2004.08.00>

УДК 635.21:631.8:581.132

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ ФОСФОРНО-КАЛІЙНИХ ДОБРИВ МЕТОДОМ КРАПЛИННОЇ ФЕРТИГАЦІЇ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ

Анатолій Бикін, академік НААН, доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І.
Душечкіна

Олександр Кудря, аспірант кафедри агрохімії та якості продукції
рослинництва ім. О. І. Душечкіна

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: bukin_a@nubip.edu.ua

Продуктивність рослин, зокрема і картоплі, прямо залежить від ефективності використання сонячної інсоляції, що використовується у процесі фотосинтезу зеленими органами рослин (переважно листками) для утворення простих вуглеводів, накопичення сухої речовини та, зрештою, формування майбутнього врожаю. Фотосинтетична активність притаманна і іншим надземним органам рослин, стеблам, черешкам листків і плодам, проте, основу асиміляційної поверхні складають саме листки. Тому, формування потужного фотосинтетичного апарату рослин з довготривалим його функціонуванням є важливою селекційною та агротехнологічною проблемою [1].

Площа листків змінюється нерівномірно протягом вегетації сільськогосподарських рослин, в тому числі і картоплі. Так, після появи сходів культури вона наростає досить повільно і поступово досягає піку інтенсивності наростання до фази масового цвітіння. Далі, до фази «зеленої ягоди» вегетативний ріст рослин припиняється і площа листків досягає своєї максимальної величини. Потім цей показник поступово знижується через процеси фізіологічного старіння, пожовтіння та відмирання нижніх листків [2].

Метою цієї роботи було дослідження впливу різної інтенсивності краплинної фертигації фосфорними і калійними добривами на фотосинтетичну продуктивність рослин картоплі столової сорту Тирас, динаміки зміни їх окремих біометричних показників та параметрів, зокрема чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ), протягом найбільш активного періоду росту і розвитку культури (сходи – «зелена ягода»).

Дослідження проводилися в польовому досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва НУБіП України на базі господарства ТОВ «Біотех ЛТД», Бориспільського району, Київської області. Схема досліду включала чотири варіанти. Облікова ділянка для відбору зразків ґрунту, збору біометричних даних та рослинного матеріалу становила 144 м², повторність – чотирикратна. Розміщення варіантів досліду – систематичне. Перший варіант передбачав внесення 70% діючих речовин мінеральних фосфорно-калійних добрив в осінньо-весняний період до висаджування бульб і 30% - через систему крапельного зрошення ($N_{135}P_{35}K_{198} / N_{58}P_{15}K_{85}Ca_{57}Mg_{15}S_{72}$), другий варіант – 50/50 ($N_{95}P_{25}K_{147} / N_{95}P_{25}K_{147}Ca_{57}Mg_{15}S_{66}$), третій варіант – 30/70 ($N_{57}P_{14}K_{120} / N_{133}P_{32}K_{175}Ca_{57}Mg_{15}S_{89}$), четвертий варіант – 0/100 фертигація ($N_0P_0K_{88} / N_{190}P_{50}K_{206}Ca_{57}Mg_{15}S_{85}$). Зразки рослинного матеріалу були відібрані у наступні фази росту і розвитку: сходи (ВВСН 10), бутонізація (ВВСН 51-59), масове цвітіння (ВВСН 60-69), «зелена ягода» (ВВСН 70-79). Для проведення досліджень нами були використані загальноприйняті методики дослідної справи в агрономії.

Згідно отриманих результатів досліджень, варто відмітити стійку динаміку наростання листової поверхні рослин картоплі від фази сходів до масового цвітіння. До фази «зеленої ягоди» цей показник дещо знизився у всіх варіантах досліду, за виключенням варіанту з 70% часткою фертигації фосфорно-калійними добривами. Так, найбільша площа листків у фазу цвітіння була сформована у другому і четвертому варіантах – 22606 і 22071 м²/га відповідно. За цього, показники у фазі сходів та бутонізації у цих варіантах теж були найвищими. Найменшу площу листків у фазу ВВСН 60-69 сформувала культура у третьому варіанті – 14172 м²/га відповідно. У фазу «зеленої ягоди»

найбільшу площу листків сформовано у третьому варіанті (27743 м²/га). Дещо нижчі показники отримано у 2-му та 4-му варіантах – 18938 і 21587 м²/га відповідно.

Показник чистої продуктивності фотосинтезу відрізнявся як між варіантами дослідів, так і між фазами росту і розвитку рослин. Так, найбільший приріст сухої речовини на 1 м² площі листків за добу між фазою сходів та «зеленої ягоди» отриманий у третьому варіанті дослідів з 70% часткою внесення фосфорних і калійних добрив з краплинною водою. Він становив 17,1 г/м²*добу до бутонізації, 15,0 г/м²*добу до цвітіння і 86,7 г/м²*добу – до фази «зеленої ягоди».

Отже, внесення 70% норми фосфорно-калійних добрив з поливною водою (краплинна фертигація) забезпечило найбільш інтенсивний синтез сухої речовини фотосинтетичним апаратом картоплі та формування врожайності на рівні 64,7 т/га.

Список використаної літератури.

1. Соколовська І. М. Формування площі листової поверхні насінневої картоплі сортів різних груп стиглості залежно від умов вирощування. Modern engineering and innovative technologies. Issue № 24. Part 1. December 2022. Published by: Sergeieva&Co Karlsruhe, Germany. 125–131. веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-24-01-015> (дата звернення: 22.08.2026).
2. Картопля: біологія та технологія вирощування : монографія // С.М. Каленська, Н.В. Кнап, І.О. Федосій. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. веб-сайт. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=941 (дата звернення: 22.08.2026).

УДК 631.86:662.767:631.452

ІНТЕГРАЦІЯ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМУ АГРОХІМІЧНОГО УПРАВЛІННЯ РОДЮЧІСТЮ ҐРУНТІВ ЯК ЧИННИК ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Олексій Опришко, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автоматизації та робототехнічних систем ім. акад. І. І. Мартиненка,

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: ozon.kiev@nubip.edu.ua

***Анотація.** Обґрунтовано доцільність інтеграції біогазових технологій у систему агрохімічного управління родючістю ґрунтів України в умовах*

зростання дефіциту органічної речовини, деградації чорноземів, нестабільності світового ринку мінеральних добрив та необхідності забезпечення продовольчої безпеки держави. Показано, що сучасні біогазові комплекси доцільно розглядати не лише як об'єкти виробництва відновлюваної енергії, а як багатофункціональні елементи циркулярної біоекономіки, здатні одночасно вирішувати завдання утилізації органічних відходів, виробництва біометану та повернення органічної речовини до ґрунту. Особливу увагу приділено твердій фракції дигестату як перспективному органічному добриву для відновлення гумусового стану ґрунтів, покращення їх фізико-хімічних властивостей, активізації ґрунтової мікробіоти та підвищення ефективності використання поживних елементів. Запропоновано нове поняття «агрохімічна ефективність біогазового комплексу», яке характеризує здатність біогазової технології забезпечувати не лише високий вихід біогазу, але й формування дигестату з високою агрономічною цінністю для відновлення родючості ґрунтів. Обґрунтовано необхідність переходу від оптимізації біогазових технологій виключно за енергетичними показниками до комплексної оцінки, яка одночасно враховує енергетичну, екологічну та агрохімічну ефективність виробництва.

Ключові слова: біогаз, тверда фракція дигестату, органічні добрива, гумус, родючість ґрунтів, циркулярна біоекономіка.

Актуальність. Однією з найбільш гострих проблем сучасного землеробства України є поступове виснаження запасів органічної речовини ґрунтів. Незважаючи на унікальні природні властивості українських чорноземів, інтенсивне сільськогосподарське використання земель, скорочення обсягів внесення органічних добрив, зменшення поголів'я сільськогосподарських тварин, розвиток монокультурного виробництва та прояви кліматичних змін призвели до поступового зниження вмісту гумусу, погіршення структури ґрунту, зменшення його біологічної активності та погіршення водоутримувальної здатності. У перспективі такі процеси становлять серйозну загрозу не лише для продуктивності агроєкосистем, а й для продовольчої безпеки держави.

Проблема відновлення родючості ґрунтів набуває особливої актуальності в умовах воєнного стану. Руйнування виробничої інфраструктури, порушення логістичних ланцюгів, нестабільність світових ринків мінеральних добрив та суттєве зростання їх вартості істотно підвищують залежність аграрного виробництва від зовнішніх ресурсів. За таких умов одним із ключових напрямів забезпечення сталого розвитку аграрного сектору є максимальне використання внутрішніх джерел органічної речовини та поживних елементів, здатних

підтримувати продуктивність ґрунтів незалежно від кон'юнктури світового ринку [1,2].

Одним із найбільш перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є розвиток біогазових технологій. Проте в більшості сучасних досліджень ефективність біогазових комплексів оцінюється переважно за виходом біогазу або біометану. Такий підхід є недостатнім для умов України, де головним стратегічним ресурсом сільського господарства залишаються високородючі чорноземи, збереження яких визначає довгострокову конкурентоспроможність аграрного сектору.

На нашу думку, біогазові комплекси необхідно розглядати як інтегровані виробничі системи циркулярної біоекономіки, основною функцією яких є не лише виробництво відновлюваної енергії, а й повернення органічної речовини та елементів живлення в агроєкосистеми. Саме тому доцільно запровадити поняття агрохімічної ефективності біогазового комплексу, під яким пропонується розуміти здатність технології анаеробного зброджування забезпечувати формування дигестату з високою агрономічною цінністю, придатного для відновлення гумусового стану ґрунтів, покращення їх фізичних, хімічних і біологічних властивостей та підтримання стабільної продуктивності агроценозів. На відміну від традиційних енергетичних показників, агрохімічна ефективність характеризує внесок біогазового виробництва у довгострокове збереження родючості ґрунтів і зміцнення продовольчої безпеки держави.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками біогазові технології активно розвиваються як один із ключових напрямів переходу до циркулярної біоекономіки. Значна частина досліджень присвячена підвищенню виходу біогазу шляхом оптимізації складу субстратів, використання післяжнивних решток, відходів рослинництва, спеціально вирощеної енергетичної біомаси та удосконалення технологічних режимів анаеробного зброджування. Особлива увага приділяється використанню рослинної біомаси з маргінальних земель і водно-болотних угідь, що дозволяє уникнути конкуренції між виробництвом енергії та продовольства.

Поряд із розвитком енергетичних аспектів біогазового виробництва все більше дослідників звертають увагу на необхідність комплексного використання дигестату як джерела поживних речовин і органічної речовини [3]. Встановлено, що застосування дигестату сприяє поверненню азоту, фосфору, калію та мікроелементів у ґрунт, покращує мікробіологічну активність, зменшує потребу у мінеральних добривах та сприяє замиканню біогеохімічних циклів у агроєкосистемах. Проте більшість наукових робіт

орієнтована переважно на використання рідкої фракції дигестату як джерела швидкодоступних поживних речовин [4].

Для України та інших країн із переважанням чорноземних ґрунтів особливий інтерес становить саме тверда фракція дигестату. Вона містить значну кількість стабільної органічної речовини, що бере участь у процесах гумусоутворення, покращує структурний стан ґрунту, підвищує його вологоємність, буферність та біологічну активність. Незважаючи на це, питання оптимізації біогазових технологій з урахуванням майбутньої агрохімічної цінності твердої фракції дигестату залишається недостатньо дослідженим.

Таким чином, сучасні дослідження потребують переходу від традиційної оцінки біогазових комплексів виключно за енергетичними показниками до комплексного підходу, який одночасно враховує виробництво відновлюваної енергії, повернення органічної речовини до ґрунту та забезпечення довгострокового відновлення його родючості. Саме така концепція, на нашу думку, найбільш повно відповідає сучасним викликам продовольчої безпеки України та принципам сталого розвитку аграрного виробництва.

Метою дослідження є наукове обґрунтування інтеграції біогазових технологій у систему агрохімічного управління родючістю ґрунтів України та розроблення концептуального підходу до оцінювання агрохімічної ефективності біогазового комплексу як складової забезпечення продовольчої безпеки держави.

Матеріали і методи досліджень. У роботі використано методи системного аналізу, порівняльного аналізу сучасних наукових публікацій, узагальнення результатів досліджень у галузі біогазових технологій, агрохімії та циркулярної біоекономіки. Теоретичною основою дослідження стали сучасні концепції сталого землеробства, відновлення родючості ґрунтів, ресурсоефективного використання органічної біомаси та комплексної оцінки ефективності біотехнологічних виробництв. Особливу увагу приділено аналізу технологічного ланцюга анаеробного зброджування рослинної сировини, відходів тваринництва та післяжнивних решток із позицій максимального повернення органічної речовини до агроєкосистем.

Результати досліджень. Традиційно ефективність біогазових комплексів визначається показниками питомого виходу біогазу, концентрації метану, продуктивності реактора або економічної ефективності виробництва енергії. Такий підхід є цілком виправданим для енергетичного сектору, однак він не враховує специфіку сучасних викликів аграрного виробництва України, пов'язаних із поступовою деградацією ґрунтів та зменшенням запасів органічної речовини.

На відміну від більшості країн Західної Європи, для України основною стратегічною цінністю залишаються високородючі чорноземи, формування яких тривало тисячоліттями. Саме тому ефективність використання біомаси повинна оцінюватися не лише за кількістю виробленої енергії, а й за обсягом органічної речовини та поживних елементів, що повертаються до ґрунту після завершення процесу анаеробного зброджування.

У зв'язку з цим пропонується використовувати поняття **агрохімічної ефективності біогазового комплексу**, під яким слід розуміти інтегральну характеристику технології біогазового виробництва, що відображає її здатність забезпечувати формування дигестату з високою агрономічною цінністю, придатного для відновлення гумусового стану ґрунтів, покращення їх фізико-хімічних властивостей, активізації ґрунтової мікробіоти та часткового заміщення мінеральних добрив. На відміну від традиційних критеріїв, агрохімічна ефективність характеризує не короткострокову економічну результативність виробництва енергії, а довгостроковий вплив біогазового комплексу на продуктивність агроecosистем та забезпечення продовольчої безпеки держави.

Запропонований підхід передбачає перехід від однокритеріальної до багатокритеріальної оптимізації біогазового виробництва.

Такий підхід принципово змінює вимоги до формування сировинної бази біогазового виробництва. Якщо раніше головним критерієм добору субстратів була їх метаногенна активність, то нині рецептура повинна формуватися з урахуванням майбутніх властивостей дигестату як органічного добрива.

Особливого значення це набуває під час використання рослинної сировини. Післяжнивні рештки зернових культур, побічна продукція рослинництва, біомаса енергетичних культур, а також рослини, вирощені на деградованих і маргінальних землях, можуть розглядатися не лише як джерело біогазу, але й як основа формування органічних добрив нового покоління. Перспективним напрямом є попереднє гранулювання або пелетування рослинної біомаси, що забезпечує стабільність фізичних властивостей сировини, спрощує її транспортування, сезонне накопичення та дозовану подачу до реактора. Одночасно до складу гранул можуть вводитися ферментні препарати, мікроелементи або інші технологічні добавки, здатні підвищувати як інтенсивність анаеробного зброджування, так і агрономічну цінність майбутнього дигестату.

Особливо перспективним для умов України є використання твердої фракції дигестату. На відміну від рідкої фракції, орієнтованої переважно на швидке забезпечення рослин доступними елементами живлення, тверда фракція містить

значну кількість органічного вуглецю, що бере участь у процесах гумусоутворення. Саме тому її використання дозволяє не лише компенсувати дефіцит поживних речовин, але й відновлювати структуру ґрунту, покращувати його водоутримувальну здатність, аерацію, біологічну активність та стійкість агроєкосистем до кліматичних змін.

Таким чином, біогазовий комплекс доцільно розглядати як інтегровану систему циркулярної біоекономіки, кінцевою продукцією якої є не лише біометан, а й високоякісне органічне добриво, здатне забезпечувати довгострокове відновлення родючості ґрунтів. Саме такий підхід формує нову концепцію розвитку біогазових технологій, орієнтовану одночасно на зміцнення енергетичної, екологічної та продовольчої безпеки України.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

Встановлено, що в умовах деградації ґрунтів, дефіциту органічної речовини та нестабільності ринку мінеральних добрив біогазові комплекси доцільно розглядати не лише як джерело відновлюваної енергії, а як елемент системи агрохімічного управління родючістю ґрунтів. Для України їх стратегічною продукцією поряд із біометаном має стати тверда фракція дигестату, використання якої сприяє відновленню гумусового стану, покращенню фізико-хімічних властивостей ґрунтів і зміцненню продовольчої безпеки держави.

Запропоновано поняття агрохімічної ефективності біогазового комплексу, яке характеризує здатність технології анаеробного зброджування забезпечувати формування дигестату з високою агрономічною цінністю для відновлення родючості ґрунтів. На відміну від традиційних підходів, оптимізацію біогазових технологій доцільно здійснювати за комплексним критерієм, який одночасно враховує енергетичну, агрохімічну та екологічну ефективність виробництва.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням методики кількісного оцінювання агрохімічної ефективності біогазових комплексів та оптимізацією рецептур рослинної сировини для отримання дигестату з високим потенціалом відновлення родючості ґрунтів.

Список використаних джерел

1. Mancuso G., Bolognini N., Martinez G. A., Jones E., Annaiah A. S., Toscano A., Valenti F. Optimizing plant biomass recovery from constructed wetlands within the water-energy-food nexus: Influence of harvesting time on biogas production. *Ecological Engineering*. 2026. Vol. 226. Article 107945.
2. Velasquez-Pinas J. A., Wedgwood C., Yepes Maya D. M., Ampese L., Forster-Carneiro T., Prade T. Advances in agricultural crop residue utilization for biogas

production and sustainable energy solutions. Journal of Agriculture and Food Research. 2026. Vol. 27. Article 102864.

3. Singh P., Dogra P., Kalamdhad A. S. Sugarcane bagasse and cow dung pelletization in varied food-to-microorganism ratios for biogas generation. Industrial Crops and Products. 2024. Vol. 210. Article 118120.

4. Li Y., Zhang D., Novak J. T., Burch R., Novak A., Wang Z.-W. Friability of pelletized biosolids thermally dried from various types of anaerobically digested sludges with and without thermal hydrolysis pretreatment. Waste Management. 2026. Vol. 222. Article 115658.

УДК 631.58:631.171:504.064.3

АГРОВОЛЬТАЇЧНІ СИСТЕМИ ЯК АПАРАТНА БАЗА ДЛЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО АГРОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОЛЯ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Наталія Пасічник, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

Іван Самсоненко, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
ОПП «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: n.pasichnyk@nubip.edu.ua

Актуальність. Точне землеробство переорієнтовує керування полем із загального підходу «єдина норма для всієї ділянки» на індивідуальне обслуговування кожного окремого її фрагмента. Це стає можливим завдяки трьом складовим: супутниковій GPS-навігації, яка прив'язує кожне вимірювання до конкретної точки простору; мережі цифрових сенсорів, що безперервно фіксують стан ґрунту та посівів; і картам-завданням, які перетворюють отримані дані на диференційовані рекомендації щодо поливу, удобрення чи захисту рослин для кожної ділянки окремо. Працездатність усієї моделі прямо залежить від того, наскільки безперервним і густим є потік первинних агрохімічних даних – вологості, температури, електропровідності (ЕС) та кислотності (рН) ґрунту, а не від разових виїзних обстежень. Для стаціонарної мережі таких датчиків головною перешкодою є не вартість самих приладів, а забезпечення їх стабільним живленням і зв'язком безпосередньо в полі, де зазвичай немає жодної готової інфраструктури. Агровольтаїчні установки – системи, що поєднують вирощування сільськогосподарських культур із виробленням відновлювальної електроенергії на одній ділянці – від

самого початку мають несучу конструкцію, силову електроніку та точки під'єднання, тобто фізичну основу, яку можна використати і як платформу для агрохімічної сенсорної мережі. Мета роботи – за результатами аналізу зарубіжних джерел з'ясувати, наскільки ця подвійна функція агровольтаїчних об'єктів уже реалізована в практиці, і на цій основі запропонувати архітектуру, що поєднує вироблення електроенергії з безперервним агрохімічним моніторингом ділянки в логіці точного землеробства.

Аналіз світового досвіду. Заснований у 1981 р. одним із авторів концепції агровольтаїки А. Гетцбергером, Інститут сонячних енергетичних систем Фраунгофера (Fraunhofer ISE) експлуатує на своїх дослідних майданчиках у Нусбаху та Донауешингені (Німеччина) стаціонарні станції моніторингу, конструктивно вбудовані в самі агровольтаїчні установки: на одному об'єкті це шафа управління з логером даних, PAR-сенсор і мікрокліматична станція, на іншому — анемометр, метеостанція, ґрунтовий зонд і дощомір [1]. Для кожної станції окремо розробляють програму вимірювань і розміщення датчиків на рівні фотомодулів і на рівні посівів [1]. У межах регіонального проєкту SynAgri-PV (Baden-Württemberg) споруджено п'ять пілотних установок сумарною потужністю понад 1700 кВтп, а пов'язаний із ним проєкт WATERMED 4.0 досліджує, наскільки затінення фотомодулями скорочує потребу культур у поливі, що також вимагає постійного стеження за вологістю ґрунту [2].

Практичну реалізацію ідея живлення сенсорів від фотовольтаїчного поля отримала в системі SolarFertigation: центральний блок керує поливом і внесенням добрив, а сенсорний вузол, що живиться від тієї самої PV-установки, фіксує сонячну радіацію та вологість ґрунту й передає дані по LoRaWAN у хмару; систему випробувано на ділянці з 300 рослинами салату [4]. Подібний напрям розвиває фреймворк цифрового двійника агровольтаїчного об'єкта, що поєднує тривимірну модель ділянки, побудовану за фотограмметричними знімками з безпілотної, симуляцію виробітку електроенергії та безперервний IoT-моніторинг через протокол MQTT; автори прямо вказують, що платформи, яка інтегрувала б усі ці рівні, наразі не існує [5]. Живлення від фотомодулів також розв'язує типову проблему автономних ґрунтових датчиків — швидке розрядження акумулятора: мікроконтролерна система на базі STM32F103C8T6 з LoRa-модулем, підключена до PV-панелі, демонструє менше відмов і затримок під час передавання даних про температуру, вологість і рН ґрунту, ніж акумуляторні аналоги [6]. При цьому в одному з міні-оглядів напрямів розвитку агровольтаїки зазначено, що IoT-сенсорика в сільському господарстві є самостійною, добре опрацьованою галуззю, яку публікації з агровольтаїки

здебільшого лише згадують, не інтегруючи з енергетичною інфраструктурою установок [7].

Готові сенсорні комплекси на діючих агровольтаїчних об'єктах уже застосовують і в дослідженнях впливу затінення на мікроклімат та вологість ґрунту. Так, у виноградарській агровольтаїчній системі в Апулії (Італія) для порівняння зон під панелями, між ними та контрольної ділянки повного освітлення використали ємнісні FDR-датчики вологості й температури ґрунту,



встановлені на двох мікрокліматичних станціях компанії Netsens [8]

Рис.1. Розташування метеостанції (2; висота 5 м) та мікрокліматичної станції (3; висота 2 м) у Крессбронні

(Джерело: <https://www.mdpi.com/2076-3417/16/11/5307>)

Спектральний аналіз часових рядів на об'єкті в Кресброні (Німеччина) показав, що агровольтаїчна установка змінює не лише середні значення температури й вологості ґрунту, а й часову структуру їхньої мінливості, звідки впливає потреба у щільніших трансектних масивах датчиків для коректного відображення просторової неоднорідності мікроклімату під панелями [9]. Дослідження впливу динамічної агровольтаїчної системи на шість ефіроолійних культур на півдні Італії зафіксувало зниження температури ґрунту на 1–4 °C і зменшення потреби рослин у поливі під панелями [10], а критичний огляд мікрокліматичних ефектів агровольтаїки узагальнює, що

затінення систематично й нерівномірно змінює радіаційний, тепловий і вологісний режим ґрунту, впливаючи на фізіологію рослин [11].

Окремою проблемою залишається енергоефективність самих сенсорних мереж. За спостереженнями дослідників ResearchGate, агровольтаїчні об'єкти дедалі частіше використовують гетерогенні бездротові сенсорні мережі (HWSN) для моніторингу довкілля в реальному часі, однак енергетична неефективність і надлишкове передавання даних лишаються їхнім вразливим місцем; для розв'язання цієї проблеми запропоновано оптимізаційну модель DOX-CMTabNetX [12; 13]. В іншому дослідженні розглянуто продовження строку роботи сенсорної мережі за рахунок сонячної підзарядки вузлів — підхід, не специфічний саме для агровольтаїки, але застосовний до неї; окремо наголошено на проблемі переривчастості такого живлення, а безпілотники згадано як засіб обслуговування подібних установок [14].

Комерційний продукт AgriSense компанії Netsens демонструє архітектуру, близьку до серійного виробництва: центральна станція з анемометром, піранометром, термогігрометром і барометром живиться від мережі або від комплекту «фотовольтаїчна панель плюс акумулятор», а навколо неї, на відстані до 8 км, розміщуються автономні IoT-вузли з датчиками вологості й температури ґрунту, електропровідності та рН, які живляться від літєвої батареї строком служби 1–3 роки і передають дані по радіоканалу LoRa (868 МГц) у хмарну платформу LiveData [15]. В Італії безперервний контроль агрономічних та енергетичних параметрів агровольтаїчних об'єктів уже закріплено на нормативному рівні – вимоги MITE та критерії програми PNRR передбачають такий моніторинг для балансування виробництва електроенергії й урожайності, а виробник позиціонує AgriSense саме як рішення, що відповідає цим вимогам [15].

Наукова прогалина. Проведений аналіз показує, що розробки рухаються двома напрямками, які поки не об'єднані в єдину систему. Станції Fraunhofer ISE обслуговують передусім оцінку впливу затінення на врожайність і продуктивність фотомодулів [1; 2]. Рішення IoT- і WSN-рівня – SolarFertigation, PV-живлений ґрунтовий монітор, AgriSense, DOX-CMTabNetX — розв'язують живлення сенсорних вузлів переважно як окрему задачу, лише частково спираючись на інфраструктуру самої установки [4; 6; 12; 13; 15]. Автори огляду цифрового двійника прямо констатують відсутність єдиної платформи, яка поєднувала б конструктивний, енергетичний і моніторинговий рівні агровольтаїчного об'єкта [5]. Це дає підстави розглядати несучу й силову інфраструктуру агровольтаїки як самостійну апаратну базу безперервного агрохімічного моніторингу – науково-технічну нішу, що досі залишається

недостатньо опрацьованою, зокрема в логіці точного землеробства, де саме безперервність і густина даних визначають якість карт-завдань.



Рис. 2. Станції моніторингу агровольтаїки в експлуатації:
в Нуссбаху (ліворуч) - шафа керування з реєстратором даних, датчиком PAR та мікрокліматичною станцією; у Донауешингені (праворуч): анемометр, метеостанція, ґрунтовий зонд та опадомір
(джерело: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/business-areas/solar-power-plants-and-integrated-photovoltaics/integrated-photovoltaics/agrivoltaics.html>)

Потенціал і проблеми України. Значні площі орних земель і сприятливі кліматичні умови створюють передумови для розвитку агровольтаїки в Україні. Нестабільність централізованого електропостачання додатково підвищує цінність рішень, які поєднують генерацію електроенергії з обслуговуванням власної сенсорної інфраструктури на тому самому об'єкті, — тобто саме тих елементів, що потрібні для впровадження точного землеробства на польових культурах. Водночас в Україні немає власних багаторічних дослідних станцій за типом Fraunhofer ISE та нормативних вимог на кшталт італійських MITE/PNRR щодо обов'язкового моніторингу агровольтаїчних об'єктів. Адаптація закордонних архітектур SolarFertigation, AgriSense, DOX-CMTabNetX до вітчизняних ґрунтово-кліматичних умов і культур зернової групи потребує окремої експериментальної перевірки.

Таблиця. Порівняння апаратних рішень моніторингу на агровольтаїчних об'єктах за проаналізованими джерелами

<i>Джерело</i>	<i>Енергозабезпечення вузла</i>	<i>Сенсорний склад</i>	<i>Канал передавання даних</i>
Станції Fraunhofer ISE, Нусбах / Донауешинген [1]	мережеве живлення контрольної шафи	PAR-сенсор, мікрокліматична станція, анемометр, ґрунтовий зонд, дощомір	проводовий логер даних стаціонарної станції
SolarFertigation [4]	автономне, від того ж фотовольтаїчного поля	сонячна радіація, вологість ґрунту	LoRaWAN, хмарна платформа
AgriSense, Netsens [15]	мережа або сонячна панель з акумулятором (центральна станція); літієва батарея 1–3 роки (вузли)	анемометр, піранометр, термогігrometer, барометр, ЕС та рН ґрунту, датчики вологості й температури ґрунту	LoRa 868 МГц, хмарна платформа LiveData, до 8 км
DOX-CMTabNetX [13]	гетерогенна бездротова сенсорна мережа (енергоефективність — предмет оптимізації)	довкільні параметри поля (узагальнено)	оптимізоване кластерне передавання даних HWSN

Висновки. Аналіз матеріалів Fraunhofer ISE, публікацій MDPI, досліджень ResearchGate та розробки Netsens підтверджує, що агровольтаїчні системи вже застосовуються як носії окремих вимірювальних станцій. Рішення SolarFertigation, AgriSense і DOX-CMTabNetX доводять технічну можливість живлення сенсорних мереж від тієї самої інфраструктури, що й фотомодулі. Водночас цілісної архітектури, яка розглядала б несучу й енергетичну інфраструктуру агровольтаїки саме як апаратну базу безперервного агрохімічного моніторингу поля в логіці точного землеробства, в опрацьованих джерелах не виявлено. Це формує наукову новизну дослідження та окреслює напрям подальшої роботи, насамперед, адаптацію розглянутих рішень до польових культур і кліматичних умов України.

Список використаних джерел

1. Agrivoltaics. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. URL: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/business-areas/solar-power-plants-and-integrated-photovoltaics/integrated-photovoltaics/agrivoltaics.html> (дата звернення: 24.07.2026).

2. Research projects in the field of agrivoltaics at Fraunhofer ISE. URL: <https://agri-pv.org/en/research-information/research-projects---ise/> (дата звернення: 24.07.2026).
3. Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition. Fraunhofer ISE / agri-pv.org. URL: <https://agri-pv.org/en/> (дата звернення: 24.07.2026).
4. Analysis and Development of an IoT System for an Agrivoltaics Plant. Technologies. 2024. Vol. 12, No. 7. Art. 106. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7080/12/7/106> (дата звернення: 24.07.2026).
5. A Digital Twin-Enabled Framework for Agrivoltaic System Design, Simulation, Monitoring and Control. MDPI. 2026. URL: <https://www.mdpi.com/2075-1702/14/3/254> (дата звернення: 24.07.2026).
6. Design of an Improved IoT-Based PV-Powered Soil Remote Monitoring System with Low Data Acquisition Failure Rate. MDPI. 2025. URL: <https://www.mdpi.com/1999-5903/17/12/538> (дата звернення: 24.07.2026).
7. A Mini-Review of Current Activities and Future Trends in Agrivoltaics. MDPI Energies. 2023. Vol. 16, No. 7. Art. 3009. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/7/3009> (дата звернення: 24.07.2026).
8. Exploring the Grape Agrivoltaic System: Climate Modulation and Vine Benefits in the Puglia Region, Southeastern Italy. MDPI. 2025. URL: <https://www.mdpi.com/2311-7524/11/2/160> (дата звернення: 24.07.2026).
9. Data-Driven Analysis of the Effect of Agrivoltaics Systems on Soil and Air Conditions — A Case Study in Kressbronn, Germany. MDPI. 2026. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/16/11/5307> (дата звернення: 24.07.2026).
10. Microclimate Modification, Evapotranspiration, Growth and Essential Oil Yield of Six Medicinal Plants Cultivated Beneath a Dynamic Agrivoltaic System in Southern Italy. MDPI. 2025. URL: <https://www.mdpi.com/2223-7747/14/15/2428> (дата звернення: 24.07.2026).
11. Agrivoltaics Revisited: Critical Insights into Shading-Induced Microclimate Change, Yield and Quality, Biodiversity Shifts and Socio-Economic Limitations. MDPI. 2026. URL: <https://www.mdpi.com/2624-7402/8/2/69> (дата звернення: 24.07.2026).
12. Scientific frontiers of agrivoltaic cropping systems. ResearchGate. 2025. URL: <https://www.researchgate.net/publication/397263540> (дата звернення: 24.07.2026).
13. DOX-CMTabNetX: An Energy-Efficient Optimization Framework for heterogeneous wireless sensor Network in Agrovoltaic monitoring system. ResearchGate. 2026. URL: <https://www.researchgate.net/publication/404042601> (дата звернення: 24.07.2026).
14. Maximization of Wireless Sensor Network Lifetime using Solar Energy Harvesting for Smart Agriculture Monitoring. ResearchGate. 2019. URL: <https://www.researchgate.net/publication/334729604> (дата звернення: 24.07.2026).
15. Agrivoltaico. Netsens s.r.l. URL: <https://www.netsens.it/agrivoltaico/> (дата звернення: 24.07.2026).

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ У СТОВ «ПРИДНІПРОВСЬКИЙ КРАЙ» В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Олег Грищенко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

Максим Чернов, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПІ «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: o.gryshenko@nubip.edu.ua

Кукурудза є важливою культурою для всього світу. Із її зерна виробляють збалансовані комбікорми, біопаливо, це сировина для виготовлення крохмалю. В минулому році площі під кукурудзою в Україні склали близько 3,8 млн. га, це 35 % площі в загальній структурі.

Технологія вирощування кукурудзи у СТОВ «Придніпровський край» впроваджується на полі населеного пункту Бирлівка, Черкаської області. На даному полі наявні три типи ґрунту, а саме чорноземи глибокі малогумусні, чорноземи глибокі малогумусні карбонатні та чорноземи лучні глибоко суглинкові. Дослідження полягають у застосуванні однієї технології вирощування кукурудзи у межах одного поля з різним ґрунтовим покривом. Метою було дізнатися ефективність даної технології та можливе впровадження змін для її покращення.

Таблиця 1. Технологія вирощування кукурудзи у господарстві, попередник кукурудза

№	Технологічна операція	Дата проведення	Транспорт, агрегат	Технологічні дані
1	Глибоке рихлення з одночасним внесенням мінеральних добрив	16.10-17.10.24	Case 600 + Ecolo-Tiger 875	Глибина обробітку 30 см, норма внесення добрива Поліфоска (6:20:30+7S) – 100 кг/га.
2	Внесення безводного аміаку	07.11-08.24	JD 8310 + Blue Jet 9,6 м	Глибина внесення 20 см, норма внесення 100 кг/га.
3	Дискування(осіннє вирівнювання)	14.11-15.24	NH T8.390 + Gregoire Besson DXRV	Глибина обробітку 15 см.
4	Закриття вологи	27.03.25	JD 8R410 + TM12	Глибина закриття вологи 4 см.

5	Передпосівна культивування	29.04.25	JD 8R410 + TM12	Глибина передпосівної культивування 5 см.
6	Посів	01.05.25	JD 8R410 + JD DB-55 EE	Глибина посіву 4,5 см, гібрид ДКС4098, норма внесення РКД «Квантум» 5:20:5 – 20 л/га + 20 л/га вода + 1,3 л/га Еколайн-цинк. Норма висіву 0,825 п.о.
7	Внесення ЗЗР	03.05.25	Case Patriot 4430	Внесення ґрунтового гербіциду Кратос з нормою 2,2 л/га, вилив робочого розчину – 100 л/га.
8	Внесення ЗЗР	28.05.25	Case Patriot 4430	Внесення страхового гербіциду Майстер Пауер – 1,25 л/га, Оріон – 0,01 кг/га, Лимонна к-та – 0,03 кг/га. Вилив робочого розчину – 100 л/га.
9	Позакореневе підживлення	16.06.25	Case Patriot 4430	Сульфат магнію – 3 кг/га, Гуміфілд Форте Аміно – 0,5 л/га, норма виливу робочого розчину – 100 л/га.
10	Обмолот	01.10.25	Case 5088	Вологість при збиранні 20 %, засміченість 2,8 %, фактична урожайність – 9,7 т/га

У більшості випадків у господарстві проводиться глибоке рихлення з одночасним внесенням добрив – як основний обробіток ґрунту (табл. 1). Інколи можливе проведення оранки на глибину 30 см. Якщо на полі наявні ущільнення ґрунту, то можливе проведення рихлення на 45 см. На частині площ одночасно відбувається внесення як комплексного добрива, так і карбаміду. На полях де заплановано рихлення лише з комплексним добривом додатково буде вноситись безводний аміак у кількості 100 кг/га. Дивлячись на погодні умови та якість виконання глибокого рихлення може відбуватись осіннє вирівнювання, тобто дискування. Завдяки цьому краще подрібнюються та перемішуються рослинні рештки, руйнується велика грудка, вирівнюється поле. Особливо важливе вирівнювання в посушливі роки, коли глибоке рихлення є не ідеальним. При даному заході створюються кращі умови для внесення безводного аміаку без газоподібних втрат. Якщо умови складаються належними, то вирівнювання площі відбувається не після глибокого рихлення, а після внесення безводного аміаку. Рішення приймаються безпосередньо в полі, після огляду проведення технологічних операцій. Навесні першим заходом є закриття вологи. Для цього використовують культиватори та борони.

Передпосівну культивуацію проводять культиваторами, також можливе використання борони. За стислих термінів можливе проведення передпосівного обробітку агрегатом True-tandem. Інколи після закриття вологи може проводитись внесення гербіцидів суцільної дії та подальший посів. Посів кукурудзи відбувається після посіву соняшника, адже ця культура висівається першою. Глибина посіву, залежно від наявності вологи, може становити 4,5-5 см. На площах, де відбувалось глибоке рихлення завжди використовують очисники ряду. Після посіву відбувається внесення ґрунтового гербіциду, а надалі страхового. У фазу BBCH 17-18 проводиться фоліарне підживлення. За потреби проводиться II внесення страхового гербіциду. Дивлячись на погодні умови можливе проведення десикації на основі гліфосату. Фіолетовим кольором позначено чорноземи глибокі малогумусні, блідо-зеленим – чорноземи глибокі малогумусні карбонатні, бірюзовим кольором – чорноземи лучні глибоко суглинкові (рис. 1). Як бачимо різний ґрунтовий покрив сформувався поблизу річок, що були раніше в цій місцевості. На полі також наявна строкатість рельєфу. Є долини та невеликі підвищення.

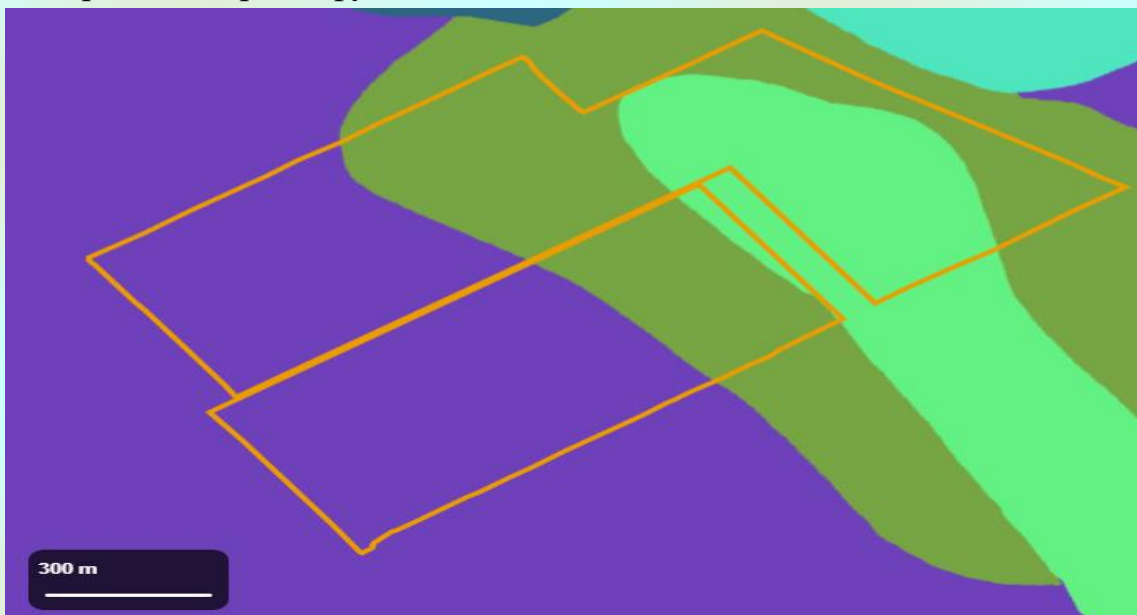


Рис. 1. Ґрунтовий покрив поля 17.04.2025

Аналіз знімків NDVI min-max даного поля під час активної вегетації.

Станом на 29.06 (рис. 1) помітно, що в зоні лучних чорноземів вегетація культури набагато активніша. На ділянці з чорноземами карбонатними спостерігається менший індекс вегетації на рівні 0,8-0,85. У зоні чорноземів малогумусних станом на 15.07. (рис 2) спостерігається зменшення індексу вегетації, а на чорноземах лучних культура ще активно вегетує чому свідчить індекс на рівні 0,89. Стають помітними пониження та пагорби які наявні на полі та впливають на випаровування вологи.

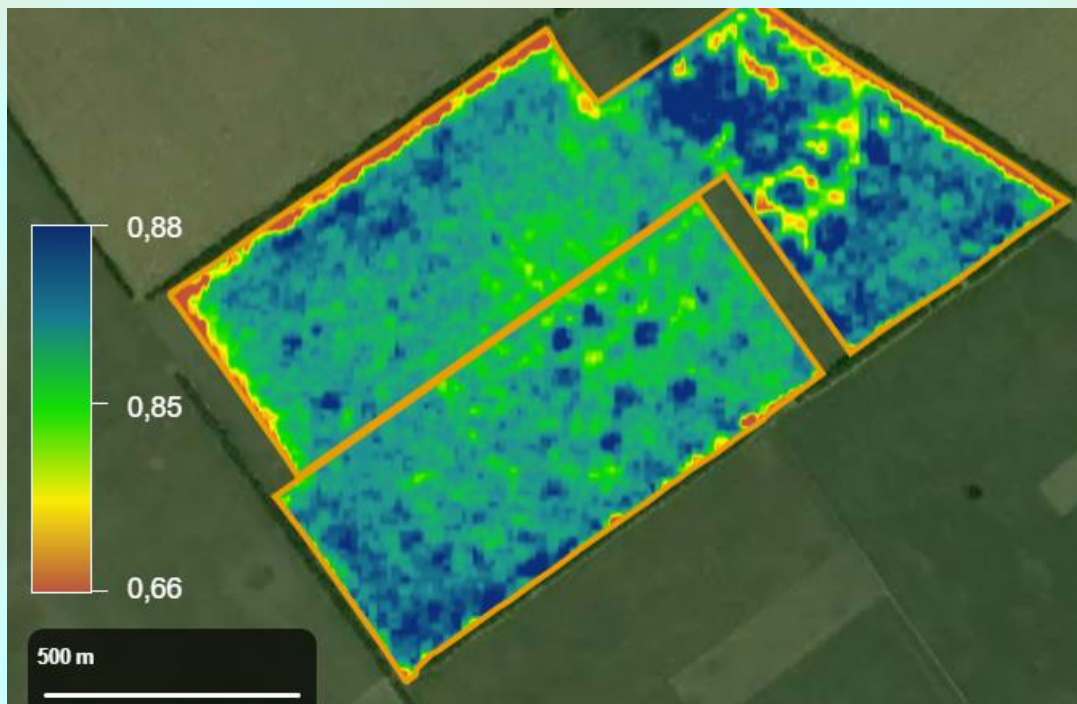


Рис. 2 Знімок 29.06.2025 NDVI min-max даного поля під час активної вегетації

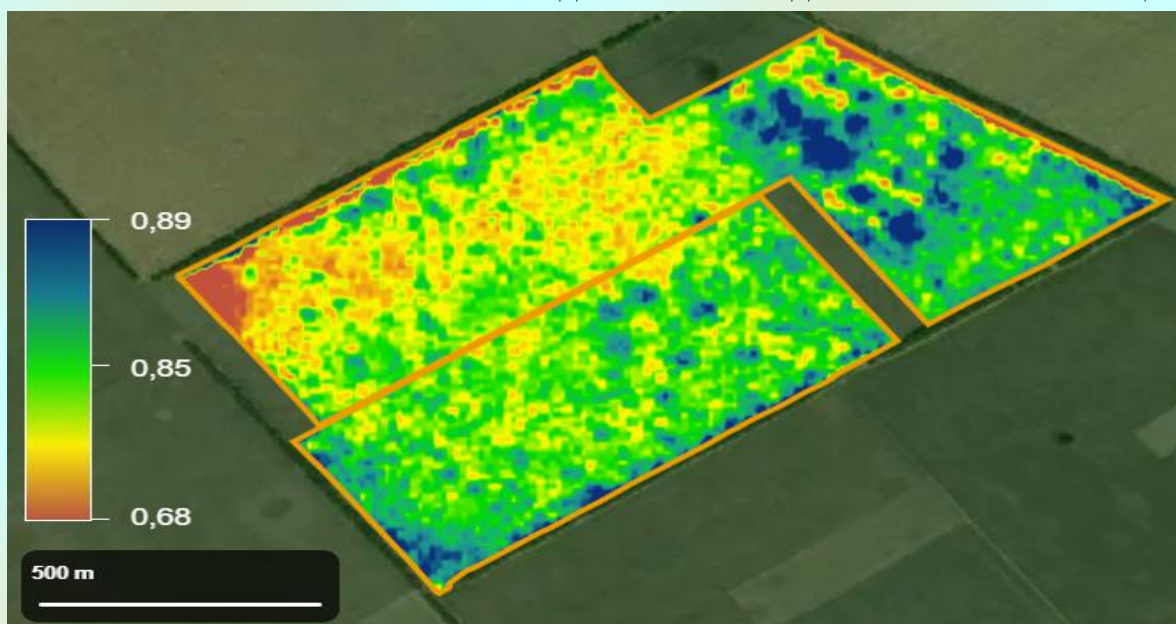


Рис. 3. Знімок досліджуваного поля кукурудзи 15.07.2025 NDVI

Станом на 15.08. у чорноземах малогумусних вегетація кукурудзи йде до закінчення (рис. 3), наявні зони з індексом 0,78. Відображається крайовий ефект про що свідчить індекс на рівні 0,92. На лучних чорноземах суттєвих змін стану зеленої рослинності не помітно. Це свідчить про те, що на даному типі ґрунту культура має найбільший період активної вегетації. Завдяки цьому визначаються якісні та кількісні показники врожаю.

За аналізу всіх знімків та карти ґрунтів можна помітити кореляційну залежність між врожайністю кукурудзи та типами ґрунту наявними на даному полі, що відображається на карті врожайності (рис 4). Особливо це помітно на

чорноземах лучних, що мають ділянки з врожайністю понад 13,35 т/га. Даний тип ґрунту має хороші агрохімічні показники, а саме високий показник ЄКО. Великої різниці між чорноземами малогумусними не помітно, однак є ділянки на карбонатних ґрунтах з врожайністю 5 т/га. Можливо надлишковий кальцій перешкоджає засвоєнню інших поживних елементів. Це питання варто дослідити. Також на карті врожайності помітні невеликі ділянки з високою врожайністю – це долини, в них наявне більше накопичення вологи, що слугує активному росту та розвитку культури.

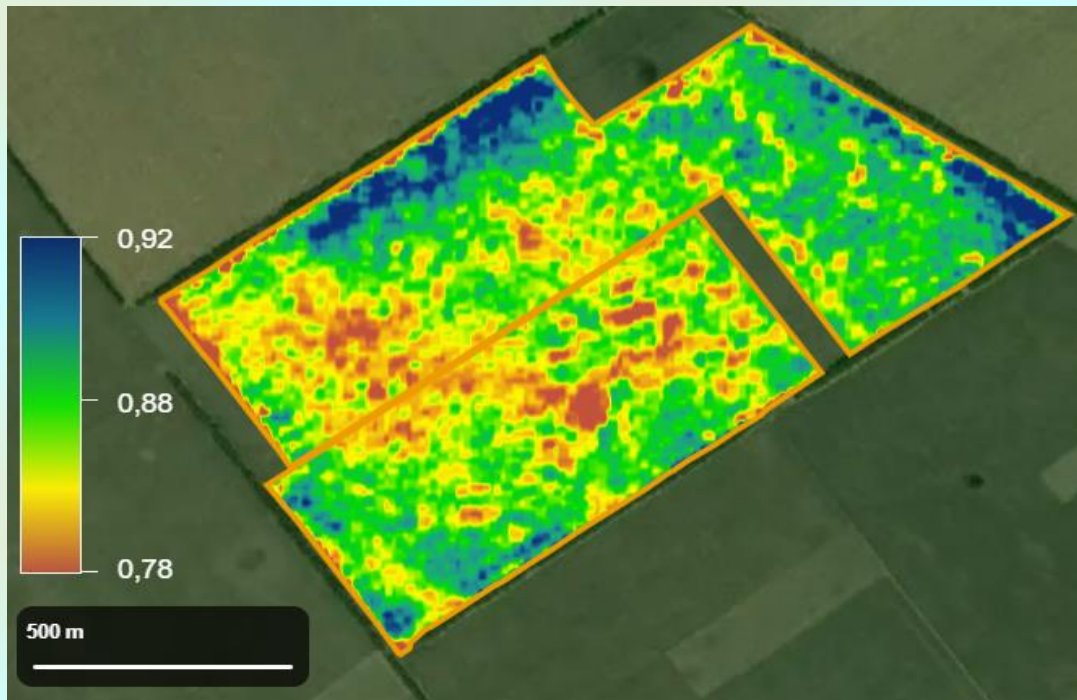


Рис. 4. Знімок досліджуваного поля кукурудзи 15.08.2025 NDVI

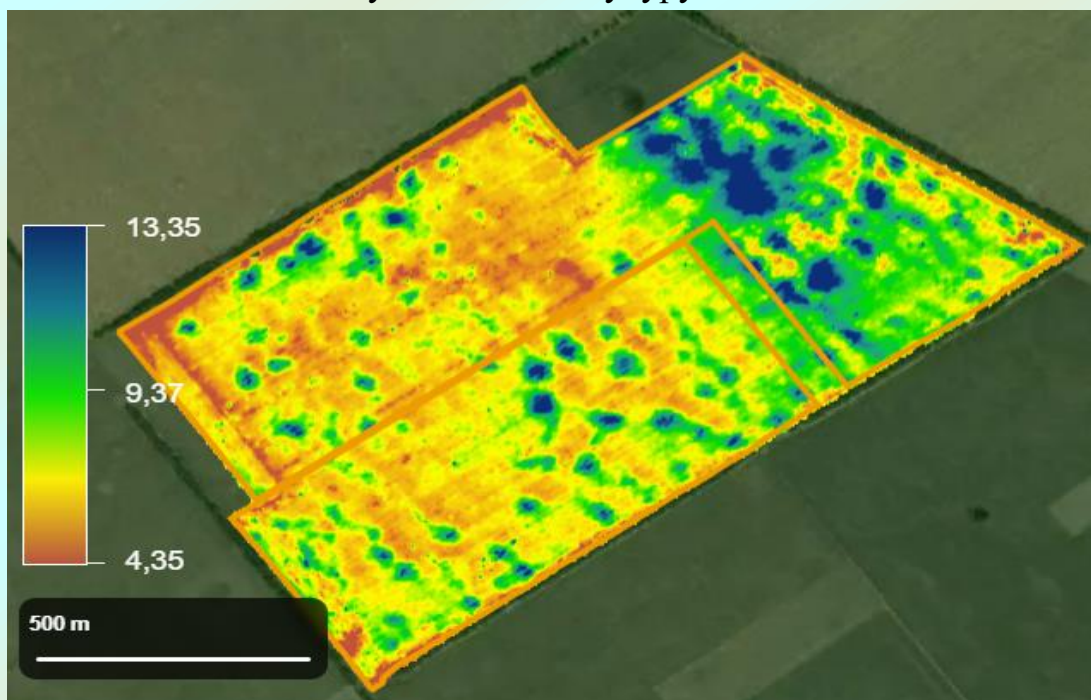


Рис. 5. Карта врожайності кукурудзи на зерно 2025 року

Підсумовуючи, слід відмітити, щоб отримати максимальний прибуток з кожного гектара, потрібно бути максимально ефективними. Згідно проведених досліджень та аналізів варто зауважити, що застосування однієї технології вирощування в межах одного поля може бути прибутковим, але не на всі 100 %. Тому для отримання якісних та кількісних показників врожайності варто запровадити наступні зміни:

1)Застосування диференційованого внесення добрив на основі проведених систематичних аналізів ґрунту, карт врожайності, рельєфу, знімків NDVI.

2)Здійснення зонального відбору проб для даного поля, адже на полі добре помітні неоднорідні ділянки в яких ріст та розвиток культури відрізняється.

3)Впровадження диференційованого посіву. В зонах з більшою продуктивністю варто збільшити норму висіву, а в зонах де культура має менший період активної вегетації – зменшити, це дає можливість уникнути конкуренції за вологу та поживні речовини.

УДК 635.1:631.53

РІСТ І РОЗВИТОК РЕДЬКИ ЛОБА ЗА ЛІТНІХ ТЕРМІНІВ СІВБИ

Іван Федосій, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри овочівництва і закритого ґрунту

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: fedosii@nubip.edu.ua

Глобальні кліматичні зміни змушують сучасне овочівництво орієнтуватися на здатність культур максимально розкривати свій генетичний потенціал за несприятливих умов середовища [1]. Серед швидкостиглих коренеплодів особливу цінність має редька (*Raphanus sativus* L.), багата на антиоксиданти, зокрема поліфеноли та глюкозинолати [2]. Формування її високої продуктивності та накопичення біоактивних речовин безпосередньо залежить від узгодженості між особливостями генотипу та термінами сівби. Це зумовлює необхідність коригування елементів агротехніки задля послаблення дії абіотичних стресів [3]. Значущість оптимізації термінів сівби доведена й на прикладі інших сільськогосподарських культур, де цей чинник суттєво визначав мінливість господарських і біометричних показників [4, 5].

Серйозним дестабілізуючим чинником останніх десятиріч є явище «тропічних ночей», яке гальмує метаболічну регенерацію холодостійких

рослин. Із початком ХХІ століття почастишали випадки, коли нічна температура залишається вищою за критичні значення, що спричиняє надмірну інтенсифікацію дихання та дефіцит вуглеводних запасів у рослинах [6]. Паралельно з цим, воєнні дії в Україні створили додаткові загрози: забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами й важкими металами, руйнування меліоративних мереж (зокрема внаслідок підриву Каховської ГЕС) та масштабні лісові пожежі, які трансформують локальний мікроклімат [7]. Такі кліматичні аномалії поглиблюють дефіцит вологи й посилюють абіотичний стрес, до якого надзвичайно чутливі холодостійкі коренеплоди родини капустяних. Зокрема, поєднання температурного стресу та нерегулярного поливу прискорює лігніфікацію периферійних тканин, викликаючи розтріскування гіпокотилу [8]. У посівах літнього терміну сівби це явище часто поєднується з утворенням пустот у коренеплодах [9].

В умовах України раціональне використання посівних площ після збирання весняної картоплі передбачає розширення асортименту повторних культур. Поряд із формуванням другого врожаю картоплі, технологічно обґрунтованим є вирощування у повторних посівах літніх термінів таких овочевих культур як дайкон, ріпа й редька лобо.

Мета дослідження полягала у визначенні закономірностей формування продуктивності та товарних показників коренеплодів редьки лоба залежно від термінів сівби та сортових особливостей в умовах Лісостепу України.

Науково-дослідну роботу проведено у 2022–2024 рр. в умовах НЛ «Плодоовочевий сад» Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна). Експериментальні дослідження проводили на темно-сірому підзолистому легкосуглинковому ґрунті. Потужність гумусово-аккумулятивного горизонту становить 24–28 см. Фізико-хімічний профіль ґрунту свідчить про нейтральну реакцію середовища ($\text{pH}_{\text{KCl}} 6,74$) та середній вміст органічної речовини (2,71%) (ДСТУ 4362:2004) [27]. Агрохімічний аналіз показав середню забезпеченість мінеральним азотом ($\text{NO}_3 + \text{NO}_4 = 18,1 \text{ мг кг}^{-1}$) та високий і дуже високий рівні вмісту рухомого фосфору ($\text{P}_2\text{O}_5 568,83 \text{ мг кг}^{-1}$) та обмінного калію ($\text{K}_2\text{O} 152,93 \text{ мг кг}^{-1}$). Фізичні властивості характеризуються щільністю складення $1,36\text{--}1,38 \text{ г см}^{-3}$ та вмістом фізичної глини на рівні 20–21%. Глибина залягання ґрунтових вод перевищує 7 м.

Середньорічна температура повітря послідовно зростала від $9,7^\circ\text{C}$ у 2022 році до $10,8^\circ\text{C}$ у 2023 році та сягнула аномальних $11,4^\circ\text{C}$ у 2024 році, що суттєво перевищило середню багаторічну норму ($9,0^\circ\text{C}$). Відповідно, сума активних температур понад 10°C за період квітень–жовтень збільшувалася від

1326,6 °C до 1838,2 °C на тлі екстремальних літніх хвиль тепла. Річна сума опадів демонструвала виражену динаміку: від дефіцитних 522,3 мм у 2022 році вона зросла до 714,3 мм у 2023 році, після чого становила 619,5 мм у 2024 році при багаторічній нормі 618,0 мм. У травні стабільно фіксувався брак вологи, тоді як у серпні та вересні спостерігалися різкі коливання – від надмірного зволоження у 2022 році до суттєвого дефіциту опадів у 2023, 2024 роках, що відбувалося на тлі аномально високих температур повітря.

Об'єктами дослідження виступали вітчизняні сорти редьки лобо (*Raphanus sativus* L. subsp. *sinensis* convar. *lobo* Sazon. et Stankev.) – Лебідка та Трояндова. Обидва сорти виведені в Інституті овочівництва і баштанництва НААН та включені до Державного реєстру сортів рослин України з 1999 року. Вибір зазначеного сортового матеріалу зумовлений їхньою високою фенотиповою пластичністю до підвищеного температурного режиму влітку, а також придатністю для культивування у повторних і післяукісних посівах.

Для визначення реакції культур на коливання гідротермічних умов та тривалості світлового дня схемою досліду передбачено чотири терміни сівби з інтервалом у 10 діб: D1 – перша декада липня; D2 – друга декада липня; D3 – третя декада липня; D4 – перша декада серпня. Такий підхід дозволив проаналізувати характер впливу фотоперіоду та температури на ранніх етапах онтогенезу рослин. Зважаючи на те, що редька лобо є культурою довгого дня, саме тривалий світловий період у поєднанні з високими температурами провокує її передчасне стрілкування, що блокує формування коренеплодів.

Польові досліді закладали за рендомізованою схемою у триразовому просторовому повторенні впродовж трирічного періоду (2022–2024 рр.). Облікова площа елементарної ділянки (одного варіанта у повторенні) становила 5 м². Схема розміщення рослин 45 × 10 см.

Узагальнена оцінка впливу термінів сівби на досліджувані сорти редьки лоба (рис. 1) свідчить про виражену міжсорткову диференціацію за динамікою накопичення маси коренеплоду. Зафіксовано, що за сівби у липні (D1–D3) сорт Трояндова стабільно домінував, перевищуючи показники сорту Лебідка на 25,0–33,4 г. Водночас перенесення сівби на першу декаду серпня (D4) кардинально змінило вектор сортової реакції: середня маса коренеплоду сорту Трояндова суттєво зменшилася до 204,6 г, тоді як сорт Лебідка продемонстрував математично доведену перевагу, сформувавши масу 224,3 г. Відсутність взаємного перетину планок 95%-го довірчого інтервалу (CI) у точці D4 переконливо підтверджує вірогідність вищих показників сорту Лебідка (на 19,7 г) за пізньої сівби. Отже, конфігурація довірчих інтервалів вказує на вищий

рівень адаптивності сорту Лебідка щодо формування продуктивності в умовах зменшення тривалості фотоперіоду.

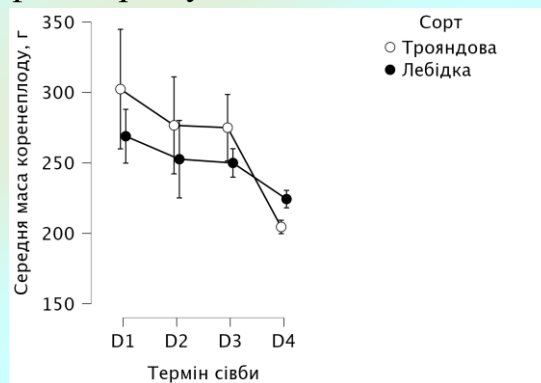


Рис. 1. Вплив терміну сівби на масу коренеплоду різних сортів редьки лоби (2022–2024 рр.)

Примітка: Дані представлені як середні значення ($n = 9$). Планки похибок (error bars) відповідають 95% довірчому інтервалу (CI). D1, D2, D3, D4 – терміни сівби (відповідно I, II, III декади липня та I декада серпня).

Перенесення термінів сівби на період після 20 липня дозволило уникнути негативного впливу пікових значень липневих температур, а природне зменшення тривалості фотоперіоду до 15 годин заблокувало тригери цвітушності, обмеживши рівень стрілкування межами 2,1–2,8%. Графічна інтерпретація результатів (рис. 2) демонструє вирівнювання показників обох сортів у міру наближення дат висіву до кінця літа. Зокрема, у варіантах третьої декади липня та першої декади серпня фіксується взаємне перекриття планок довірчих інтервалів. Це вказує на згладжування міжсорткових відмінностей та їх перехід у категорію статистично неістотних. Отримані дані підтверджують, що в умовах скороченого світлового дня специфіка генотипу втрачає свій домінуючий вплив, завдяки чому інтенсивність генеративного розвитку стабілізується на мінімальному рівні – 0,8–1,1% (термін сівби D4).

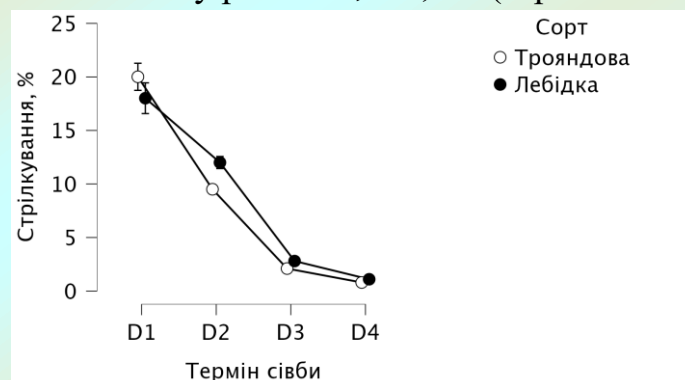


Рис. 2. Вплив терміну сівби на стрілкування сортів редьки лоби (2022–2024 рр.)

Примітка: Дані представлені як середні значення ($n = 9$). Планки похибок (error bars) відповідають 95% довірчому інтервалу (CI). D1, D2, D3, D4 – терміни сівби (відповідно I, II, III декади липня та I декада серпня).

Синтез результатів трирічного польового дослідження дав змогу констатувати, що термін сівби є ключовим екологічним чинником, який детермінує особливості онтогенезу, фітосанітарний стан посівів та фінальну врожайність редьки лоба в Лісостепу України. Динаміка тривалості фотоперіоду та температурного фону в літньо-осінній період безпосередньо корелює співвідношення між вегетативними й генеративними процесами в рослині, зумовлюючи інтенсивність передчасного стеблуння та якісні характеристики товарних коренеплодів.

Встановлено, що сівба культури у першій половині липня (варіанти D1, D2) спричиняє глибокий фізіологічний стрес. Проходження початкових етапів органогенезу за умов максимального світлового дня (понад 16 год) та літнього термічного шоку провокує передчасне стрілкування (до 20,0%), а також інтенсифікує утворення морфологічних аномалій коренеплодів. Водночас, накладання вразливих фаз розвитку рослин на пік генерації капустяної мухи (*Delia radicum* L.) призводить до пошкодження підземної частини личинками шкідника на рівні 25,1–27,3%. Як наслідок, вихід товарної продукції за таких умов критично знижується до 45,4–52,0%.

Таким чином, експериментально обґрунтовано, що оптимальним агротехнічним терміном для культивування редьки лоба у повторних посівах Лісостепу України є третя декада липня (варіант D3). Проведення сівби у цей період дозволяє рослинам уникнути негативного впливу тривалого фотоперіоду (тривалість дня становить менше ніж 15 годин), завдяки чому рівень передчасного стрілкування мінімізується до 2,1–2,8%. Крім того, такі терміни сівби захищають сходи від масової яйцекладки літньої генерації капустяної мухи. Зазначений комплекс факторів забезпечує формування максимальної товарної врожайності на рівні 38,9–42,2 т/га за високої частки виходу товарних коренеплодів (70,5–72,0%).

Список використаних джерел

1. Dhand, A.; Garg, N. Genotype $\times$ environment interaction using AMMI and MTSI analysis for growth and yield attributes of radish (*Raphanus sativus* L.) under high temperature stress conditions of north Indian plains. *Sci. Hortic.* 2023, 313, 111880. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111880>
2. Manivannan, A.; Kim, J.H.; Kim, D.S.; Lee, E.S.; Lee, H.E. Deciphering the nutraceutical potential of *Raphanus sativus* – A comprehensive overview. *Nutrients* 2019, 11, 402. <https://doi.org/10.3390/nu11020402>

3. Mohan, V.R.; MacDonald, M.T.; Abbey, L. Impact of water deficit stress on *Brassica* crops: Growth and yield, physiological and biochemical responses. *Plants* 2025, 14, 1942. <https://doi.org/10.3390/plants14131942>
4. Tkach, O. Photosynthetic activity of chicory root plants. *Sci. Rep. NULES Ukr.* 2020, 16, 107–116. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.010>
5. Bobos, I.; Fedosiy, I.; Zavadska, O.; Komar, O.; Tonkha, O.; Furdyha, M.; Rucins, A. Impact of sowing dates on the variability of different traits of fenugreek. *Rural Sustain. Res.* 2022, 47, 37–46. <https://doi.org/10.2478/plua-2022-0006>
6. Klok, S.; Kornus, A.; Kornus, O.; Danylchenko, O.; Skyba, O. Tropical nights (1976–2019) as an indicator of climate change in Ukraine. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2023, 1126, 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1126/1/012023>
7. Clark, J.N. Environmental harms and entangled lifeworlds in the Russia-Ukraine war: A relational reframing of transitional justice. *J. Interv. Statebuild.* 2026, 20, 288–309. <https://doi.org/10.1080/17502977.2025.2533716>
8. Singh, B.K.; Karmakar, P. *Improved Production Technology for Root Crops*; IIVR Training Manual No. 59; ICAR-Indian Institute of Vegetable Research: Varanasi, India, 2015; pp. 120–133.
9. Kano, Y.; Fukuoka, N. Effects of soil temperature on hollowness in Japanese radish (*Raphanus sativus* L. cv. ‘Gensuke’). *Sci. Hortic.* 1995, 61, 157–166. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(94\)00741-W](https://doi.org/10.1016/0304-4238(94)00741-W)

УДК 633.11:631.81

ВПЛИВ ФОЛІАРНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Олена Літвінова, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Марія Шелест, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
ОПП «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: litvinova@nubip.edu.ua

Анотація: Наведено результати досліджень щодо впливу фоліарного підживлення препаратом Реаком-Плюс-Мікромакс у нормі (1 л/га) на формування продуктивності пшениці озимої сорту ЖТ Депот. Встановлено особливості росту й розвитку рослин, зміни біометричних показників, структури врожаю та визначена ефективність використання фоліарного

підживлення. Доведено, що поєднання позакореневого підживлення із сучасними методами моніторингу посівів сприяє оптимізації системи живлення та забезпечує формування високої врожайності зерна.

Вступ: В умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва особливого значення набуває оптимізація системи живлення рослин, яка забезпечує реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів пшениці озимої. Поряд із застосуванням азотних, фосфорних і калійних добрив важливу роль у формуванні врожаю та якості зерна відіграють мікроелементи - бор, мідь, марганець, цинк і молібден, які беруть участь у регуляції фізіолого-біохімічних процесів, підвищують інтенсивність фотосинтезу та сприяють ефективнішому використанню елементів живлення рослинами [1, 2].

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності живлення є позакореневе внесення мікродобрив, яке забезпечує оперативне надходження елементів живлення в критичні періоди розвитку рослин і позитивно впливає на формування врожайності та якості зерна [3,4]. Використання сучасних засобів діагностики, зокрема супутникового моніторингу, дозволяє своєчасно визначати потребу посівів у додатковому підживленні та підвищувати ефективність використання добрив [5,6].

Актуальність теми та постановка проблеми: В умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та сучасних кліматичних змін особливого значення набуває вдосконалення системи живлення пшениці озимої, спрямоване на максимальну реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів. Зростання частоти посушливих періодів, температурних стресів і нерівномірного розподілу опадів призводить до погіршення засвоєння рослинами поживних елементів із ґрунту, що негативно впливає на продуктивність посівів та якість зерна. За таких умов важливого значення набуває використання позакореневого (фоліарного) підживлення, яке забезпечує оперативне надходження макро- та мікроелементів у критичні фази росту й розвитку рослин. Дослідження останніх років свідчать, що застосування фоліарних добрив сприяє збільшенню кількості колосків, маси зерна та підвищенню вмісту білка в зерні пшениці озимої.

Метою досліджень була оптимізація продуктивності пшениці озимої на чорноземі типовому за позакореневого внесення добрив.

Методи: Дослідження із вивчення ефективності дії препарату **Реаком-Плюс-Мікромакс**, у нормі 1 л/га, що містить хелатовані форми мікроелементів, мезоелементів магнію і сірки, стимулюючі концентрації азоту в декількох формах і калію, застосовувались у посівах озимої пшениці за різних рівнів ґрунтової неоднорідності. Дослідження проводились у 2026 р. в

стаціонарному досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва на лучно-чорноземному ґрунті, ВП НУБіП України “Агрономічна дослідна станція” с. Пшеничне, Київської області, Васильківського району. Площа посівної ділянки – 175 м², облікової – 100 м², повторність дослідів – чотирихразова. Розміщення варіантів систематичне. Попередник високоврожайний гібрид соняшнику НК БРІО інтенсивного типу вирощування. Цьогорічна культура пшениця озима, сорту РЖТ Депот. Використовували загально прийняту агротехніку зони Північного Лісостепу України. Дослідження проводилися польовим методом.

Результати: Результати досліджень свідчать про позитивний вплив фоліарного підживлення на ріст і розвиток рослин пшениці озимої. Так у фазу ВВСН 41–51 висота рослин становила 52 см, кількість пагонів - 2,1 шт./рослину, із яких продуктивних - 1,4 шт./рослину. Кількість листків досягала 6,5 шт./рослину, площа листової поверхні - 142 см², а листовий індекс становив 6,0. Маса надземної частини рослин дорівнювала 8,2 г, а кореневої системи - 1,8 г. Аналіз біометричних показників у фазі ВВСН 71–77 показав, що висота рослин збільшилася до 65 см, маса надземної частини - до 14,6 г, кореневої системи - до 2,2 г. Діаметр стебла становив 4,2 мм, а співвідношення надземної та підземної маси - 6,6:1. У фазі повної стиглості (ВВСН 87–89) висота рослин досягала 68 см, маса надземної частини становила 12,4 г, кореневої системи - 2,1 г, а площа листової поверхні зменшилася до 22 см² унаслідок природного старіння листків.

Аналіз структури врожаю показав, що густина продуктивного стеблостою становила 546 шт./м². Кількість колосків дорівнювала 546 шт./м², або 1,3 колоса на рослину. У середньому в одному колосі формувалося 36 зерен, а на одну рослину припадало в середньому 46,8 зернини. Маса 1000 зерен становила 44,4 г, маса зерна - 872,8 г/м², що забезпечило формування біологічної врожайності на рівні 8,73 т/га.

Отримані результати свідчать, що позакореневе підживлення сприяло формуванню потужного фотосинтетичного апарату, оптимізації азотного живлення та підвищенню продуктивності пшениці озимої.

Висновок: Фоліарне підживлення препаратом «Реаком-Плюс-Мікромакс» у нормі 1 л/га забезпечило покращення біометричних показників рослин пшениці озимої, підвищення ефективності використання елементів живлення та формування високопродуктивного фітоценозу. За результатами досліджень сформовано врожайність зерна на рівні 8,73 т/га, що підтверджує ефективність використання позакореневого підживлення в сучасних технологіях вирощування пшениці озимої.

Список використаних джерел

1. Ткачук В.М. Урожайність сортів озимої пшениці залежно від технологій вирощування, азотного живлення в умовах центрального Лісостепу України / В.М. Ткачук, Т.В. Панченко, В.М. Московчук. – Біла Церква: Вісник БДАУ. Вип. 43, 2006. С. 65-67.
2. Моргун В. В., Санін Є. Ю., Швартау В. В. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та системи живлення і захисту озимої пшениці. Київ: Логос. 2014. 148 с
3. Хомяк П. В. Урожайність та якість зерна озимої пшениці залежно від сорту, умов живлення та розміщення в сівозміні. Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур. Вип. 14. 2012. С. 375–379.
4. Diacono, M., Rubino, P., & Montemurro, F. (2013). Precision nitrogen management of wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 219–241. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0111-z>
5. Lemaire, G., Jeuffroy, M. H., & Gastal, F. (2008). Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. *European Journal of Agronomy*, 28, 614–624. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.01.005>
6. Prost, L., & Jeuffroy, M.-H. (2007). Replacing the nitrogen nutrition index by the chlorophyll meter to assess wheat N status. *Agronomy for Sustainable Development*, 27, 321–330. <https://doi.org/10.1051/agro:2007032>

УДК 633.14"324":631.8

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПРОДУКТИВНИХ ПАГОНІВ ЖИТА ОЗИМОГО

Вікторія Пилипенко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва

Вадим Шпітун, аспірант кафедри рослинництва

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: vpylypenko@nubip.edu.ua

Анотація. Висвітлено результати дослідження застосування регуляторів росту на морфометричні показники жита озимого. Проведено оцінку висоти рослин, довжини міжвузлів, довжини колоса, коефіцієнта куціння та збереженості попередньо відібраних потенційно продуктивних пагонів. Встановлено, що застосування регуляторів росту достовірно впливали на висоту рослин та архітектуру стебла. Найбільше скорочення висоти

забезпечив варіант Церон (1 л/га), однак він супроводжувався найнижчою збереженістю потенційно продуктивних пагонів. Найбільш збалансованим за поєднанням збереження продуктивного стеблостою та морфометричної реакції виявився контрольний варіант через погодно-кліматичні умови, які сталися після внесення препаратів.

Ключові слова: гібрид, жито озиме, регулятори росту, міжвузля, продуктивні пагони, кущіння.

Вступ. Жито озиме є культурою з високою адаптивністю до умов Полісся, однак за інтенсивної технології вирощування та формування потужного стеблостою зростає ризик надмірного видовження міжвузлів і вилягання [1, 2]. Застосування регуляторів росту в зернових культур спрямоване не лише на зниження висоти рослин, а й на формування міцнішої архітекτονіки стебла, оптимізацію продуктивного ярусу та зменшення втрат урожайності внаслідок вилягання [3, 5]. Водночас, надмірне або несвоєчасне регулювання росту може супроводжуватися пригніченням частини пагонів, тому оцінка ефективності має включати не тільки висоту рослин, а й збереженість потенційно продуктивних пагонів [4, 7].

Мета дослідження – оцінити ефективність застосування регуляторів росту на морфометричні показники рослин жита озимого гібриду ТАУО, його структуру стеблостою та збереженість потенційно продуктивних пагонів у польових умовах.

Методи. Польові дослідження проводили впродовж 2025 року на полях товариства з обмеженою відповідальністю «ФГ Поляна» Рівненської області відповідно до методик польового дослідження в посівах жита озимого гібриду ТАУО. Схема дослідження передбачала такі варіанти: контроль (обробка водою); Медакс (0,6 л/га); Церон (1 л/га); ХМХ (1,5 л/га); Моддус (0,6 л/га). Обробку посівів препаратами проводили 20 квітня 2026 року, відповідно до схеми дослідження в мікростадії росту й розвитку рослин ВВСН 31-32. Норму висіву становила 1,8 млн. сх. насінин на 1 га. Ширина міжряддя становила 12,5 см, а глибина загортання насіння 2-3 см.

Виконано два польові обліки: перший – 19 квітня (до внесення ріст-регуляторів), другий – 19 травня (після внесення ріст-регуляторів). У першому обліку визначали висоту рослин та довжину сформованих міжвузлів; у другому – довжину кожного міжвузля, довжину колоса та загальну висоту рослин. Загальний масив другого обліку становив 250 пагонів. Для оцінки продуктивного стеблостою під час першого обліку було виконано за кількісною методикою підрахунку продуктивних пагонів, та повторний облік кількості збережених продуктивних пагонів було виконано через місяць після внесення

ріст регуляторів. Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою дисперсійного аналізу з використанням програмного забезпечення R-studio.

Результати дослідження показали високу ефективність застосування регуляторів росту на рослини жита озимого гібриду ТАУО, а саме значне вкорочення довжини стебла та колоса. До внесення ріст-регуляторів середня висота рослин становила 36,3 см, довжина першого міжвузля – 5,0 см, другого – 3,7 см, третього – 0,7 см.

Таблиця 1. Морфометрична реакція жита озимого на різні схеми ріст-регуляції за результатами другого польового обліку

Варіант	Висота рослин, см	Відхилення від контролю, см	Довжина колоса, см	Збереженість позначених пагонів, %
Контроль (обробка водою)	111,5	—	9,3	102,9*
Медакс	92,8	-18,8	9,0	80,3
Церон	85,3	-26,2	9,5	66,7
ХМХ	106,2	-5,3	10,1	89,1
Моддус	124,1	+12,5	9,5	н/д

*Примітка. За показником висоти рослин ефект схем був статистично достовірним: $F = 69,28$; $p < 0,001$; $HP05 \approx 5,1$ см. *Значення понад 100 % у контролі свідчить не про «негативну абортацию», а про додаткове включення частини підгонів у продуктивний ярус або особливість повторного польового підрахунку.

Висота рослин варіювала в межах 85-11,5 см залежно від варіанту досліду. Найкоротшими були рослини за застосування регулятора росту Церон та становив –26,2 см, що на 23,5 % більше порівняно з контролем. Препарат Медакс також істотно обмежував видовження стебла – на 18,8 см, що на 16,8 % відносно контролю, препарат ХМХ мав слабший ефект за загальною висотою, проте забезпечив найбільшу середню довжину колоса – 10,1 см. У варіанті де застосовували регулятор Моддус середня висота рослин була вищою за контроль, що може свідчити про недостатній ретардантний ефект та становила 124,1 см.

Аналіз довжини міжвузель показав, що перше міжвузля реагувало на ріст-регуляцію найменше, тоді як друге-шосте міжвузля мали достовірні відмінності між варіантами. Найбільш практично цінним є скорочення верхніх міжвузель, оскільки саме вони значною мірою формують центр ваги рослини та ризик вилягання. За застосування ріст-регулятору Церон довжина п'ятого міжвузля становила 22,0 см проти 30,2 см у контрольному варіанті, а шостого – 20,2 см проти 30,6 см. Це підтверджує сильний ретардантний ефект, але одночасно потребує оцінки можливого пригнічення продуктивного стеблостою.

Коефіцієнт кушіння, при цьому був найвищим у контролі – 6,38. Серед варіантів із ріст-регуляторами вищі значення мали варіанти із застосування регуляторів росту Моддус – 4,91 та Медакс – 4,25; нижчі – ХМХ – 3,77 і Церон – 2,65. Отже, сильніше обмеження росту не завжди є агрономічно кращим, якщо воно супроводжується зменшенням кількості пагонів, здатних сформувати продуктивний колос.

Окрему наукову цінність має облік попередньо позначених потенційно продуктивних пагонів [6, 8]. Серед варіантів із ріст-регуляторами найвищу збереженість забезпечила внесення ХМХ (1,5 л/га) – 89,1 %, Медакс (0,6 л/га) – 80,3 %. Найнижчими показниками продуктивних пагонів характеризувався варіант із застосуванням Церону (1 л/га) – 66,7 %. Різниця між трьома варіантами застосування рістрегуляторів за часткою збережених пагонів була статистично значущою ($\chi^2 = 8,54$; $p = 0,014$). Найчіткіший контраст спостерігався між варіантами застосування ХМХ та Церон, що свідчить про різну фізіологічну жорсткість щодо формування продуктивного стеблостою.

Висновки. Результати польових обліків підтвердили, що оцінка ефективності ріст-регуляторів у посівах жита озимого має базуватися не лише на показнику зниження висоти рослин, а й на аналізі довжини міжвузлів, довжини колоса, коефіцієнта кушіння та збереженості потенційно продуктивних пагонів. Церон (1 л/га) забезпечив найшвидше вкорочення висоти рослин й верхніх міжвузлів, але мав найвищу частку втрати попередньо відібраних продуктивних пагонів, при цьому Медакс проявив збалансований ретардантний ефект із помірною збереженістю продуктивного стеблостою, ХМХ забезпечив найкращу збереженість потенційно продуктивних пагонів і найбільшу середню довжину колоса.

Список використаних джерел

1. Rademacher W. Plant Growth Regulators: Backgrounds and Uses in Plant Production. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2015. Vol. 34. P. 845–872. DOI: 10.1007/s00344-015-9541-6.
2. Мойсієнко В. В., Тимошук Т. М., Назарчук О. П., Дяков Т. В. Оптимізація елементів технології вирощування гібридного жита в умовах Полісся. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 3. С. 66–73. DOI: 10.31210/visnyk2021.03.08
3. Куриленко А. О., Кучменко О. Б. Вплив метаболічно активних речовин на структуру врожаю та врожайність озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія «Біологія»*. 2022. Т. 82, № 1–2. С. 57–65. DOI: 10.25128/2078-2357.22.1-2.9

4. Каленська С. М., Кравченко Л. О., Короленко О. І., Єгупова Т. В. Регулятори росту рослин при вирощуванні озимого жита і тритикале. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2003. Вип. 4. С. 77–86.
5. Pinheiro M. G., Souza C. A., Silva E. R., Carneiro Junior J. F. C., Basilio A. F., Bisato M. M., Kandler R., Junkes G. V. Trinexapac-ethyl as an Alternative to Reduce Lodging and Preserve Grain Yield and Quality of Rye. *Journal of Agricultural Science*. 2021. Vol. 13, No. 1. P. 62. DOI: 10.5539/jas.v13n1p62.
6. GRDC. Cereal rye: Plant growth regulators and canopy management. *GrowNotes: Cereal Rye*. Grains Research and Development Corporation, 2018.
7. Subedi M., Karimi R., Wang Z. et al. Winter cereal responses to dose and application timing of trinexapac-ethyl. *Crop Science*. 2021. DOI: 10.1002/csc2.20472.
8. Каленська, С. М., Єрмакова, Л. М., Свистунов, Ю. В., & Антал, Т. В. (2025). Вплив передпосівної обробки насіння та посівів комплексними регуляторами росту рослин на урожайність гібридів кукурудзи. *Аграрні інновації*, (29), 59-65.

УДК 631.811:633.491:631.674.6

ФЕРТИГАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ ВОДНО-ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ ҐРУНТУ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ БУЛЬБ КАРТОПЛІ

Анатолій Бикін, академік НААН, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

Михайло Сніцарук, аспірант кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

e-mail: m.snitsaruk@nubip.edu.ua

Сучасне картоплярство в Україні стикається з жорсткими кліматичними викликами, зумовленими стрімким підвищенням середньорічної температури та зміщенням меж зон із недостатнім зволоженням на 100–150 км на північ [4]. Розкриття максимального біологічного потенціалу картоплі обмежується морфологічними особливостями росту та розвитку кореневої системи рослин. Близько 85 % активних коренів локалізується у верхньому 35-сантиметровому шарі ґрунту. Це робить її чутливою навіть до короточасних дефіцитів вологи у

критичні періоди вегетації – ініціації столонів та інтенсивного формування бульб, що призводить до зниження рівня врожаю на 20–35 % [5, 6, 7].

У зв'язку з цим гостро постає необхідність в оптимізації забезпечення картоплі вологою, що дозволяє отримувати стабільну врожайність і високу рентабельність цієї культури.

Застосування традиційних способів зрошення (дощування, полив по борознах) обумовлює обмежену ефективність через значні втрати води на фізичне випаровування та підвищення фітосанітарного навантаження на рослину (насамперед через розвиток фітофторозу) [5]. Саме тому впровадження систем краплинного зрошення в поєднанні з фертигацією (подачею розчинних добрив із поливною водою) є найбільш ефективним рішенням, яке дозволяє об'єднати управління водним та поживним режимами в єдиний керований технологічний процес [8].

Краплинний полив дозволяє підтримувати вологість у зоні залягання основного обсягу коренів на рівні 70–80 % найменшої вологості, тоді як міжряддя залишаються сухими [2]. Це забезпечує оптимальний баланс між ґрунтовою вологою та повітрям у зоні кореневої системи, запобігаючи анаеробіозу в період бульбоутворення [6].

Важливою фізіологічною особливістю картоплі є нерівномірне споживання елементів живлення впродовж росту і розвитку рослин. Якщо на початкових етапах воно є помірним, то у період інтенсивного відтоку асимілятів із надземної частини до бульб поглинання поживних речовин різко зростає. За традиційної агротехнології одноразове передпосадкове внесення великих норм добрив створює локальний стрибок концентрації солей у ґрунті, що пригнічує молоді проростки, а на пізніших етапах бульбоутворення спричиняє дефіцит елементів. Застосування фертигації дає змогу суттєво знизити прояв цієї проблеми: регулярне порційне внесення слабкоконцентрованих розчинів із низьким сольовим індексом захищає кореневі волоски від осмотичного стресу та забезпечує безперервне надходження поживних речовин відповідно до фенологічних потреб культури [1, 6, 8].

Світовий досвід доводить, що впровадження краплинного зрошення в поєднанні з фертигацією дозволяє підвищити коефіцієнт використання поживних речовин із добрив до рівня 80–90 % порівняно з традиційним розкидним внесенням з показником 30–40 %. Це допомагає зекономити до 25–35 % води та 20–40 % мінеральних добрив без втрати врожайності [3, 8].

Польові випробування М. В. Щербатюка та А. П. Шатковського в умовах Полісся України засвідчили підвищення врожайності товарних бульб у

середньому в 1,5 раза – з 43,4 т/га (на богарі без добрив) до 65,15–70,4 т/га при внесенні добрив через систему краплинного зрошення. За таких умов досягнуто мінімальних питомих витрат води на тонну врожаю [5].

Як свідчать матеріали глобального огляду PotatoPro, використання фертигації в провідних картоплярських регіонах світу забезпечує середній приріст врожаю на 15–30 % [8].

Аналіз вітчизняних та зарубіжних джерел підтверджує, що рівномірне вологозабезпечення ризосфери покращує вихід товарної фракції бульб. Як встановив С. М. Юзюк, подача розрахункової дози добрив із поливною водою забезпечила підвищення середньої маси товарної бульби до 155 г проти 105 г на контролі без удобрення та 139 г за традиційного локального внесення [6].

Регульований рівень вологості і кількості елементів живлення у прикореневій зоні активізує синтез вуглеводів, білків та вітамінів у рослині. У дослідях проф. В. В. Гамаюнової та доц. Л. Г. Хоненко на чорноземах південних за фертигації водорозчинними добривами на фоні основного удобрення встановлено зростання вмісту сухої речовини до 19,9 % на сорті Мінерва (+3,5 %) та до 21,9 % на сорті Рів'єра (+2,5 %). Також в обох сортів збільшилась крохмалистість: у Мінерви – до 14,9 % (+0,8 %), у Рів'єри – до 13,7 % (+1,9 %) [2].

Згідно з результатами С. М. Юзюка, внесення добрив із поливною водою забезпечило найвищий показник крохмалистості в досліді – 16,7 % (проти 15,4 % на контролі) та підвищило вміст сухої речовини до 23,1 % (приріст +1,1 %). Накопичення нітратів при цьому стабільно утримувалося нижче максимально допустимого рівня (73,4 мг/кг при МДР 250 мг/кг) [6].

Висновки. Впровадження краплинного зрошення і фертигації є ключовим технологічним інструментом для інтенсифікації вирощування картоплі в умовах кліматичних змін в Україні. Ці інструменти забезпечують формування оптимальних параметрів водно-поживного режиму рослин у кореневмісному шарі та надходження елементів живлення відповідно до біологічних потреб культури, що дозволяє максимізувати коефіцієнти використання води та добрив. Перехід на фертигацію дозволяє гарантувати отримання високих та якісних врожаїв картоплі за суттєвого зменшення витрат ресурсів.

Список використаних джерел

1. Бикіна Н. М. Регулювання умовами живлення в закритому ґрунті і за фертигації : методичні вказівки до вивчення дисципліни для студентів ОС «Магістр». Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2020. 66 с.
2. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Гирля Л. М., Пилипенко О. В., Глушко Т. В. Сучасні підходи до живлення картоплі в умовах краплинного

зрошення південного Степу України // Інноваційні технології в рослинництві : зб. наук. пр. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 30–32.

3. Лавриненко Ю. О., Балашова Г. С., Юзюк С. М. Продуктивність картоплі за краплинного зрошення в умовах півдня України // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України : електрон. наук. фаховий журнал. 2016. № 6 (63). С. 11.

4. Тараріко Ю. О., Писаренко П. В., Сайдак Р. В., Сорока Ю. В., Щербина З. В. Визначення потреби у воді для зрошення на основі кліматичного водного балансу в умовах Східного Лісостепу України з урахуванням природного вологозабезпечення // Меліорація і водне господарство. 2023. № 1. С. 35–43.

5. Щербатюк М. В., Шатковський А. П. Водний режим ґрунту і врожайність картоплі за різних способів зрошення в умовах Полісся України // Меліорація і водне господарство. 2025. № 2. С. 26–31.

6. Юзюк С. М. Продуктивність картоплі за краплинного зрошення залежно від різних умов зволоження та способів удобрення на півдні України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.02 / Інститут зрошуваного землеробства НААН України. Херсон, 2018. 165 с.

7. Niu Y., Wang L., Luo Z., Fudjoe S. K., Palta J. A., Li L., Li S. Effects of Irrigation Practices on Potato Yield and Water Productivity: A Global Meta-Analysis // Agronomy. 2025. Vol. 15, No. 8. Art. 1942.

8. PotatoPro. Liquid Fertilizers in Potato Cultivation: Precision Nutrition for Better Yield and Quality // PotatoPro: global information portal. 2024. URL: <https://www.potatopro.com/about/liquid-fertilizer> (дата звернення: 21.08.2026).

УДК 633.85:581.132

ФОРМУВАННЯ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ РОСЛИНАМИ РІПАКУ ОЗИМОГО

Леся Гарбар, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри рослинництва

Сергій Бородій, аспірант кафедри рослинництва

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

e-mail: garbarl@nubip.edu.ua

Площа листкової поверхні рослин є головним джерелом синтезу органічної речовини. Показники сформованої урожайності культур перебувають у прямій залежності від її параметрів. У міру росту та розвитку рослин площа рослин зростає. Проте, зростання її є не постійним. Так само, як і прирости

асимілюючої поверхні на окремих етапах росту та розвитку рослин. Для кожної культури існує певний етап її розвитку, коли досягаються максимальні показники площі листків, після чого спостерігається її зменшення. Темпи втрати площі листків залежать від ряду чинників, як регульованих, так, і нерегульованих [1].

Чинити вплив на перебіг процесу фотосинтезу можливо через повітряний та водний режими ґрунту. Забезпечення поживними речовинами відіграє важливу роль у перебігу формування площі асимілюючої поверхні рослин. Контроль над умовами живлення рослин можливий завдяки оптимальному внесенні мінеральних та органічних добрив, що забезпечує непрямий вплив на інтенсивність процесу фотосинтезу [2, 3].

Раціональне застосування добрив, поліпшення режимів живлення рослин завдяки створенню оптимальних умов застосування макро- та мікроелементів належить до пріоритетних заходів, здатних забезпечити гарантоване й конкурентоспроможне виробництво у рослинницькій галузі.

Існуючі технології вирощування ріпаку озимого не в повній мірі враховують морфобіологічні особливості росту та розвитку окремих гібридів та сортів цієї культури. Це пов'язано, перш за все, із появою на ринку гібридів та сортів, які суттєво різняться особливостями та темпами росту та розвитку в період літньо-осінньої вегетації.

Оптимізація окремих технологічних прийомів вирощування для конкретного сорту чи гібриду ріпаку озимого здатна забезпечити максимальну реалізацію його генетичного потенціалу.

Формування площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу являється основою отримання максимальних врожаїв сільськогосподарських культур [4].

Параметри площі листової поверхні рослин, тривалість її функціонування, інтенсивність перебігу процесу фотосинтезу залежить від генотипу сорту, ґрунтово-кліматичних умов, зоною вирощування та елементами технології вирощування. Лише за створення оптимальних умов росту та розвитку рослини здатні сформувати оптимальну за параметрами асимілюючу поверхню.

Мета дослідження полягала у вивченні впливу удобрення на формування листової поверхні рослинами гібридів ріпаку у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводили у 2025/2026 рр. в умовах Чернігівської області. Дослід закладено методом розщеплених ділянок. Попередником ріпаку озимого була пшениця озима.

Площа посівної ділянки складала 48 м², облікової – 25 м². Повторення у досліді чотириразове.

Схема досліду: Фактор А – гібриди (група стиглості): 1. Середньостиглі: KWS Мікадос; KWS Гранос; 2. Середньоранні: NPZ Янош; KWS Амбос.

Фактор В – удобрення, кг/га д. р.: K₅₆P₁₀Mg₂₀Ca₃₀S₈; K₇₀P_{12,5}Mg₂₅Ca_{37,5}S₁₀; K₈₄P₁₅Mg₃₀Ca₄₅S₁₂;

Результати досліджень свідчать, що в період осінньої вегетації за формування 5-6 листків розвиток листової маси визначався групою стиглості гібриду, його генетичними особливостями та умовами живлення. Параметри площі листків на зазначеному етапі розвитку рослин у розрізі варіантів досліду варіювали від 3,24 до 4,18 тис. м²/га. У період формування розетки за осінньої вегетації показники залежно від умов досліду змінювалися від 12,29 до 14,36 тис. м²/га.

У період відновлення вегетації та весняного розвитку було відмічено дещо інші залежності та тенденції у рості та розвитку рослин ріпаку озимого гібридів, які ми вивчали. Параметри асимілюючої поверхні рослин ріпаку на зазначеному етапі їх росту та розвитку залежали ще й від показників виживаності рослин.

Максимальних значень площа листків ріпаку озимого досягла у період цвітіння. У подальшому відмічено стрімке зниження площі листків у результаті їх відмирання. У фазі цвітіння параметри показника становили у діапазоні від 31,62 до 36,58 тис. м²/га. Початок дозрівання характеризувався суттєвим зниженням площі листків у рослин усіх гібридів, що вивчали.

Список використаних джерел

Антал, Т. В., Ревенко, О. О., Герасименко, О. Ю., Бровко, Є. Ю. Площа листової поверхні ріпаку озимого залежно від ширини міжряддя та гібриду. *Редакційна колегія*, 2026. С. 13.

Юник, А. В. Продуктивність ріпаку озимого залежно від строків сівби і норм висіву насіння. *Землеробство*, (2), 2016. С. 63-68.

Мазур, В. А., Мацера, О. О., Шкатула, Ю. М., Забарний, О. С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність і якість насіння ріпаку озимого в умовах Лісостепу правобережного. *Монографія. Вінниця: ВНАУ. 2025. 192 с.*

Смірнов В. В., Підгорський В. С., Іутинська Г. О. Мікробні біотехнології у сільському господарстві. *Вісник аграрної науки*, 2002. №4. С.5-10.

РОЛЬ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКУ СОРТУ SY CORSICA AR

Лариса Семенко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

Богдан Байкулов, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
ОПП «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ,
Україна*

e-mail: lsemenko@nubip.edu.ua

Дотриманням оптимального співвідношення поживних елементів при застосуванні мінеральних добрив зумовлює збалансоване живлення, яке впливає на якість рослинницької продукції, а саме підвищує вміст сухої речовини у вегетативній масі та сприяє накопиченню білків, жирів у зерні. [1].

Порівняно з іншими польовими культурами соняшник потребує підвищені вимоги до поживного режиму ґрунту. Для формування 1 т продукції винос елементів живлення із ґрунту становить 40-55 кг азоту, 15-25 кг фосфору, 100-150 кг калію, 5 кг сірки та 6,6 кг магнію. Наші дослідження розташовані в Кіровоградській області на чорноземах, тому попри значне споживання калію, соняшник першочергово потребує азотно-фосфорного підживлення та макро- і мікро елементів. А саме для формування 1 т врожаю з ґрунту він виносить: 23 г бору, 42 г цинку, 12 г марганцю та 7 г міді.

Дефіцит азоту під час закладання кошика критично знижує продуктивність, а його надлишок провокує переростання вегетативної маси й зменшує вміст олії. Нестача фосфор пригнічує розвиток кореневої системи та зменшує закладання числа квіток у суцвітті. За оптимального фосфорного живлення прискорюється розвиток рослин, ефективніше витрачається волога й підвищується вміст олії в насінні.

Під час розробки технічного завдання ми враховували рівень виносу елементів живлення та їх фактичний вміст у ґрунті в поєднанні з кліматичними умовами, запланованим рівнем врожайності, а також агротехнічні і господарські чинники. Застосування сучасної збиральної техніки в результаті якої листостеблова маса й обмолочені кошики залишаються на полі. сприяло частковому поверненню елементів у ґрунт: для азоту 50%, фосфору 40-45%, калію близько 85%, сірки та магнію - понад 60%, кальцію понад 90%, більшості мікроелементів близько 80%. При корегуванні рівня рН ґрунту повернення K_2O можна довести до понад 90%.

На чорноземах із високою забезпеченістю рухомим калієм найефективнішим є застосування азотно-фосфорних добрив у дозі $N_{45-60}P_{45-60}$. На

інших типах ґрунтів рекомендують застосовувати повне мінеральне добриво ($N_{45-90}P_{45-90}K_{45-90}$). Фосфорно-калійні добрива вносять восени, азотні - навесні під культивуацію, а частину азоту (N_{20}) можна використовувати для локального підживлення. Соняшник також дуже чутливий до дефіциту бору, особливо на карбонатних ґрунтах і за умов нестачі вологи [3].

Тому застосування диференційованого внесення мінеральних добрив при вирощуванні соняшнику є перспективним напрямком.

Список використаних джерел:

1. Система удобрення соняшнику: веб сайт. URL: <https://uaprg.ua/blog/sistemaudobrennya-sonyashniku>.

2. Коковіхін С.В., Нестерчук В.В., Носенко Ю.М. Продуктивність та якість насіння гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та удобрення. Таврійський науковий вісник : № 94. С. 37-42.

3. Експерт розповів, як впливає тип ґрунту на удобрення соняшника : веб сайт: URL: <https://superagronom.com/news/16689-ekspert-rozpoviv-yak-vplivaye-tipgruntu-na-udobrennya-sonyashnika>.

УДК 634.11:631.8

ОСОБЛИВОСТІ УДОБРЕННЯ МОЛОДИХ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ КОЛОНОПОДІБНОГО ТИПУ В ПЕРІОД ВСТУПУ У ПЛОДОНОШЕННЯ

Олександр Гаврилюк, доктор філософії з «Садівництва та виноградарства», доцент, доцент кафедри садівництва ім. проф. В. Л. Симиренка

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

e-mail: o.havryliuk@nubip.edu.ua

Удобрення молодих насаджень яблуні є одним із ключових технологічних чинників, що визначає інтенсивність росту дерев, розвиток кореневої системи, формування листкового апарату та своєчасний вступ рослин у плодоношення. Саме в молодому віці закладається основа майбутньої продуктивності й довговічності саду, тому дерева потребують збалансованого забезпечення основними елементами мінерального живлення. Нестача поживних речовин уповільнює ріст і формування плодових утворень, тоді як їх надлишок, особливо азоту, може спричинити надмірний ріст пагонів, затримати їх визрівання та знизити зимостійкість рослин [1].

Особливого значення оптимізація живлення набуває під час вирощування яблуні колоноподібного типу. Такі дерева характеризуються компактною кроною, обмеженою кількістю бічних пагонів, раннім закладанням плодових

утворень і швидким вступом у плодоношення. У молодому віці в них одночасно відбуваються активний розвиток кореневої системи, формування центрального провідника, наростання листової поверхні та закладання генеративних бруньок [3]. Тому система удобрення повинна підтримувати оптимальне співвідношення між вегетативним ростом і формуванням перших урожаїв.

Метою роботи було узагальнити особливості удобрення молодих дерев яблуні колоноподібного типу в період їх вступу у плодоношення та визначити основні діагностичні ознаки, за якими можна коригувати рівень мінерального живлення рослин.

Дослідження проводили впродовж 2020–2026 років на базі навчальної лабораторії «Плодоовочевий сад» Національного університету біоресурсів і природокористування України (50.38336° пн. ш., 30.50073° сх. д.). Дослідна ділянка розташована в північній частині Правобережного Лісостепу України. Для регіону характерний помірно континентальний клімат із чітко вираженою сезонністю, помірно теплим літом і холодною зимою.

Кліматичні умови переважно забезпечують достатній рівень природного зволоження протягом вегетаційного періоду та є сприятливими для вирощування плодових культур. Водночас значна мінливість погодних умов, нерівномірний розподіл опадів, періоди дефіциту вологи та високі температури повітря влітку створюють додаткові стресові чинники для молодих садових насаджень. За таких умов збалансоване удобрення повинно не лише забезпечувати ріст дерев, а й сприяти підтриманню їхнього водного режиму, своєчасному завершенню ростових процесів і підвищенню стійкості до несприятливих чинників довкілля.

Об'єктом дослідження були молоді дерева 13 сортів яблуні колоноподібного типу, щеплених на 7 клонових підщепах, які перебували на початковому етапі генеративного розвитку та вступали у плодоношення. Під час оцінювання стану рослин враховували інтенсивність однорічного приросту, розвиток листового апарату, забарвлення листків, визрівання верхівкової бруньки центрального провідника, утворення бічних пагонів, формування плодових утворень і загальний стан дерев.

Установлено, що в молодому віці дерева яблуні колоноподібного типу найбільше потребують азоту, який забезпечує формування листового апарату, розвиток кореневої системи та приріст центрального провідника. Орієнтовним показником достатнього живлення молодих дерев на другий–третій рік після садіння є формування однорічних приростів завдовжки близько 40–50 см. Значно коротші прирости, світло-зелене забарвлення листків і загальне

послаблення дерев можуть свідчити про недостатнє азотне живлення або несприятливі умови зволоження.

Водночас надлишкове застосування азотних добрив спричиняє інтенсивний і зтяжний ріст пагонів, формування надто великих листків із темно-зеленим забарвленням, погіршення визрівання деревини та верхівкової бруньки. Такі рослини можуть сильніше пошкоджуватися низькими температурами, а також бути більш сприйнятливими до ураження хворобами й заселення шкідниками. Тому норми азотних добрив необхідно встановлювати диференційовано, враховуючи силу росту дерев, погодні умови, родючість ґрунту та рівень забезпечення рослин вологою.

Основне азотне живлення молодих дерев доцільно забезпечувати навесні після відновлення вегетації. За слабого росту можливе проведення додаткового підживлення на початку вегетаційного періоду. Пізні внесення значних доз азоту небажані, оскільки вони можуть затримувати завершення росту пагонів і підготовку рослин до зимового періоду. Як джерела азоту можуть застосовуватися сечовина, аміачна або калійна селітра, однак ефективність їх використання залежить передусім від правильного визначення норми та строку внесення.

Важливе значення у живленні молодих дерев має калій. Він бере участь у регулюванні водного режиму, підвищує стійкість рослин до посухи й температурних стресів, сприяє визріванню пагонів і підготовці дерев до зимівлі. Калійні добрива доцільно вносити з урахуванням результатів агрохімічного аналізу ґрунту, переважно восени або рано навесні. Необхідність внесення фосфорних добрив також слід визначати за фактичним рівнем забезпечення ґрунту рухомими сполуками фосфору, оскільки надлишкове їх застосування не завжди забезпечує помітне посилення росту молодих рослин [0].

Позитивний вплив на стан молодих колоноподібних дерев має внесення органічних добрив. Перепрілий гній або компост поліпшують фізичні властивості ґрунту, активізують його біологічні процеси, сприяють утриманню вологи та поступовому надходженню поживних речовин. Органічні матеріали можуть також використовуватися як мульча, яка захищає верхній шар ґрунту й поверхнево розташовані корені від пересихання та перегрівання.

Коренева система молодих колоноподібних яблунь значною мірою зосереджена у верхньому шарі ґрунту, тому глибоке перекопування пристовбурних смуг є небажаним. Воно може пошкоджувати активні корені та послаблювати дерева. Добрива доцільно рівномірно розподіляти в зоні розташування кореневої системи з подальшим неглибоким загортанням або внесенням під полив.

Важливою діагностичною ознакою збалансованого живлення є своєчасне визрівання верхівкової бруньки центрального провідника. Якщо навесні з неї без затримки розвивається пагін продовження, це свідчить про нормальне проходження основних ростових процесів у попередньому вегетаційному періоді. Такі дерева своєчасно формують генеративні бруньки, краще перезимовують і поступово переходять до регулярного плодоношення [1].

У разі пошкодження або невизрівання верхівкової бруньки нижче верхівки можуть розвиватися декілька сильних пагонів. Для збереження колоноподібної форми необхідно залишити один найбільш розвинений пагін, спрямований вертикально, як продовження центрального провідника, а решту конкурентних пагонів укоротити або видалити. Залишення кількох сильних пагонів призводить до надмірного розгалуження крони, загущення насаджень і погіршення умов формування врожаю.

Отже, удобрення молодих дерев яблуні колоноподібного типу в період вступу у плодоношення повинно бути диференційованим і ґрунтуватися на оцінюванні сили росту, стану листового апарату, визрівання пагонів і формування генеративних органів. Азотне живлення має забезпечувати достатній, але не надмірний вегетативний ріст, тоді як калійне — сприяти регулюванню водного режиму, визріванню пагонів і підвищенню стійкості рослин. Застосування органічних добрив і мульчування сприяє поліпшенню властивостей ґрунту та збереженню вологи в зоні розташування кореневої системи. Збалансована система удобрення забезпечує нормальний розвиток молодих дерев, своєчасне закладання квіткових бруньок, формування перших урожаїв і створення основи для подальшого стабільного плодоношення колоноподібного саду.

Список використаних джерел

1. Гаврилюк, О., Кондратенко, Т., & Мазур, Б. (2022). Морозостійкість яблуні колоноподібного типу методом прямого проморожування. *Наукові доповіді НУБіП України*, 0(6(100)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.004>
2. Гаврилюк, О. С., Шевчук Н. В., & Мазур, Б. М. (2023). Якісні показники однорічних саджанців яблуні колоноподібного типу. *Наукові доповіді НУБіП України*, № 5/105. DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.005](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.005)
3. Гаврилюк, О., Бондаренко, Ю., Бойчук, Г., & Петренко, Д. (2022). Формування продуктивності сортів яблуні за умов Київщини. *Наукові доповіді НУБіП України* 0(1(95)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.010>

Гаврилюк, О., Євдокимов, Д., Король, І., Кушим, А., Майборода, Д., & Олійник, Б. (2024). Посухо- та жаростійкість сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу. Наукові доповіді НУБіП України, 0(1/107). DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.007](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.007)

УДК 633.11:631.816

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ЧІПСОВОГО СОРТУ ПРІСКА

Олег Грищенко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

Назар Дмитренко, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,

ОПП «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Київ, Україна

e-mail: o.gryshenko@nubip.edu.ua

Краплинне зрошення є одним із найбільш ефективних способів регулювання водного режиму картоплі. За такого способу поливу вода надходить безпосередньо до кореневої зони рослин, що сприяє підтриманню оптимальної вологості ґрунту, зменшенню непродуктивних втрат води та створенню сприятливих умов для формування врожаю. Крім того, така система дозволяє поєднувати полив із внесенням елементів живлення через систему фертигації.

Дослідження картоплі сорту Пріска проводилися у 2026 році в умовах виробничих площ ТОВ «Біотех ЛТД», яке спеціалізується на вирощуванні картоплі із застосуванням сучасних інтенсивних технологій. Господарство використовує комплексний підхід до виробництва картоплі, що включає застосування спеціалізованої техніки, системи зрошення, оптимізованого живлення рослин та технологічного контролю за станом посівів.

Дослідна ділянка була розміщена на виробничому полі картоплі сорту Пріска, який вирощувався для подальшої промислової переробки на чіпси. Важливою особливістю технології вирощування було використання системи краплинного зрошення, що дозволяло забезпечувати рослини необхідною кількістю вологи протягом критичних періодів росту і розвитку.

Основним фактором дослідження була система живлення рослин картоплі сорту Пріска. Для порівняння ефективності різних підходів до мінерального живлення було сформовано три варіанти:

1 варіант — система живлення ICL.

Даний варіант передбачав використання системи удобрення компанії ICL, яка базується на застосуванні спеціалізованих мінеральних добрив із оптимізованим співвідношенням елементів живлення. Основною метою такого підходу є забезпечення рослин необхідними макро- та мікроелементами протягом усього періоду вегетації.

2 варіант — система живлення ExpertGrou.

У цьому варіанті застосовувалася система живлення ExpertGrou, спрямована на оптимізацію мінерального живлення культури та підвищення ефективності використання поживних речовин рослинами.

3 варіант — система живлення господарства (виробничий контроль).

Даний варіант характеризував технологію живлення, яку використовує ТОВ «Біотех ЛТД» у виробничих умовах. Він використовувався як контрольний для порівняння ефективності альтернативних систем удобрення.

Для оцінювання впливу досліджуваних систем живлення проводили спостереження за ростом і розвитком рослин протягом періоду вегетації. Визначення основних показників здійснювали шляхом відбору типових рослин із кожного варіанта досліду.

Відбір рослин проводили методом вибіркової вибірки. Для кожного варіанта було відібрано по три типові рослини, які характеризували середній стан розвитку насаджень. При відборі не враховували рослини з вираженими механічними пошкодженнями, ознаками ураження хворобами або значним відставанням у рості, оскільки такі екземпляри могли спотворити результати оцінювання. На відібраних рослинах проводили комплекс біометричних обліків. Визначали: висоту рослин; кількість стебел на рослині; кількість листків; масу надземної та підземної частини; показники структури врожаю.

Оцінювання розвитку рослин проводили із використанням шкали ВВСН, яка дозволяє стандартизовано визначати фази росту та розвитку картоплі. Особливу увагу приділяли періодам активного формування надземної маси, початку бульбоутворення та інтенсивного росту бульб, оскільки саме ці етапи найбільшою мірою визначають майбутню продуктивність культури.

Результати біометричних обліків відображають у динаміці (табл. 1) вищі показники у виробничому варіанті, але у фазу цвітіння деякі показники були вищі за системою живлення компанії ICL. Слід відмітити перевагу саме в цю фазу системи живлення Експерт Гроу щодо ваги надземної маси, яка склала 486 г, тоді як на виробничому контролі 416 г, а система живлення компанії ICL забезпечила 478 г.

Таблиця 1. Результати біометричних обліків рослин картоплі сорту Пріска, 2026 р.

Система живлення кожного варіанту	Висота рослин, см	Глибина залягання кореневої системи, см	Кількість стебел на рослині, шт.	Листки, шт.	Вага надземної маси, г	Вага кореневої маси, г	Вага розвинених бульб, г
3.06. Період розвитку: Змикання рядків							
Виробничий контроль	35	24	7	233	169	135	-
ICL	33	24	9	196	174	134	-
Експерт Гроу	27	22	5	180	168	132	-
18. 06. Період розвитку: Бутонізація							
Виробничий контроль	75	29	8	486	394	137	-
ICL	67	27	9	480	373	135	-
Експерт Гроу	59	27	6	459	379	137	-
2.07. Період розвитку: Цвітіння							
Виробничий контроль	89	-	8	755	416	139	491
ICL	86	-	9	800	478	138	352
Експерт Гроу	76	-	6	629	486	136	591
15.07. Період розвитку: Зелена ягода							
Виробничий контроль	83	-	9	764	776	150	816
ICL	81	-	8	785	667	150	650
Експерт Гроу	80	-	7	630	550	100	683

Глибина залягання кореневої системи за різних систем живлення суттєво не відрізнялась. Станом на 15.07. 2026 року маса розвинених бульб картоплі однієї рослини становила на виробничому варіанті живлення 816 г, за системи живлення Експерт Гроу 683 г, а за системи живлення компанії ICL 650 г.

Важливим елементом досліджень було визначення структури врожаю картоплі. Для цього у фазу зеленої ягоди проводили оцінювання кількості та маси сформованих бульб. Визначали загальну кількість бульб на рослині, частку бульб товарної фракції, масу бульб із рослини та потенційну врожайність культури.

Аналіз елементів структури картоплі сорту Пріска (табл. 2) найвищу ефективність виробничої системи живлення у порівнянні з іншими варіантами.

Фракційний склад бульб картоплі у всіх системах живлення досить різноманітний. На 20 рослинах картоплі на виробничому варіанті сформувалося 102 штуки бульб фракцією 35-45 мм, за системою живлення ICL 55 шт. Вага бульб із 20 рослин картоплі у виробничій системі живлення становила 14,25 кг, а за системи живлення Експерт Гроу 13,85 кг.

Таблиця 2. Характеристика елементів структури картоплі сорту Пріска (проміжний облік врожайності 15.07), 2026 рік

Варіант	Кількість рослин, шт./м'	Кількість рослин, шт/га	Кількість бульб				Вага бульб			
			фракція 0-35 мм, шт.	фракція 35 -45мм, шт.	фракція +45 мм, шт.	загальна, шт.	фракція 0-35 мм, кг	фракція 35 -45мм, кг	фракція +45 мм, кг	загальна, кг
Виробничий контроль (Біокарт)	6	60 000	67	102	82	251	1,4	5,05	7,8	14,25
ICL	6	60 000	86	55	119	260	1,65	2,15	9,2	13
Експерт Гроу	6	60 000	43	88	85	216	1,0	4,5	8,35	13,85

Проведені дослідження показали, що всі системи живлення забезпечували нормальний ріст і розвиток картоплі сорту Пріска, але їх ефективність відрізнялася залежно від фази розвитку рослин.

У фазу цвітіння найбільшу масу надземної частини сформували рослини за системи Expert Grou — 486 г, тоді як за ICL — 478 г, а на виробничому контролі – 416 г. Водночас станом на 15.07.2026 р. найбільшу масу бульб з однієї рослини отримано на виробничому варіанті — 816 г, проти 683 г за ExpertGrou та 650 г за ICL. За структурою врожаю також переважав виробничий варіант: маса бульб із 20 рослин становила 14,25 кг, тоді як за Expert Grou — 13,85 кг, а за ICL — 13,0 кг.

Отже, за результатами проміжного обліку найкращі показники формування врожаю забезпечила виробнича система живлення господарства, хоча остаточну оцінку її ефективності доцільно проводити після збирання врожаю.

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ ТА АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ БІОМАСИ СИДЕРАЛЬНИХ КУЛЬТУР

Дмитро Літвінов, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

Олег Барановський, аспірант кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: litvinovdv@nubip.edu.ua

Сидеральні культури є важливим елементом біологізації землеробства, оскільки дають змогу збільшити надходження свіжої органічної речовини до ґрунту, зменшити період його перебування без рослинного покриву та активізувати біологічний кругообіг елементів живлення. Ефективність сидерації значною мірою визначається обсягом сформованої надземної і кореневої біомаси, а її накопичення залежить не лише від виду культури, але й від тривалості доступного вегетаційного періоду, температурного режиму та забезпечення вологою. У дослідженнях покривних культур наголошується, що їхня багатофункціональність проявляється по-різному залежно від клімату, виду рослин і тривалості перебування культури в полі [1].

Для післяжнивних та осінніх сидеральних посівів особливого значення набуває строк сівби. Зміщення сівби на пізніші календарні дати скорочує період активного росту, зменшує накопичення теплових одиниць і може обмежувати використання опадів, що випадають на початку осінньої вегетації. У роботах, присвячених покривним культурам, сума ефективних температур та строк сівби розглядаються як одні з ключових предикторів росту й формування біомаси [3]. Для гірчиці також показано тісний зв'язок осіннього накопичення біомаси з кількістю накопичених градусо-днів, а запізнення із сівбою знижувало можливість формування достатнього рослинного покриву до завершення вегетації [4].

Метою дослідження було встановити загальні закономірності формування біомаси сидеральних культур залежно від строку сівби та агрометеорологічних умов у період від сівби до заробки рослинної маси на темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Полеві дослідження, що проводили у 2025 р. у Бориспільському районі Київської області. До спостережень було включено сидеральні культури капустиної та злакової груп, які відрізняються темпами початкового росту,

морфологією кореневої системи та характером формування надземної біомаси. Обліки здійснювали в різних мікрорельєфних положеннях поля. Для характеристики умов формування біомаси враховували строк сівби, тривалість періоду від сівби до заробки, накопичену кількість опадів, а також суми активних та ефективних температур повітря вище 5 °С. Такий підхід дозволяє характеризувати не лише календарну тривалість вегетації, а й фактичний ресурс тепла та вологи, доступний рослинам.

Температурний фактор має особливе значення для короткого осіннього циклу сидеральних культур. Середня температура окремої доби характеризує поточні погодні умови, однак не відображає накопиченого теплового ресурсу за весь період росту. Більш інформативною для оцінювання умов розвитку рослин є сума ефективних температур, яка враховує перевищення середньодобової температури над прийнятим біологічним мінімумом. У дослідженнях покривних культур накопичення градусо-днів разом із видовою належністю культури належало до найбільш значущих чинників, що пояснювали особливості їх розвитку [3].

Результати польових досліджень засвідчили чітку залежність накопичення зеленої маси від строку сівби. Найбільш виразно ця закономірність проявилася у посівах ріпаку озимого. За першого строку сівби середня біомаса становила 13,26 т/га, за другого – 7,53 т/га, а за третього – 3,73 т/га. Таким чином, відтермінування сівби супроводжувалося послідовним зменшенням кількості сформованої надземної маси.

Зміни продуктивності співпадали зі скороченням тривалості вегетаційного періоду та зменшенням доступного теплового ресурсу. За першого строку сівби період від сівби до заробки становив 66 діб, за другого – 61 добу, за третього – 49 діб. Сума ефективних температур вище 5 °С за відповідних строків становила 589,5; 520,0 та 354,5 °С. Отже, найбільш істотна різниця між строками спостерігалася саме за показником накопиченого тепла, що створювало неоднакові умови для реалізації потенціалу росту рослин.

На відміну від температурного забезпечення, сумарна кількість опадів між строками сівби відрізнялася порівняно незначно. За першого строку їх накопичена кількість становила 56 мм, за другого – 54 мм, за третього – 52 мм. Це дозволяє припустити, що за умов досліджуваного року скорочення періоду активної вегетації та зменшення суми ефективних температур мали більш виражене значення для накопичення біомаси, ніж відмінності в загальній кількості опадів. Водночас сумарна кількість опадів не повною мірою характеризує вологозабезпечення рослин, оскільки важливе значення мають їх

розподіл у часі, інтенсивність та забезпечення вологою саме в період проростання і початкового розвитку.

Виявлена залежність узгоджується з результатами інших досліджень, відповідно до яких ранні строки сівби покривних культур дають можливість ефективніше використовувати теплові ресурси осені, тоді як затримка сівби обмежує накопичення біомаси внаслідок зменшення суми градусо-днів [3, 4]. Водночас оцінювання строку сівби лише за календарною датою є недостатнім. Навіть близькі за тривалістю періоди можуть істотно відрізнятися за температурним режимом та характером випадання опадів, тому календарні й агрометеорологічні показники доцільно аналізувати комплексно.

Вологозабезпечення також слід розглядати у взаємодії з температурним режимом. Сума опадів за весь період є важливим інтегральним показником, проте сама по собі не характеризує доступність вологи для рослин. Для післяжнивних і осінніх сидеральних посівів особливе значення мають опади під час проростання насіння та початкового росту. За дефіциту вологи після сівби затримка появи сходів фактично додатково скорочує вегетаційний період, навіть якщо календарний строк сівби був відносно раннім. Навпаки, своєчасне зволоження верхнього шару ґрунту дає можливість культурі швидше сформувати листову поверхню та повніше використати наявний тепловий ресурс.

Реакція на умови вегетації залежить і від біологічних особливостей сидеральних культур. Представники капустяної групи характеризуються швидким початковим ростом і здатні за відносно короткий період формувати значну листостеблову масу. Дослідження гірчиці та інших капустяних покривних культур підтверджують їх здатність до інтенсивного формування біомаси за достатнього теплового ресурсу [4]. Злакові культури мають іншу стратегію росту, зокрема формують мичкувату кореневу систему та здатні забезпечувати тривале покриття поверхні ґрунту. Тому оцінювання сидератів виключно за масою надземної частини не повною мірою характеризує їх функціональну цінність. Видові відмінності у швидкості покриття ґрунту, накопиченні біомаси та якості рослинних решток підтверджуються порівняльними дослідженнями покривних культур [5].

Мікрорельєф поля є ще одним чинником, який може модифікувати реакцію сидератів на погодні умови. Після випадання опадів вода перерозподіляється по поверхні та профілю ґрунту, внаслідок чого на підвищених, схилових і понижених ділянках формуються різні умови зволоження. Крім того, мікрорельєф може бути пов'язаний із просторовою неоднорідністю фізичних та агрохімічних властивостей ґрунту. Тому однакові

погодні умови на рівні поля не обов'язково забезпечують однакову продуктивність рослин у всіх його частинах.

У межах проведених спостережень також відмічалася просторова мінливість біомаси між точками, розташованими в різних елементах мікрорельєфу. Водночас вплив рельєфного положення не слід розглядати ізольовано від строку сівби та погодних умов, оскільки ці фактори діють одночасно. Для більш повного встановлення їх внеску доцільним є подальший багатфакторний статистичний аналіз накопичених даних.

Темно-сірий опідзолений ґрунт є об'єктом, для якого надходження свіжої органічної речовини та раціональне управління її трансформацією мають суттєве значення. У цьому контексті агрометеорологічні умови формування сидеральної маси набувають агрохімічного значення, оскільки визначають величину потенційного органічного внеску, який після заробки бере участь у процесах мінералізації, гуміфікації та біологічного кругообігу елементів живлення.

Практичне значення такого підходу полягає у можливості перейти від використання лише фіксованих календарних рекомендацій щодо строків сівби до адаптивнішого управління сидеральними посівами. За умов мінливого осіннього гідротермічного режиму доцільно орієнтуватися на очікувану тривалість активної вегетації, тепловий ресурс та наявність вологи для отримання дружних сходів. Вибір культури має відповідати довжині доступного вегетаційного періоду: за його скорочення перевагу можуть мати види з високою інтенсивністю початкового росту, тоді як за тривалішого періоду спектр можливих сидеральних культур розширюється.

Таким чином, результати дослідження 2025 р. підтверджують суттєву роль строку сівби та агрометеорологічного забезпечення у формуванні зеленої маси сидеральних культур. Найвищий рівень накопичення біомаси ріпаку озимого був сформований за першого строку сівби, якому відповідали найбільша тривалість вегетації та найвища сума ефективних температур. Зміщення строку сівби на пізніші дати супроводжувалося послідовним скороченням теплового ресурсу та зменшенням біомаси. При цьому різниця в сумі опадів між строками була значно меншою, що підкреслює необхідність комплексного врахування календарної тривалості вегетації, температурного режиму та вологозабезпечення.

Отримані результати обґрунтовують доцільність використання суми ефективних температур разом із тривалістю вегетаційного періоду та кількістю опадів для характеристики умов формування сидеральної біомаси. Такий підхід дозволяє точніше оцінювати потенціал різних строків сівби та є перспективним

для оптимізації використання сидеральних культур у системі агрохімічного менеджменту родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту.

Список використаних джерел

1. Blanco-Canqui H., Shaver T. M., Lindquist J. L., Shapiro C. A., Elmore R. W., Francis C. A., Hergert G. W. Cover crops and ecosystem services: insights from studies in temperate soils. *Agronomy Journal*. 2015. Vol. 107, No. 6. P. 2449-2474. DOI: 10.2134/agronj15.0086.
2. Kaye J. P., Quemada M. Using cover crops to mitigate and adapt to climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2017. Vol. 37. Art. 4. DOI: 10.1007/s13593-016-0410-x.
3. Baraibar B., Mortensen D. A., Hunter M. C., Barbercheck M. E., Kaye J. P., Finney D. M., Curran W. S., Bunchek J., White C. M. Growing degree days and cover crop type explain weed biomass in winter cover crops. *Agronomy for Sustainable Development*. 2018. Vol. 38. Art. 65. DOI: 10.1007/s13593-018-0543-1.
4. Björkman T., Lowry C., Shail J. W., Brainard D. C., Anderson D. S., Masiunas J. B. Mustard cover crops for biomass production and weed suppression in the Great Lakes region. *Agronomy Journal*. 2015. Vol. 107, No. 4. P. 1235-1249. DOI: 10.2134/agronj14.0461.
5. Ramírez-García J., Gabriel J. L., Alonso-Ayuso M., Quemada M. Quantitative characterization of five cover crop species. *The Journal of Agricultural Science*. 2015. Vol. 153, No. 7. P. 1174-1185. DOI: 10.1017/S0021859614000811.

УДК 635.21:631.1:631.67

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КАРТОПЛІ В НЕОДНОРІДНИХ ЗОНАХ ПОЛЯ ЗА УМОВ ФЕРТИГАЦІЇ

Анатолій Бикін, академік НААН, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

Микола Григоренко, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: bukin_a@nubip.edu.ua

В умовах сучасного картоплярства особливого значення набуває дослідження просторової неоднорідності продуктивності сільськогосподарських культур. Навіть у межах одного поля окремі його ділянки можуть суттєво відрізнятися за показниками врожайності внаслідок особливостей рельєфу, ґрунтових умов, забезпечення вологою та елементами живлення. Виявлення причин такої неоднорідності є важливим завданням

сучасного прецизійного агровиробництва, оскільки дозволяє більш ефективно використовувати ресурси та підвищувати економічну ефективність виробництва.

Картопля належить до культур, продуктивність яких значною мірою залежить від умов вирощування протягом усього періоду вегетації. Особливий вплив на формування врожаю мають мікрорельєф поля, водний режим ґрунту та рівномірність забезпечення рослин поживними речовинами. Навіть незначні відмінності висотних відміток можуть призводити до змін у вологості ґрунту, інтенсивності росту рослин та формуванні врожаю бульб.

Фертигація є одним із найбільш ефективних способів забезпечення рослин водою та елементами живлення, оскільки дозволяє підтримувати оптимальні умови росту культури протягом вегетації. Водночас навіть за використання сучасних систем краплинного зрошення та фертигації продуктивність картоплі може істотно відрізнятись між окремими зонами поля. Тому актуальним є дослідження закономірностей формування врожаю в умовах просторової неоднорідності агрофітоценозу.

Метою досліджень було встановлення особливостей формування продуктивності картоплі в неоднорідних зонах поля за умов фертигації.

Дослідження проводилися у 2026 році в умовах господарства ТОВ «Біотех ЛТД» (вул. Гайова, 1, с. Городище, Бориспільський р-н, Київська обл., 08314).. Об'єктом досліджень було виробниче поле картоплі сорту Медісон площею 4,2 га, яке було поділене на три зони продуктивності відповідно до рельєфу для подальшого аналізу.

Для характеристики особливостей розвитку рослин у різних зонах поля проводили біометричні обліки у чотири фази росту картоплі: змикання рядів, бутонізація, цвітіння та технічна стиглість. Також оцінювали вплив особливостей окремих зон поля на товарний вихід бульб потрібної фракції та формування врожаю культури.

За результатами біометричних спостережень встановлено відмінності у рості та формуванні бульб картоплі залежно від положення ділянки у рельєфі. Уже на початкових етапах вегетації рослини на плато та височині характеризувалися дещо більшою висотою та кількістю пагонів порівняно з низиною. У фазу змикання міжряддя найбільшу масу бульб відмічено у зоні височини – 229,3 г на рослину, тоді як у низині та на плато цей показник становив відповідно 187,7 та 137,0 г. У фазу цвітіння маса бульб на височині також була найвищою – 528,3 г на рослину, проти 493,0 г у низині та 450,3 г на плато. На етапі технічної стиглості найбільшу середню масу окремої бульби зафіксовано на плато та височині – 98 та 94,6 г, тоді як у низині вона становила

65,9 г. При цьому маса бульб з однієї рослини на плато та височині становила 1002 та 933 г, що перевищувало показник низини – 778,7 г.

За результатами оцінки якості бульб встановлено, що вміст сухої речовини на плато та височині становив 25,5 %, тоді як у низині – 24,8 %. Найменшу частку механічно пошкоджених бульб відмічено на плато – 1,01 %, проти 5,98 % у низині та 2,09 % на височині.

Отримані результати свідчать про відмінності у формуванні продуктивності картоплі залежно від положення ділянки у рельєфі навіть за однакової технології вирощування та фертигації. Найбільш стабільне формування крупних бульб спостерігалось у зоні височини та на плато, що може бути пов'язано з особливостями умов вирощування в різних елементах рельєфу.

УДК 631.8:633.854.78

ДИФЕРЕНЦІЙОВАНЕ АГРОХІМІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ЖИВЛЕННЯМ І ПРОДУКТИВНІСТЮ СОНЯШНИКУ В ЗОНАХ АГРОХІМІЧНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ПОЛЯ

Дмитро Літвінов, доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

Софія Курман, магістр з агрономії

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ,
Україна*

e-mail: litvinovdv@nubip.edu.ua

Просторова неоднорідність агрохімічних властивостей ґрунту є одним із ключових чинників, що визначають ефективність системи удобрення в сучасному землеробстві. Навіть у межах одного поля забезпеченість доступними формами азоту, фосфору й калію, реакція ґрунтового розчину, вміст органічної речовини та водний режим можуть істотно відрізнятися, тому однакова норма добрив формує неоднакову реакцію рослин. Урахування цієї варіабельності є методологічною основою диференційованого агрохімічного управління та технологій точного землеробства [1–3]. Для соняшнику це особливо актуально через високу потребу культури в елементах живлення та значну залежність продукційного процесу від забезпечення вологою і поживними речовинами в критичні фази розвитку.

Ефективність позакореневих мікродобрив і біостимулювальних препаратів також залежить від початкового агрохімічного фону. За обмеженого живлення вони можуть посилювати використання наявних ресурсів і

стресостійкість рослин, тоді як за високої забезпеченості додатковий ефект нерідко зменшується. Тому перспективним є не універсальне застосування препаратів, а їх адаптація до зон неоднорідності поля, що узгоджується з принципами інтегрованого живлення соняшнику та сучасними підходами до точного землеробства [4–7].

Метою дослідження було встановити особливості формування продуктивності соняшнику за різних фонів мінерального живлення та оцінити агрономічну й економічну реакцію культури на позакореневе застосування препаратів у зонах агрохімічної неоднорідності поля.

Полевий дослід проведено у 2025 р. на чорноземі вилугованому в умовах стаціонарного експерименту кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна НУБіП України. За результатами попередньої агрохімічної оцінки поля виділено зони, в межах яких сформовано відповідні фони основного мінерального живлення. Схема досліду мала двофакторну структуру: фактор А – фон основного мінерального живлення (без NPK; низький – $N_{25}P_{25}K_{35}$; середній – $N_{55}P_{55}K_{80}$; високий – $N_{80}P_{80}K_{120}$), фактор В – позакореневе підживлення: без внесення та препарати «Органік Баланс» (0,5 л/га), «Хелпрост Універсальний КС» (1,0 л/га), «Біосон 15» (2,0 л/га), «Гуміфілд» (2,0 л/га) і «Реаком» (1,0 л/га). Позакореневе внесення проводили у фазі ВВСН 14–16; дослід закладено у триразовій повторності. Ґрунтові та рослинні зразки відбирали у фазах ВВСН 14–16 і ВВСН 97.

У ґрунті визначали рН, мінеральний азот, рухомі сполуки фосфору й калію, а також валовий уміст Cu, Zn, Mn і Co. У рослинному матеріалі визначали N, P і K; у вихідних матеріалах показники фосфорного та калійного живлення подано у формі P_2O_5 та K_2O , тому в тезах збережено таку форму представлення. Азот визначали фотометрично з реактивом Несслера, фосфор – фотометричним методом за Деніже в модифікації А. Левицького, калій – полум'яно-фотометричним методом після озолення за К. Гінзбург. Додатково оцінювали біометричні показники, масу 1000 насінин, олійність, урожайність та економічну ефективність. Статистична обробка включала варіаційний і загальний дисперсійний аналіз. Оскільки у вихідній статистичній таблиці не наведено окремих F-критеріїв для факторів А, В та взаємодії А×В, міжваріантні відмінності нижче інтерпретуються передусім як агрономічні тенденції.

Агрохімічна оцінка підтвердила контрастність сформованих фонів живлення. На початку вегетації вміст мінерального азоту зростав від 97,31 мг/кг у контролі без NPK до 161,67 мг/кг на високому фоні, а до ВВСН 97 знижувався в усіх варіантах; на високому фоні наприкінці вегетації залишалося 85,02 мг/кг. Реакція ґрунтового розчину також змінювалася залежно від фону: у

ВВСН 14–16 найнижче значення рН – 5,96 – зафіксовано за $N_{80}P_{80}K_{120}$, тоді як на час збирання рН зростав у всіх зонах, а максимальне значення 6,70 відзначено на середньому фоні. Отже, підвищення фону НРК супроводжувалося змінами не лише забезпеченості елементами живлення, а й реакції ґрунтового середовища, що обґрунтовує необхідність комплексної діагностики.

Валовий уміст Cu, Zn, Mn і Co на початку вегетації характеризувався порівняно вузькими діапазонами: Cu – 13,62–14,81 мг/кг, Zn – 43,48–47,33 мг/кг, Mn – 211,4–225,1 мг/кг, Co – 1,988–2,328 мг/кг. Отже, між виділеними зонами не спостерігалось різко контрастного валового мікроелементного фону; водночас оцінювання його функціонального значення потребувало б даних про рухомі форми елементів.

Рослинна діагностика засвідчила, що максимальні значення показників елементного складу відрізнялися залежно від поєднання фону НРК і позакореневого препарату. За низького фону найбільший уміст N у рослинах – 2,69 % – відзначено за «Гуміфілду». Для фосфору в цій зоні найбільше значення – 3,33 % – зафіксовано за «Реакому», на середньому фоні максимумами становили 5,39 % за «Гуміфілду» і 5,29 % за «Реакому», а на високому фоні за «Біосон 15» – 4,51 %. Уміст K_2O у контролі становив 1,50 %; найбільше значення отримано за «Реакому» на низькому фоні – 2,08 %, а за «Гуміфілду» – 2,02 % на низькому і високому фонах. Отже, максимальна концентрація окремого елемента не завжди спостерігалася за максимальної дози НРК, що підкреслює доцільність поєднання ґрунтової та рослинної діагностики. Найбільш виразні міжваріантні відмінності спостерігали за урожайністю (табл.). У варіантах без позакореневого підживлення підвищення фону від контролю без НРК до $N_{25}P_{25}K_{35}$, $N_{55}P_{55}K_{80}$ і $N_{80}P_{80}K_{120}$ супроводжувалося збільшенням урожайності з 2,33 до 2,79; 3,19 і 3,39 т/га відповідно. Водночас абсолютний приріст урожайності від подальшого підвищення фону НРК поступово зменшувався.

Найвищу середню урожайність у досліді – 4,11 т/га – одержано на низькому фоні $N_{25}P_{25}K_{35}$ за застосування «Реакому»; приріст до відповідного варіанта без позакореневого підживлення становив 47,3 %. На цьому ж фоні «Біосон 15» забезпечив 3,96 т/га (+41,9 %), «Органік Баланс» – 3,81 т/га (+36,6 %). На середньому фоні найбільшу середню урожайність відзначено за «Біосон 15» – 3,86 т/га (+21,0 %), а на високому – також за «Біосон 15» – 4,01 т/га (+18,3 %). За середніми значеннями найбільший відносний приріст від позакореневого підживлення спостерігався за нижчого фонового забезпечення, тоді як за високого НРК додаткові прирости були меншими.

Таблиця. Урожайність соняшнику залежно від фону мінерального живлення та позакореневого підживлення, т/га

Препарат	Без основного NPK	Низький N ₂₅ P ₂₅ K ₃₅	Середній N ₅₅ P ₅₅ K ₈₀	Високий N ₈₀ P ₈₀ K ₁₂₀
Без внесення	2,33	2,79	3,19	3,39
Органік Баланс	2,69	3,81	3,35	3,81
Хелпрост Універсальний КС	2,64	3,52	3,24	3,78
Біосон 15	2,84	3,96	3,86	4,01
Гуміфілд	2,13	3,37	3,64	3,68
Реаком	2,76	4,11	3,70	3,76

Водночас загальний дисперсійний аналіз не підтвердив статистично значущої різниці між середніми за всіма варіантами при $\alpha = 0,05$ ($F = 1,739 < F_{кр} = 3,329$), а коефіцієнт варіації урожайності становив 24,59 %. Тому наведені міжваріантні прирости коректно розглядати як агрономічно виражені тенденції, що потребують підтвердження у багаторічному досліді та окремої двофакторної перевірки ефектів фону NPK, препарату і взаємодії А×В. Висока варіабельність результатів обмежує категоричність висновків і підсилює потребу в повторенні досліді в часі.

Показники якості насіння засвідчили, що найбільша урожайність не обов'язково поєднувалася з найвищими параметрами якості. На середньому фоні за «Біосон 15» маса 1000 насінин становила 62,2 г, а олійність на суху речовину – 53,2 %; для базового контролю олійність становила 48,0 %. Найвищу натуру насіння – 446 г/л – отримано за «Реакому» на середньому фоні. Отже, технологічне рішення доцільно оцінювати одночасно за урожайністю та якістю продукції.

Описовий кореляційний аналіз виявив середній негативний зв'язок між густотою стояння і масою 1000 насінин ($r = -0,55$) та позитивний зв'язок між висотою рослин і діаметром кошика ($r = 0,435$). Зв'язок маси 1000 насінин з урожайністю був слабким ($r = 0,225$), що відображає багатофакторність продукційного процесу і обмежує можливість прогнозування врожаю за однією морфометричною ознакою.

Економічна оцінка загалом узгоджувалася з агрономічною реакцією. За прийнятих у магістерській роботі розрахункових виробничих витрат і ціни

реалізації 25,09 тис. грн/т найвищий рівень рентабельності – 86,61 % – одержано на фоні $N_{25}P_{25}K_{35}$ за застосування «Реакому»; за урожайності 4,11 т/га умовний чистий прибуток становив 89,31 тис. грн/га. Для «Біосон 15» на тому самому фоні рентабельність становила 86,13 %, а умовний чистий прибуток – 85,58 тис. грн/га. На високому фоні $N_{80}P_{80}K_{120}$ «Біосон 15» забезпечив 4,01 т/га та 83,37 тис. грн/га умовного чистого прибутку. Отже, за прийнятих розрахункових умов економічний максимум формувався не за максимальної дози основного добрива, а за поєднання нижчого фону NPK з позакореневим препаратом.

Отримані результати дають підстави розглядати агрохімічну неоднорідність поля як інформаційну основу для адаптивного управління живленням соняшнику. За низького фонового забезпечення найвищу середню урожайність і рентабельність у 2025 р. отримано за застосування «Реакому», тоді як «Біосон 15» формував високі показники продуктивності на різних фонах і забезпечив найвищі значення маси 1000 насінин та олійності на середньому фоні. Перспективною є модель диференційованого агрохімічного управління, що поєднує попереднє зонування поля, адаптацію основного NPK-живлення та адресне застосування позакорневих препаратів; її стабільність і економічну ефективність доцільно підтвердити у багаторічному циклі досліджень.

Список використаних джерел

1. Medvedev V. Soil Spatial Heterogeneity and Systems of Agriculture. *Agricultural Science and Practice*. 2015. Vol. 2, No. 1. P. 50–59. <https://doi.org/10.15407/agrisp2.01.050>
2. Natalio A. I. M., Back M. A., Richards A., Jeffery S. Field-scale heterogeneity overrides management impacts following conversion to no-till within an arable system. *Applied Soil Ecology*. 2024. Vol. 193. 105104. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105104>
3. Jin J., Jiang C. Spatial variability of soil nutrients and site-specific nutrient management in the P.R. China. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2002. Vol. 36, No. 2–3. P. 165–172. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00099-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00099-6)
4. Bolokhovskiy V., Bolokhovskaya V., Khomenko T., Datsko A., Litvinova O. Optimisation of plant nutrition under the influence of biopreparations in integrated sunflower cultivation technologies. *Plant and Soil Science*. 2024. Vol. 15, No. 4. P. 64–75. <https://doi.org/10.31548/plant4.2024.64>
5. Crista F., Radulov I., Imbrea F., Manea D. N., Boldea M., Gergen I., Ienciu A. A., Bănăţean Dunea I. The Study of the Impact of Complex Foliar Fertilization on the Yield and Quality of Sunflower Seeds (*Helianthus annuus* L.) by Principal

Component Analysis. Agronomy. 2023. Vol. 13, No. 8. 2074. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082074>

6. Panfilova A., Drobitko A., Markova N., Domaratskiy Ye. Influence of biological products on the productivity of high oleic sunflower hybrids. Scientific Horizons. 2024. Vol. 27, No. 10. P. 91–101. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.91>

7. Zalai M., Bojtor C., Nagy J., Széles A., Monoki S. I., Illés Á. Challenges in Precision Sunflower Cultivation: The Impact of the Agronomic Environment on the Quality of Precision Sowing Techniques and Yield Parameters. AgriEngineering. 2025. Vol. 7, No. 5. 145. <https://doi.org/10.3390/agriengineering7050145>

УДК 633.15:631.811.98

**INTEGRATED MANAGEMENT OF YIELD AND INDUCED RESISTANCE
IN ZEA MAYS L. USING ORGANIC-MINERAL BIOSTIAMULATORS
BASED ON AMINO ACIDS AND EXTRACTS OF ASCOPHYLLUM
NODOSUM**

Tymur Panchuk, PhD, Senior Lecturer,

Tetyana Kucher, student

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

e-mail: timur_panchuk@nubip.edu.ua

Relevance of the topic. Under conditions of intensive agriculture, maize is frequently exposed to abiotic (drought, temperature fluctuations) and biotic (pathogens, pests) stresses. The use of modern anti-stress agents and biostimulants is an important element of an integrated protection system, as they are capable not only of correcting nutrient deficiencies but also of enhancing the natural immunity of plants.

Aims and methodology. The aim of the study was to compare the biological efficacy of HELPROST Universal, KS and Fertileader Vital on maize crops. Field trials were conducted in the Forest-Steppe region of Ukraine (Kyiv Oblast) using a randomised block design with four replicates. Treatment was carried out by foliar application during the ‘ ’ stages, at 4–6 (V4–V6) and 8–10 (V8–V10) leaves, with an application rate of 1.5 l/ha. An untreated plot (sprayed with water) served as the control.

Experimental design:

1. Control: Treatment of growing plants with pure water (background variant without stimulation).

2. Treatment 1: Application of HELPROST Universal, SC (manufactured by BTU-CENTRE). The formulation contains a complex of L-amino acids (16 g/l), a balanced set of macro- and micro-nutrients in chelated form (P, K, Zn, Mn, Fe), as well as specific metabolites of beneficial rhizosphere bacteria. The application rate was 1.5 l/ha.
3. Option 2: Application of Fertileader Vital (manufactured by Timac Agro). The product is based on the patented Seactiv complex, which is a highly purified extract of brown seaweed (*Ascophyllum nodosum*). The product is further enriched with free amino acids, macronutrients (N, P, K) and micronutrients. The application rate is 1.5 litres per hectare.

Application guidelines and record-keeping system:

The products were applied by foliar (leaf) feeding using a backpack sprayer. Application was carried out twice, clearly synchronised with the critical phenological stages of maize organogenesis:

- First treatment at the 4–6 leaf stage (V4–V6): This stage corresponds to the period of generative organ formation (determination of the number of rows of kernels in the future cob). The aim of application at this stage was to stimulate root system development and mitigate phytotoxic stress caused by the previous application of pre-emergence herbicides [5].
- Second treatment at the 8–10-leaf stage (V8–V10): A phase of intensive vegetative growth and tissue differentiation. The aim of this treatment was to maximise nitrogen metabolism (by stimulating nitrate reductase), enhance the photosynthetic capacity of the foliage, and promote the accumulation of plastids immediately prior to the panicle emergence stage [2].

Comprehensive monitoring was carried out to ensure the objectivity of the results. The phytopathological survey involved determining the percentage of prevalence and the intensity of development of maize smut (*Ustilago maydis*) and northern helminthosporiosis (*Exserohilum turcicum*). Entomological surveys recorded the extent of damage to the stems caused by the larvae of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*). During the flowering phase, biometric parameters (plant height, area of the assimilative surface) were determined. During the harvest period, the yield structure (number of grain rows, weight of 1,000 seeds) was analysed and the biological yield was calculated, with an assessment of the least significant difference (LSD₀₅) [1].

Results of the field studies and their physiological interpretation:

The results obtained convincingly confirmed the hypothesis regarding the ability of organo-mineral biostimulants to induce an immune response in plants and effectively inhibit the development of fungal pathogens (Table 1).

Table 1. Research results

Experimental treatment	Spread of blister rust, %	Development of blister rust, %	Prevalence of helminthosporiosis, %	Development of helminthosporiosis, %	Yield, t/ha	Increase compared to control, tonnes per hectare
1. Control (untreated)	8.4	3.7	22.5	11.3	7.45	-
2. HELPROST Universal KS, 1.5 l/ha	4.2	1.6	13.8	5.4	8.62	+1.17
3. Fertileader Vital, 1.5 l/ha	3.5	1.2	12.1	4.8	8.85	+1.40
NIR ₀₅	-	-	-	-	0.32	-

In the control plots, where plants were growing under natural infection conditions without exogenous support, significant pathogen pressure was observed. The prevalence of northern helminthosporiosis reached 22.5 per cent, with a high disease severity of 11.3 per cent. Blister rust affected 8.4% of plants, with a disease development level of 3.7%. The pathogens causing these diseases are dangerous hemibiotrophs and necrotrophs, which deplete the plant by destroying the photosynthetic apparatus and causing deformation of the reproductive organs [7].

The application of the domestic biostimulant HELPROST Universal, KS led to a sharp reduction in pathogen development. The incidence of helminthosporiosis fell by more than half – to 5.4 per cent – whilst the incidence of blister rust decreased to 1.6 per cent (prevalence stood at 13.8 per cent and 4.2 per cent respectively). This powerful fungistatic effect is attributed to the synergistic action of the product's components. Bacterial metabolites act as elicitors, activating the SAR, whilst the L-amino acid complex provides the energy base for the rapid synthesis of defence proteins. At the same time, the presence of zinc and manganese stimulates the activity of superoxide dismutase (protection against oxidative stress) and intensifies manganese-dependent lignification of the epidermal cell walls, creating a physical barrier against pathogen hyphae [6].

The Fertileader Vital formulation demonstrated slightly higher efficacy in disease control: the prevalence of helminthosporiosis fell to 12.1 per cent (incidence –4.8 per cent), and that of blister rust to 3.5 per cent (incidence –1.2 per cent). This advantage correlates directly with the molecular mechanisms of action of the *Ascophyllum nodosum* extract. Laminarin and fucoidan from seaweed act as potent MAMP analogues. Their recognition by maize cells triggers the immediate

expression of PAL enzyme genes, leading to the massive synthesis of phytoalexins and phenolic compounds in the tissues [4].

The high content of phenols and lignin makes the plant tissues resistant to enzymatic hydrolysis, which fungi use to penetrate the plant [3].

An important side effect of epidermal thickening has been the increased resistance of the treated plants to damage caused by the corn stalk borer. A stronger cuticle makes it more difficult for early-instar larvae to gnaw through the tissues. This is of critical importance, as insect damage often acts as a 'gateway' for secondary infections, such as fusarium wilt and smut [7].

Conclusions. The integration of organo-mineral biostimulants based on L-amino acids, bacterial metabolites and algal extracts into maize (*Zea mays* L.) cultivation technology is an effective strategy for simultaneously managing crop productivity and induced immunity. Foliar applications during the critical stages V4–V6 and V8–V10 provide a statistically significant increase in resistance to abiotic and biotic stresses.

The preparations under investigation exhibit potent elicitor activity. The domestically produced preparation HELPROST Universal KS reduced the incidence of northern helminthosporiosis by more than half (from 11.3% to 5.4%) and that of smut by a factor of 2.3 (from 3.7% to 1.6%). The imported preparation Fertileader Vital demonstrated the highest fungistatic activity, reducing the incidence of these diseases to 4.8% and 1.2% respectively.

Exogenous amino acids effectively counteract the 'metabolic penalty' of the immune response. By bypassing the energy-intensive stages of the GS/GOGAT cycle and activating nitrate reductase, plants maintain high photosynthetic potential, resulting in a significant increase in yield. For HELPROST Universal KS, the increase was +1.17 t/ha, and for Fertileader Vital, +1.40 t/ha.

List of references

1. Materials from the institutional repository of the State University of Biotechnology [Electronic resource]. – Available at: <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/96df7029-df57-4e4e-9a84-819e693a818a/content>.
2. Optimisation of maize mineral nutrition using sulphur [Electronic resource] // Agronomy. – Available at: <https://agronomy.com.ua/statti/zernovi-kultury/3005-optymizatsiia-mineralnoho-zhyvlennia-kukurudzy-za-dopomohoiu-sirky.html>
3. Ali M., Ahmad H., Amin B., Atif M. J., Cheng Z. Induction of the DADS defence response in aubergines during the biotrophic phase of *Verticillium*

dahliae. *BMC Plant Biology*. 2022. Vol. 22. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8981950/>

4. Lewis D. C., van der Zwan T., Richards A., Little H., Coaker G. L., Bostock R. M. The oomycete microbe-associated molecular pattern, arachidonic acid, and an *Ascophyllum nodosum*-derived plant biostimulant induce defence metabolome remodelling in tomato. *Phytopathology*. 2023. Vol. 113. pp. 1084–1092. URL: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-10-22-0368-R>

5. Shukla P. S., Mantin E. G., Adil M., Bajpai S., Critchley A. T., Prithiviraj B. *Ascophyllum nodosum*-Based Biostimulants: Sustainable Applications in Agriculture for the Stimulation of Plant Growth, Stress Tolerance, and Disease Management. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. URL: https://www.researchgate.net/publication/333450562_Ascophyllum_nodosum-Based_Biostimulants_Sustainable_Applications_in_Agriculture_for_the_Stimulation_of_Plant_Growth_Stress_Tolerance_and_Disease_Management

6. Tripathi R., Tewari R., Singh K. P., Keswani C., Minkina T., Srivastava A. K., De Corato U., Sansinenea E. Plant mineral nutrition and disease resistance: A significant linkage for sustainable crop protection. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9631425/>

7. Wojciechowicz-Żyto E., Kunicki E., Nawrocki J. Influence of biostimulants and microbiological preparations on yield, the incidence of diseases, and the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn, Lepidoptera, Crambidae) on sweetcorn (*Zea mays* L. var. *saccharata*). *Agriculture*. 2024. Vol. 14, No. 10. p. 1754. URL: <https://www.mdpi.com/2077-0472/14/10/1754>

ДК 633.853.52:631.847.21:631.8

ОПТИМІЗАЦІЯ ЖИВЛЕННЯ СОЇ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМ ДОБРИВ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ

Ілля Марчук, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна

Ілля Власюк, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПІ «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: i.marchuk@nubip.edu.ua

Анотація. В умовах високих цін на мінеральні добрива системи удобрення сільськогосподарських культур потребують науково-раціонального структурування. Особливо це стосується сої як бобової культури, здатної до активної симбіотичної азотфіксації. Оптимізація живлення через поєднання

помірних норм добрив та інокуляції є ключовим фактором підвищення продуктивності та економічної ефективності галузі.

Ключові слова: соя, мінеральні добрива, інокуляція, азотфіксація, урожайність.

Актуальність. В умовах високих цін на мінеральні добрива системи удобрення сільськогосподарських культур потребують науково-раціонального структурування. Особливо це стосується сої як бобової культури, здатної до активної симбіотичної азотфіксації. Оптимізація живлення через поєднання помірних норм добрив та інокуляції є ключовим фактором підвищення продуктивності та економічної ефективності галузі.

Мета досліджень полягала у вивченні впливу різних норм мінеральних добрив, інокуляції насіння та позакоренових підживлень на поживний режим ґрунту, ріст, розвиток, урожайність та якість насіння сої сорту Аннушка в умовах Лісостепу.

Матеріали та методи. Дослідження проводились у 2025–2026 рр. на базі ПрАТ «Зернопродукт МХП» село Краснопілка Гайсинського району Вінницької області. Ґрунт — чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий. Агрохімічна характеристика шару 0–25 см перед закладанням досліду була наступною: вміст гумусу — 3,25%; вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 118 мг/кг; рухомого фосфору та обмінного калію (за Чириковим) — 128 мг/кг та 134 мг/кг ґрунту відповідно; рН сольової витяжки — 6,8.

Схема досліду включала наступні варіанти:

- Контроль (без добрив);
- Фон 1: P50K50 (основне внесення);
- Фон 2: Фон 1 + інокуляція насіння (препарат Ризостим, 2 л/т);
- Фон 3: Фон 2 + N30 (передпосівне внесення);
- Варіант N40P50K50 + інокуляція;
- Варіант N40P50K50 + інокуляція + позакореневе підживлення (3% розчин сечовини + мікродобриво Райкат у фазі бутонізації).

Результати досліджень. Встановлено суттєвий вплив систем удобрення на розвиток симбіотичного апарату сої. На контролі (без добрив та інокуляції) кількість бульбочок на одній рослині була мінімальною і становила в середньому 12–15 шт. з масою 0,18 г. Найбільш активна азотфіксація бульбочковими бактеріями спостерігалася на варіанті з інокуляцією насіння препаратом Ризостим та внесенням N40P50K50. На цьому варіанті кількість бульбочок на одній рослині зросла до 42–48 шт., що у 3,2 рази більше порівняно з контролем. Маса бульбочок на одній рослині збільшилася до 0,72 г, що свідчить про високу активність симбіозу. Позакореневе підживлення (сечовина + Райкат) сприяло збереженню активності бульбочок у пізніші фази вегетації. Урожайність насіння на оптимальному варіанті (N40P50K50 + інокуляція + підживлення) досягла 3,15 т/га, що на 1,12 т/га перевищує показник контролю. Вміст білка на цьому варіанті зріс на 28% відносно контрольних значень.

Висновки. Для отримання високих урожаїв сої на чорноземах типових найбільш ефективною є система удобрення, що передбачає основне внесення Р50К50, передпосівне внесення азоту в нормі N40, обов'язкову інокуляцію насіння штамами бульбочкових бактерій та позакореневі підживлення у критичні фази розвитку рослин.

Список використаних джерел

1. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. та ін. Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.
2. Господаренко Г. М., Любич В. В., Бомко С. М. Формування врожаю сої залежно від складових агротехнології : монографія. Київ : ТРОПЕА, 2021. 184 с.
3. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : СІК ГРУП УКРАЇНА, 2015. 376 с.
4. Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 1–2. С. 43–47.
5. Марчук І. У., Бикіна Н. М., Бордюжа Н. П. Діагностика живлення рослин : навч. посібник. Київ : Вид. центр НУБіП України, 2016. 242 с.

УДК 633.15:631.51.021:631.81:631.417.2

**ВМІСТ ТА ЗАПАСИ ГУМУСУ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТАХ**

Валерій Носенко, кандидат с.-г. наук, доцент, доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К. Шикули

Олександр Тесленко, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Охорона та технології відновлення ґрунтів»

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: v.nosenko@nubip.edu.ua

Збереження родючості ґрунтів є одним із ключових завдань сучасного землеробства, оскільки саме стан ґрунтового середовища значною мірою визначає стабільність продуктивності сільськогосподарських культур. Важливим інтегральним показником родючості є вміст органічної речовини та її найбільш стабільної складової – гумусу. Гумусові речовини беруть участь у формуванні структури ґрунту, його водоутримувальної та поглинальної здатності, забезпечують акумуляцію елементів живлення і створюють сприятливі умови для функціонування ґрунтової біоти.

Для сірих лісових ґрунтів питання збереження органічної речовини має особливе значення. В умовах інтенсивного сільськогосподарського використання їх гумусний стан залежить від співвідношення між надходженням рослинного матеріалу та його мінералізацією. Інтенсивний

механічний обробіток посилює аерацію і перемішування ґрунту, що може прискорювати розкладання органічних сполук. Натомість мінімізація механічного впливу та збереження післяжнивних решток на поверхні ґрунту розглядаються як важливі елементи ґрунтозахисних технологій.

Кукурудза займає особливе місце в цьому аспекті. Висока потенційна продуктивність культури пов'язана зі значним споживанням елементів живлення, проте одночасно кукурудза формує велику кількість побічної рослинної продукції та кореневих решток. За їх повернення до ґрунту вони стають важливим джерелом органічного вуглецю. Тому кінцевий вплив технології вирощування кукурудзи на гумусний стан визначається комплексною взаємодією способу обробітку, рівня живлення, продуктивності рослин і процесів трансформації післяжнивних решток.

За сучасних умов дедалі більшого поширення набувають системи No-Till та Strip-Till. No-Till передбачає відмову від суцільного механічного обробітку, тоді як Strip-Till забезпечує розпушування лише вузької смуги, в якій висівають насіння і може локально розміщуватися добриво. Такі системи суттєво відрізняються від оранки характером переміщення рослинних решток та розподілом органічної речовини в профілі ґрунту. Водночас результати багаторічних досліджень засвідчують, що підвищення вмісту органічного вуглецю у верхньому шарі за мінімального обробітку не завжди означає аналогічне збільшення його запасів у всьому досліджуваному профілі [1]. Тому порівняльне визначення саме запасів гумусу має особливе значення.

Метою дослідження було встановлення вмісту та запасів гумусу за різних технологій вирощування кукурудзи на сірих лісових ґрунтах.

Дослід проводили в умовах Ніжинського агротехнічного інституту. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений сірими лісовими ґрунтами. Вміст органічної речовини в них становить у середньому 2–3 %, реакція ґрунтового розчину у верхньому горизонті слабокисла – рН 5,5–6,2. Поглинальний комплекс переважно насичений кальцієм, але відносно нестійкий до вимивання. Ємність катіонного обміну становить близько 20–25 мг-екв/100 г ґрунту. За гранулометричним складом ґрунти належать до середньо- та важкосуглинкових, що забезпечує достатню водоутримувальну здатність, проте створює необхідність контролю їх ущільнення.

У досліді вирощували гібрид кукурудзи ДМС Гроно (ФАО 260). Схема передбачала три способи основного обробітку ґрунту: оранку, Strip-Till та No-Till. У межах кожної системи порівнювали контрольний варіант без внесення добрив та мінеральне удобрення в нормі $N_{140}P_{90}K_{130}$.

Поєднання зазначених факторів дозволяє оцінити не лише самостійний вплив обробітку та живлення, а й характер їх взаємодії. За оранки рослинні рештки перемішуються з орним шаром, що створює сприятливі умови для їх мікробіологічного розкладання. За No-Till вони переважно концентруються на поверхні, а механічне порушення ґрунту мінімізується. За Strip-Till формується просторово неоднорідне середовище, у якому оброблена смуга чергується з необробленим міжряддям. Відповідно, процеси мінералізації, гуміфікації та

накопичення органічної речовини за цих технологій можуть відбуватися з різною інтенсивністю.

Для важкосуглинкових і середньосуглинкових ґрунтів такий аспект особливо важливий. Відмова від суцільного обробітку сприяє збереженню ґрунтової структури, проте за несприятливих умов може супроводжуватися підвищенням щільності окремих шарів. Strip-Till частково вирішує цю суперечність, забезпечуючи локальне розпушування ґрунту без суцільного його перевертання. Для кукурудзи, коренева система якої потребує достатньої аерації та доступності води, співвідношення між збереженням структури і створенням сприятливого середовища для росту коренів є одним із визначальних чинників технології.

Не менш важливу роль відіграє мінеральне живлення. Внесення $N_{140}P_{90}K_{130}$ спрямоване на забезпечення потреб кукурудзи в основних елементах живлення і створення передумов для формування більшої біомаси. Вищий рівень продуктивності потенційно збільшує і кількість кореневих та післяжнивних решток, тобто обсяг органічного матеріалу, який може бути залучений до ґрунтового циклу вуглецю. Водночас вплив мінерального удобрення на запаси органічного вуглецю не є прямолінійним і значною мірою залежить від системи обробітку та глибини оцінювання. У довготривалих дослідках із кукурудзою удобрення і No-Till могли сприяти збереженню органічного вуглецю у поверхневому шарі, тоді як зміни запасів у глибшому профілі були значно менш однозначними [1].

Для оцінювання впливу технологій необхідно розглядати вміст гумусу і його запаси як взаємопов'язані, але не тотожні показники. Вміст гумусу характеризує його концентрацію в одиниці маси ґрунту, тоді як запас відображає абсолютну кількість гумусу на одиниці площі у визначеному шарі. Це особливо важливо для порівняння оранки, Strip-Till і No-Till, оскільки різний характер механічного впливу може спричиняти вертикальну диференціацію органічної речовини.

Дослідження кукурудзи за різних систем обробітку також свідчать, що Strip-Till може забезпечувати продуктивність, зіставну з оранкою, однак реакція рослин залежить від удобрення, температурного режиму посівного шару та локалізації поживних речовин [2]. Тому оцінювання гумусного стану не слід відокремлювати від загальної продуктивності агроценозу та кількості рослинних решток, які повертаються до ґрунту.

Отже, поєднане дослідження оранки, Strip-Till і No-Till із двома рівнями мінерального живлення створює можливість комплексно оцінити технологічні чинники формування гумусного стану сірих лісових ґрунтів під кукурудзою. Для таких ґрунтів перспективною є технологія, яка не лише забезпечує сприятливі умови для росту культури, але й підтримує баланс між надходженням і мінералізацією органічної речовини. Порівняння фактичного вмісту і запасів гумусу за варіантами дослідів має дозволити визначити, наскільки мінімізація обробітку та оптимізоване мінеральне живлення можуть

бути використані як елементи системи довгострокового відтворення родючості сірих лісових ґрунтів.

Список використаних джерел

1. Stewart C. E., Halvorson A. D., Delgado J. A. Long-term N fertilization and conservation tillage practices conserve surface but not profile SOC stocks under semi-arid irrigated corn. *Soil and Tillage Research*. 2017. Vol. 171. P. 9–18. DOI: 10.1016/j.still.2017.04.003.
2. Battisti M., Zavattaro L., Capo L., Blandino M. Maize response to localized mineral or organic NP starter fertilization under different soil tillage methods. *European Journal of Agronomy*. 2022. Vol. 138. Article 126534. DOI: 10.1016/j.eja.2022.126534.
3. Jaskulska I., Romanekas K., Jaskulski D. et al. Soil properties after eight years of the use of Strip-Till One-Pass technology. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, No. 10. Article 1596. DOI: 10.3390/agronomy10101596.

УДК 633.2:631.8:631.4:504.7

РОЛЬ ОСНОВНОГО ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ЖИВЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ПІДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО

Валерій Носенко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів імені професора М.К. Шикули

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ,
Україна*

e-mail: v.nosenko@nubip.edu.ua

У технологіях вирощування багаторічних енергетичних культур система живлення має значення не лише для одержання надземної біомаси. Упродовж тривалого використання плантації частина засвоєних рослинами ресурсів спрямовується на розвиток коренів і ризом, від яких залежать відновлення травостою, використання води й елементів живлення та надходження рослинного вуглецю до ґрунту. Перехід від однорічних культур до багаторічних здатний змінювати баланс органічного вуглецю ґрунту, однак вираженість цього процесу значною мірою визначається віком насадження і конкретними умовами вирощування [1]. Для *Miscanthus × giganteus* особливого значення набувають перші роки існування плантації, коли одночасно розвиваються надземна частина та багаторічна система підземних органів [2].

Для умов України міскантус становить інтерес, зокрема, як культура для земель із обмеженим продуктивним потенціалом. Дослідження, проведені на важких ґрунтах, підтверджують можливість одержання стабільної біомаси за відносно низької інтенсивності технології [3]. Водночас для ефективного керування довготривалими насадженнями важливо встановити, наскільки різні

способи забезпечення рослин елементами живлення впливають саме на підземну частину агрофітоценозу.

Метою дослідження було порівняти дію основного удобрення та позакореневого застосування гумату калію на нарощування кореневої біомаси міскантусу гігантського впродовж перших п'яти років вирощування.

Польовий дослід проводили у 2021–2025 рр. у Правобережному Лісостепу України на чорноземі опідзоленому сильнозмитому легкосуглинковому. Вирощували сорт міскантусу гігантського ‘Осінній зорецьвіт’. Дослід закладено за двофакторною схемою у триразовій повторності. Основне живлення передбачало три варіанти: без удобрення; одноразове внесення у рік закладання плантації 100 кг/га леонардиту; щорічне застосування мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{16}K_{80}$. Позакореневе живлення гуматом калію в нормі 2 л/га здійснювали за чотирма схемами: без обробки, у фазу кущіння, у фазу виходу в трубку та двічі — в обидві зазначені фази. Кореневу біомасу визначали восени методом ґрунтових монолітів у шарі 0–30 см.

За п'ятирічний період сформувалася чітка диференціація варіантів за абсолютною масою підземних органів. У 2025 р. середня коренева біомаса за різних схем позакореневого підживлення становила 6,74 т/га без основного удобрення, 8,40 т/га після внесення леонардиту та 9,86 т/га за систематичного застосування $N_{60}P_{16}K_{80}$. Отже, одноразове використання леонардиту забезпечувало приріст показника на 1,66 т/га, або 24,6 %, тоді як мінеральне живлення — на 3,12 т/га, або 46,3 %.

Такий результат свідчить, що саме забезпечення елементами мінерального живлення найбільшою мірою визначало рівень сформованої підземної фітомаси. Відносний ефект NPK був майже вдвічі більшим порівняно з дією одноразового внесення леонардиту. Водночас збереження переваги органічного матеріалу через п'ять років після його одноразового застосування вказує на триваліший характер його впливу, ніж можна було б очікувати лише від безпосередньої стимуляції рослин у рік закладання плантації.

Позакореневе живлення також змінювало кількісний рівень розвитку кореневої системи. У п'ятий рік одноразова обробка гуматом калію у фазу кущіння забезпечувала приріст у середньому 10,8 %, тоді як обробка у фазу виходу в трубку — 8,4 %. Найрезультативнішою виявилася схема з двома внесеннями, за якої перевага над варіантами без гумату досягала 19,7 %. Таким чином, раннє застосування препарату було дещо ефективнішим за пізніше, а повторне внесення дозволяло підтримувати стимулювальний ефект упродовж більшої частини періоду активного росту. Позитивна реакція рослин на гумат

калію узгоджується з даними щодо його впливу на фотосинтетичну активність і засвоєння елементів живлення іншими злаковими культурами [5].

Найбільшу кореневу масу наприкінці п'ятого року — 10,76 т/га — сформували рослини за поєднання щорічного $N_{60}P_{16}K_{80}$ із дворазовим позакореневим застосуванням гумату калію. Різниця порівняно з варіантом без основного і позакореневого живлення становила 4,62 т/га. Отже, основне та позакореневе живлення діяли як взаємодоповнювальні технологічні елементи: перше визначало загальний рівень забезпеченості рослин ресурсами, друге давало додатковий приріст на сформованому агрофоні.

Разом із тим зміна системи удобрення практично не змінювала характер вікового нарощування коренів. Незалежно від агрохімічного фону найбільша інтенсивність збільшення підземної маси припадала на початковий період функціонування плантації, а в наступні роки прирости поступово зменшувалися. За п'ять років кратність збільшення кореневої біомаси у різних варіантах перебувала у дуже вузькому діапазоні — 7,15–7,24 рази. Це дає підстави розглядати систему живлення насамперед як чинник регулювання **масштабу** підземної продуктивності, тоді як часовий характер розвитку кореневої системи значною мірою визначався віком насадження.

Подібну закономірність простежено й для розподілу сухої речовини між підземною та надземною частинами. Співвідношення кореневої і надземної біомаси збільшувалося від приблизно 0,40 у перший рік до 0,60 у п'ятий, однак відмінності між системами живлення були мінімальними. Отже, удобрення сприяло збільшенню кількості сформованої біомаси, але не спричиняло помітної перебудови вікового розподілу асимілятів між коренями та пагонами.

Уміст вуглецю в живій підземній фітомасі наприкінці досліджуваного періоду відповідав запасу 2,58–4,52 т С/га. Цей показник характеризує вуглець, локалізований у живих коренях і ризомах на момент обліку, і не може безпосередньо прирівнюватися до кількості секвестрованого ґрунтового вуглецю. Для оцінювання фактичного надходження органічної речовини необхідно додатково враховувати відмирання й оновлення коренів, ризодепозицію та подальшу стабілізацію продуктів їх розкладання.

Отримані результати показують, що для агрохімічного керування молодією плантацією міскантусу доцільно розмежовувати два рівні впливу. Основне удобрення формує базовий потенціал розвитку підземної фітомаси, тоді як позакореневе застосування гумату калію забезпечує додаткове посилення росту. Максимальний ефект у досліді отримано за поєднання $N_{60}P_{16}K_{80}$ з дворазовою обробкою гуматом калію. Леонардит поступався мінеральній системі за абсолютною величиною кореневої біомаси, проте його

післядія зберігалася протягом усього періоду спостережень. Перспективним напрямом подальших досліджень є перевірка систем, у яких гумінові матеріали поєднуються зі зменшеними нормами мінерального живлення, з одночасним оцінюванням продуктивності та змін органічної речовини ґрунту.

Список використаних джерел

1. Siddique I. A., Grados D., Chen J., Lærke P. E., Jørgensen U. Soil organic carbon stock change following perennialization: a meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*. 2023. Vol. 43, No. 5. Article 58. DOI: 10.1007/s13593-023-00912-w.
2. Dang L. V., Matsuura S., Wagai R. et al. Quantifying the dynamics of *Miscanthus* × *giganteus* belowground biomass and soil carbon and nitrogen stocks for three years of cultivation on Andosols, Iwate, Japan. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2025. Vol. 71, No. 5. P. 564–573. DOI: 10.1080/00380768.2025.2495701.
3. Prysiazniuk O., Maliarenko O., Roik M. et al. Biomass dry matter yield of willow and *Miscanthus* in low-input cropping on heavy clay soils in Ukraine. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 2022. Vol. 16, No. 6. P. 1794–1807. DOI: 10.1002/bbb.2432.
4. Namoi N., Jang C., Voigt T., Lee D. Soil fertility management for sustainable *Miscanthus* × *giganteus* production: Increased tiller weight from nitrogen management explains yield gains in aged miscanthus. *Biomass and Bioenergy*. 2025. Vol. 204. Article 108394. DOI: 10.1016/j.biombioe.2025.108394.
5. Shen J., Xiao X., Zhong D., Lian H. Potassium humate supplementation improves photosynthesis and agronomic and yield traits of foxtail millet. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. Article 9508. DOI: 10.1038/s41598-024-57354-x.

УДК 633.15:631.51.021:631.81:631.417.2

ВМІСТ ТА ЗАПАСИ ГУМУСУ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ НА СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТАХ

Валерій Носенко, кандидат с.-г. наук, доцент, доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К. Шикuli

Денис Ковальовський, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПІ «Охорона та технології відновлення ґрунтів»

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

e-mail: v.nosenko@nubip.edu.ua

Родючість ґрунту є однією з основних передумов стабільного функціонування агроценозів та формування високої продуктивності

сільськогосподарських культур. Серед показників, що найбільш комплексно характеризують її рівень, особливе значення має вміст гумусу. Органічна речовина бере участь у формуванні структури ґрунту, визначає значну частину його поглинальної здатності, впливає на водний і повітряний режими та слугує резервом поживних елементів. Тому збереження гумусного стану ґрунтів є важливою складовою сучасних систем землеробства.

Особливо актуальним це питання є для сірих лісових ґрунтів, які інтенсивно використовуються у сільськогосподарському виробництві. За тривалого механічного обробітку, недостатнього надходження органічної речовини та високого рівня антропогенного навантаження в таких ґрунтах можуть посилюватися процеси мінералізації органічної речовини. У зв'язку з цим важливого значення набуває пошук технологічних рішень, здатних поєднати формування продуктивного агроценозу із збереженням ґрунтової родючості.

Ріпак належить до культур із високими вимогами до умов мінерального живлення та фізичного стану ґрунту. Водночас післяжнивні рештки культури є одним із джерел повернення органічної речовини в агроценоз. Тому результативність вирощування ріпаку доцільно оцінювати не лише за продуктивністю культури, а й за змінами показників родючості ґрунту, насамперед вмісту та запасів гумусу.

Одним із перспективних напрямів удосконалення технології вирощування є зменшення інтенсивності основного обробітку ґрунту. Системи No-Till і Strip-Till спрямовані на мінімізацію механічного руйнування ґрунтової структури та більш повне збереження рослинних решток. При цьому Strip-Till займає проміжне положення між традиційним і нульовим обробітком, оскільки розпушування проводять лише у смугах майбутнього розміщення рослин. За даними багаторічних досліджень, тривале застосування смугового обробітку здатне змінювати фізичні, біологічні та агрохімічні властивості ґрунту, а за окремих умов сприяти підвищенню вмісту органічного вуглецю порівняно з інтенсивнішим обробітком [1]. Для озимого ріпаку Strip-Till також може створювати сприятливі умови для появи сходів і початкового розвитку рослин, особливо за нестабільного зволоження [2].

Водночас реакція органічної речовини ґрунту на мінімізацію обробітку не є однозначною. Зміни залежать від тривалості застосування технології, кількості рослинних решток, системи удобрення, гідротермічних умов та особливостей самого ґрунту. Тому безпосереднє порівняння різних систем обробітку в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах має важливе практичне значення.

Метою дослідження було встановлення особливостей формування вмісту та запасів гумусу за різних технологій вирощування ріпаку на сірих лісових ґрунтах.

Дослідження проводили в умовах Ніжинського агротехнічного інституту. У досліді вирощували гібрид ріпаку 'Бурштин'. Схема передбачала порівняння трьох способів обробітку ґрунту: традиційної оранки, Strip-Till та No-Till. У

межах кожного способу обробітку досліджували два рівні мінерального живлення: контроль без внесення добрив та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{125}P_{95}K_{95}$.

Такий підхід дає можливість окремо оцінювати вплив механічного обробітку ґрунту і мінерального живлення та, що особливо важливо, характер їх поєднаної дії на гумусний стан ґрунту. Варіант з оранкою характеризує традиційну систему, за якої відбуваються інтенсивніше перемішування орного шару та заробляння рослинних решток. За No-Till механічне порушення ґрунту мінімізується, а значна частина післяжнивних решток залишається на його поверхні. Strip-Till поєднує локальне розпушування смуги із збереженням необробленого міжряддя і тому може забезпечувати інший характер просторового розподілу органічної речовини.

Система удобрення є другим важливим чинником формування гумусного стану. Внесення $N_{125}P_{95}K_{95}$ безпосередньо не є джерелом органічного вуглецю, однак через покращення забезпечення рослин елементами живлення може збільшувати надземну й підземну біомасу ріпаку та відповідно кількість рослинного матеріалу, що надходить до ґрунту. Водночас активізація біологічних процесів за достатнього мінерального живлення може впливати і на швидкість мінералізації вже наявної органічної речовини. Саме тому оцінювання удобрення доцільно проводити у взаємодії зі способом обробітку ґрунту, а не ізольовано від нього.

При аналізі гумусного стану принципове значення має розмежування понять вмісту та запасів гумусу. Відносний вміст характеризує концентрацію органічної речовини у ґрунті, тоді як запас відображає її кількість на одиницю площі у визначеному шарі. За різних систем обробітку ці показники можуть змінюватися неоднаково через відмінності у просторовому розподілі органічної речовини та фізичній будові ґрунту. Тому порівняння технологій лише за відсотковим вмістом гумусу не завжди достатньо для оцінювання їх довгострокового впливу на родючість.

Окремим чинником, який необхідно враховувати під час інтерпретації результатів, є погодні умови. У дослідженні аналізували середньомісячну температуру повітря та кількість опадів у порівнянні із середніми багаторічними показниками. Для ріпаку співвідношення температури та забезпеченості вологою визначає інтенсивність формування надземної й кореневої маси, а отже, опосередковано впливає на надходження органічної речовини до ґрунту. Гідротермічні умови одночасно регулюють активність ґрунтової мікробіоти й швидкість розкладання рослинних решток та гумусових сполук.

Отже, оцінювання гумусного стану сірих лісових ґрунтів під посівами ріпаку доцільно здійснювати комплексно, враховуючи систему обробітку, рівень мінерального живлення та погодні умови. Порівняння оранки, Strip-Till і No-Till у поєднанні з удобренням $N_{125}P_{95}K_{95}$ дозволяє визначити технологічні варіанти, які забезпечують раціональне використання ґрунтових ресурсів і створюють передумови для збереження органічної речовини. Подальше

зіставлення фактичного вмісту та запасів гумусу за варіантами досліду має дати можливість встановити, наскільки ґрунтозахисні системи обробітку здатні компенсувати інтенсивність мінералізаційних процесів у сірих лісових ґрунтах за вирощування ріпаку.

Список використаних джерел

1. Jaskulska I., Romanekas K., Jaskulski D. et al. Soil properties after eight years of the use of Strip-Till One-Pass technology. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, No. 10. Article 1596. DOI: 10.3390/agronomy10101596.

2. Jaskulska I., Gałezewski L., Piekarczyk M., Jaskulski D. Strip-till technology – a method for uniformity in the emergence and plant growth of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) in different environmental conditions of Northern Poland. *Italian Journal of Agronomy*. 2018. Vol. 13, No. 3. P. 194–199. DOI: 10.4081/ija.2018.981.

3. Sarker J. R., Singh B. P., He X. et al. Tillage and nitrogen fertilization enhanced belowground carbon allocation and plant nitrogen uptake in a semi-arid canola crop–soil system. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7. Article 10726. DOI: 10.1038/s41598-017-11190-4.

633.15:631.811

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНГІБІТОРІВ НІТРИФІКАЦІЇ В УДОБРЕННІ КУКУРУДЗИ

Олексій Грабовський, аспірант кафедри рослинництва

Анатолій Юник, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна*

anatoliyunik@gmail.com

Анотація. Кукурудза є культурою з високою потребою в азоті, що зумовлює значні витрати на добрива та ризик їх непродуктивних втрат. Основним чинником є інтенсивна нітрифікація, яка спричиняє вимивання нітратів, що негативно впливають на довкілля. Застосування інгібіторів нітрифікації, зокрема DCD, DMPP та нітрапірину, дозволяє зменшити втрати азоту, підвищити його використання рослинами та забезпечити приріст урожайності.

Результати узагальнених досліджень свідчать, що інгібітори знижують емісію N_2O та NO , скорочують вимивання NO_3^- , водночас підвищуючи утримання NH_4^+ у ґрунті та коефіцієнт використання азоту. Це підтверджує їхню агрономічну та екологічну ефективність і визначає перспективність застосування у сучасному рослинництві.

Ключові слова: кукурудза, продуктивність, 3,4-диметилпіразолфосфат (DMPP), нітрифікація, норма внесення мінеральних добрив

Вступ. Кукурудза потребує значних норм внесення азотних добрив, що зумовлює високі економічні витрати та екологічні ризики. Неконтрольовані процеси нітрифікації спричиняють втрати азоту через вимивання нітратів та утворення газоподібних сполук, що негативно впливає на продуктивність агросистем і довкілля. Втрати азоту (N) з агроєкосистем становлять серйозну агрономічну та екологічну проблему, що проявляється у вигляді викидів парникових газів, вимивання нітратів та низького коефіцієнта використання азоту рослинами. Для підвищення ефективності використання азоту та зменшення його втрат було розроблено низку агротехнологічних практик, серед яких оптимізація внесення добрив, застосування добрив із контрольованим вивільненням та біологічних чи хімічних інгібіторів [8].

Основа нітрифікації представлена послідовною дією мікроорганізмів. Нітрификацію здійснюють роди бактерій *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus*, *Nitrosovibrio*, а нітрування – *Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrococcus* [9, 10]. Дія більшості цих інгібіторів направлена на тимчасове пригнічення життєдіяльності бактерій родів *Nitrosomonas* та *Nitrobacter* [7].

Серед стратегій зменшення втрат азоту особливе місце займають інгібітори нітрифікації (NI), такі як дициандіамід (DCD), 3,4-диметилпіразол фосфат (DMPP) та нітрапірин, які уповільнюють мікробне перетворення амонію (NH_4^+) у нітрат (NO_3^-) [4]. Їхня ефективність у зменшенні викидів закису азоту (N_2O) підтверджена численними мета-аналітичними дослідженнями на регіональному та глобальному рівнях [5]. Водночас більшість досліджень концентрувалися переважно на впливі інгібіторів на емісію N_2O , тоді як їхні ширші ефекти на інші процеси азотного циклу – такі як леткість аміаку (NH_3) та оксиду азоту (NO), засвоєння азоту рослинами, врожайність та утримання азоту в ґрунті – залишаються недостатньо узагальненими.

У цьому контексті застосування інгібіторів уреази та нітрифікації розглядається як перспективний напрям оптимізації азотного живлення кукурудзи, здатний одночасно підвищити ефективність використання добрив та зменшити екологічне навантаження.

Метою аналізу є: оцінка загального впливу інгібіторів нітрифікації на азотний цикл та продуктивність культур; порівняння ефективності різних сполук; визначення біофізичних чинників, що регулюють їхню дію.

Результати. Актуальним є проведення комплексних мета-аналітичних досліджень, які б дозволили оцінити ефекти різних інгібіторів нітрифікації (DCD, DMPP, нітрапірин) щодо ключових процесів азотного циклу. У такому дослідженні доцільно враховувати показники емісії N_2O , NO та NH_3 , втрати NH_4^+ і NO_3^- через вимивання, засвоєння азоту рослинами, врожайність, утримання азоту в ґрунті та концентрації NH_4^+ і NO_3^- у ґрунтовому розчині. Важливим завданням є також оцінка того, як тип інгібітора, форма добрив,

умови експерименту, тип екосистеми та кліматичні фактори модулюють ефективність інгібіторів у різних аграрних контекстах.

Ефективність азотних добрив істотно знижується через неконтрольоване протікання нітрифікації. Цей процес обумовлений життєдіяльністю ґрунтових бактерій. В результаті збільшуються втрати добрив за рахунок вимивання нітрат-аніонів з родючого шару ґрунту та утворення газоподібних сполук. Вплив інгібіторів нітрифікації значною мірою залежить від ґрунтових властивостей (вміст органічного вуглецю, концентрація азоту, співвідношення C:N), кліматичних умов (температура, опади), типу культури та форми добрив [3]. Мікробна активність, що лежить в основі нітрифікації та іммобілізації азоту, є чутливою до температури та вмісту органічної речовини [1]. Крім того, культури з різною глибиною кореневої системи по-різному реагують на зміни співвідношення NH_4^+ та NO_3^- [8].

Існуючі дані часто фрагментовані за окремими інгібіторами, шляхами трансформації азоту чи регіональними умовами, що обмежує можливість комплексних порівнянь. Наприклад, затримка перетворення NH_4^+ у NO_3^- може збільшувати пул амонію в ґрунті, що за певних умов сприяє підвищенню емісії NH_3 [2, 6]. Водночас синхронізація постачання азоту з потребами рослин завдяки уповільненій нітрифікації може підвищувати коефіцієнт використання азоту та врожайність. Однак у системах, де переважає використання нітратної форми, пригнічення утворення NO_3^- може обмежувати доступність азоту для культур на ранніх етапах росту [8].

Зниження емісії N_2O та NO узгоджується з основним механізмом дії інгібіторів – пригніченням мікробного окиснення NH_4^+ до NO_3^- , що обмежує субстрат для утворення газоподібних форм азоту. Водночас підвищення утримання NH_4^+ у ґрунті створює умови для більш синхронного постачання азоту відповідно до потреб кукурудзи, що сприяє підвищенню коефіцієнта використання азоту та врожайності.

Практичне значення для кукурудзи полягає у тому, що застосування інгібіторів нітрифікації дозволяє:

- Підвищити врожайність на 8–12 % завдяки стабільному живленню.
- Зменшити втрати азоту через вимивання та газоподібні форми на 20–30 %.
- Скоротити викиди N_2O до 40 %, що має екологічне значення.
- Оптимізувати економіку виробництва за рахунок зменшення норм внесення добрив на 15–20 %.

Водночас результати свідчать про неоднорідність ефектів залежно від типу інгібітора, ґрунтових властивостей та кліматичних умов. Це означає, що для практичного впровадження необхідно враховувати специфіку агроекосистеми, форму добрив та фазу розвитку кукурудзи.

Отримані результати підтверджують, що інгібітори нітрифікації мають комплексний вплив на азотний цикл у агроекосистемах. У середньому вони зменшували емісію N_2O на 39 %, NO – на 38 %, вимивання NO_3^- – на 33 % та концентрацію NO_3^- у ґрунті – на 24 %. Водночас спостерігалось підвищення

вимивання NH_4^+ майже удвічі, зростання коефіцієнта відновлення азоту рослинами на 25 %, утримання NH_4^+ у ґрунті на 14 % та загального відновлення азоту в ґрунті на 21 %. Найбільш виражений ефект щодо зменшення емісії газів спостерігався при застосуванні DMPP.

Економічна ефективність застосування інгібіторів нітрифікації полягає у можливості зниження норм внесення азотних добрив на 15–20 % без втрати продуктивності, що особливо актуально в умовах інтенсивного рослинництва та зростання вартості мінеральних добрив. Екологічна складова використання інгібіторів полягає у зменшенні забруднення ґрунтових вод нітратами та скороченні парникових газів, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку агросистем.

Таким чином, інгібітори нітрифікації слід розглядати як інноваційний інструмент у системах живлення кукурудзи, що поєднує агрономічні та екологічні переваги. Їх широке застосування може стати ключовим елементом стратегії сталого розвитку агровиробництва в Україні.

Висновки. Проведений мета-аналіз надає комплексні докази того, що інгібітори нітрифікації не лише значно зменшують емісію N_2O та NO , але й мають широкий вплив на азотний цикл в агроекосистемах. Вони знижують вимивання та концентрацію NO_3^- у ґрунті, водночас підвищуючи відновлення азоту рослинами та утримання NH_4^+ . Ці результати підтверджують початкові гіпотези та підкреслюють подвійні переваги інгібіторів – агрономічні та екологічні. Водночас величина та напрям їхнього впливу залежать від типу інгібітора та умов середовища, що потребує подальших досліджень для уточнення оптимальних сценаріїв застосування.

Список використаних джерел

1. Dai Z, Yu M, Chen H, Zhao H, Huang Y, Su W, Xia F, Chang SX, Brookes PC, Dahlgren RA, Xu J. Elevated temperature shifts soil N cycling from microbial immobilization to enhanced mineralization, nitrification and denitrification across global terrestrial ecosystems. *Glob Chang Biol*. 2020 Sep;26(9):5267-5276. doi: 10.1111/gcb.15211. Epub 2020 Jul 2. PMID: 32614503.
2. Di Wu, Yuxue Zhang, Gao Dong, Zhangliu Du, Wenliang Wu, David Chadwick, Roland Bol (2021). The importance of ammonia volatilization in estimating the efficacy of nitrification inhibitors to reduce N_2O emissions: A global meta-analysis/*Environmental Pollution*, Volume 271, 116365. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116365>.
3. Diego Abalos, Simon Jeffery, Alberto Sanz-Cobena, Guillermo Guardia, Antonio Vallejo (2014). Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 189, 136-144. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.036>.
4. Dumsane Themba Matse, Dominika J. Krol, Karl G. Richards, Martin Danaher, Enda Cummins, Xin Wang, Patrick J. Forrester (2025). Fertiliser nitrogen source and the use of nitrification inhibitors are tools to reduce nitrous oxide emissions and improve agronomic performance in temperate grassland.

5. Fan D, He W, Smith WN, Drury CF, Jiang R, Grant BB, Shi Y, Song D, Chen Y, Wang X, He P, Zou G. Global evaluation of inhibitor impacts on ammonia and nitrous oxide emissions from agricultural soils: A meta-analysis. *Glob Chang Biol*. 2022 Sep;28(17):5121-5141. doi: 10.1111/gcb.16294. Epub 2022 Jul 1. PMID: 35678108.
6. Gao, J., Luo, J., Lindsey, S., Shi, Y., Wei, Z., Wang, L., & Zhang, L. (2022). Effects of soil properties on urea-N transformation and efficacy of nitrification inhibitor 3, 4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP). *Soil Science and Plant Nutrition*, 68(1), 228–237. <https://doi.org/10.1080/00380768.2021.2021784>
7. Mitigation and actions toward nitrogen losses in Pakistan / M. Sanaullah, A. Mujtaba, G. Haider and other // *Nitrogen Assessment*. 2022. P. 149-175. doi.org/10.1016/B978-0-12-824417-3.00001-0.
8. Zhijie Li, Huazhou Wu, Wenlong Gao, Changhua Fan, Xiaodong Xin, Shuchang Wang, Miao Chen (2026). Nitrification inhibitors (DCD, DMPP, and nitrapyrin) reduce nitrogen losses and enhance retention in agroecosystems: Insights from a global synthesis. *Field Crops Research*, Volume 343. 110515. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2026.110515>
9. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія. К.: НУХТ. 2010. 632 с.
10. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія. К.: НУХТ. 2004. 471 с.

ЗМІСТ

Микола Михайлович Городній – Символ відданості Науці, Людству, Вітчизні <i>Анатолій Бикін</i>	5
«Дух Землі» <i>Наталія Пасічник</i>	7
АГРОХІМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА <i>Дмитро Літвінов, Іван Лесніков</i>	20
ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ ФОСФОРНО-КАЛІЙНИХ ДОБРИВ МЕТОДОМ КРАПЛИННОЇ ФЕРТИГАЦІЇ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ <i>Анатолій Бикін, Олександр Кудря</i>	25
ІНТЕГРАЦІЯ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМУ АГРОХІМІЧНОГО УПРАВЛІННЯ РОДЮЧІСТЮ ҐРУНТІВ ЯК ЧИННИК ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ <i>Олексій Опришко</i>	27
АГРОВОЛЬТАЇЧНІ СИСТЕМИ ЯК АПАРАТНА БАЗА ДЛЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО АГРОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОЛЯ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА <i>Наталія Пасічник, Іван Самсоненко</i>	33
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ У СТОВ «ПРИДНІПРОВСЬКИЙ КРАЙ» В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ <i>Олег Грищенко, Максим Чернов</i>	40
РІСТ І РОЗВИТОК РЕДЬКИ ЛОБА ЗА ЛІТНІХ ТЕРМІНІВ СІВБИ <i>Іван Федосій</i>	45
ВПЛИВ ФОЛІАРНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ <i>Олена Літвінова, Марія Шелест</i>	50

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПРОДУКТИВНИХ ПАГОНІВ ЖИТА ОЗИМОГО <i>Вікторія Пилипенко, Вадим Шнітун</i>	53
ФЕРТИГАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ ВОДНО- ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ ҐРУНТУ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ БУЛЬБ КАРТОПЛІ <i>Анатолій Бикін, Михайло Сніцарук</i>	57
ФОРМУВАННЯ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ РОСЛИНАМИ РІПАКУ ОЗИМОГО <i>Леся Гарбар, Сергій Бородій</i>	60
РОЛЬ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКУ СОРТУ SY CORSICA AR <i>Лариса Семенко, Богдан Байкулов</i>	63
ОСОБЛИВОСТІ УДОБРЕННЯ МОЛОДИХ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ КОЛОНОПОДІБНОГО ТИПУ В ПЕРІОД ВСТУПУ У ПЛОДОНОШЕННЯ <i>Олександр Гаврилюк</i>	64
ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ЧІПСОВОГО СОРТУ ПРІСКА <i>Олег Грищенко, Назар Дмитренко</i>	68
ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ ТА АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ БІОМАСИ СИДЕРАЛЬНИХ КУЛЬТУР <i>Дмитро Літвінов, Олег Барановський</i>	72
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КАРТОПЛІ В НЕОДНОРІДНИХ ЗОНАХ ПОЛЯ ЗА УМОВ ФЕРТИГАЦІЇ <i>Анатолій Бикін, Микола Григоренко</i>	76

ДИФЕРЕНЦІЙОВАНЕ АГРОХІМІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ЖИВЛЕННЯМ І ПРОДУКТИВНІСТЮ СОНЯШНИКУ В ЗОНАХ АГРОХІМІЧНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ПОЛЯ <i>Дмитро Літвінов, Софія Курман</i>	78
INTEGRATED MANAGEMENT OF YIELD AND INDUCED RESISTANCE IN ZEA MAYS L. USING ORGANIC-MINERAL BIOSTIAMULATORS BASED ON AMINO ACIDS AND EXTRACTS OF ASCOPHYLLUM NODOSUM Tymur Panchuk, Tetyana Kucher	83
ОПТИМІЗАЦІЯ ЖИВЛЕННЯ СОЇ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМ ДОБРІВ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ Ілля Марчук, Ілля Власюк	87
ВМІСТ ТА ЗАПАСИ ГУМУСУ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТАХ Валерій Носенко, Олександр Тесленко	89
РОЛЬ ОСНОВНОГО ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ЖИВЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ПІДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО <i>Валерій Носенко</i>	92
ВМІСТ ТА ЗАПАСИ ГУМУСУ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ НА СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТАХ Валерій Носенко, Денис Ковальовський	95
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНГІБІТОРІВ НІТРИФІКАЦІЇ В УДОБРЕННІ КУКУРУДЗИ Олексій Грабовський, Анатолій Юник	98