

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ
ІНСТИТУТУ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**СИСТЕМА УДОБРЕННЯ ГОРОХУ
ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ
З УРАХУВАННЯМ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ
ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

Науково-практичні рекомендації

Одеса • 2024 • Олді+

Автори:

Бурикiна С. I., Сергеев Л. А., Ужєвська С. П., Жук Н. М., Когут I. М.,
Почколина С. В., Руденко В. А.

Рецензенти:

Томницький А. В., кандидат с.-г. наук, Інститут кліматично-орієнтованого сільського господарства НААН;

Ревтьє-Уварова А. В., кандидат с.-г. наук, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

*Рекомендовано до друку Науково-технічною радою
Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН
(протокол № 11 від 16 листопада 2023 року)*

С40 **Система** удобрення гороху підзимової сівби з урахуванням кліматичних умов Південного Степу України : науково-практичні рекомендації / С. I. Бурикiна, Л. А. Сергеев, С. П. Ужєвська та ін. ; Національна академія аграрних наук України ; Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства. – Одеса : Олді+, 2024. – 48 с.

У рекомендаціях використані матеріали досліджень, що отримані авторами на базі польових дослідів за період з 2021 по 2023 роки.

Рекомендації призначені для керівників, агрономів, спеціалістів сільськогосподарських підприємств всіх форм власності та науково-дослідних установ. Можуть бути корисними для викладачів, аспірантів і студентів учбових закладів аграрного та екологічного напрямів усіх рівнів акредитації.

УДК 631.8:635.656:551.585.55(477.7)(083.13)

© Національна академія аграрних наук України, 2024

© Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА СОРТИ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ	5
ФАЗИ РОСТУ І РОЗВИТКУ ТА ЕТАПИ ОРГАНОГЕНЕЗУ	8
ДИНАМІКА ВМІСТУ АЗОТУ, ФОСФОРУ ТА КАЛІЮ В РОСЛИНАХ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ.....	14
РОЛЬ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ВРОЖАЇВ ГОРОХУ.....	16
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ ЗА СИСТЕМАМИ ЖИВЛЕННЯ	21
ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА ОСНОВНОГО ВНЕСЕННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ.....	25
ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ТА ЯКОСТІ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ ПРИ ПІДЖИВЛЕННІ ПОСІВІВ МІНЕРАЛЬНИМ АЗОТОМ	28
УРОЖАЙ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РІДКИХ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ	33
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ.....	38
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	42
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМАТИКОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	44

ВСТУП

Горох є провідною зернобобовою культурою нашої планети, яку вирощують у більшості країн світу, переважно у зоні помірного клімату. Його товарне насіння використовують як для приготування харчових продуктів, так і в комбікормовій промисловості як високобілковий компонент. Нині горох є одним із найбільш дешевих джерел високоякісного білка. Крім того, він належить до одного із кращих поліпшувачів ґрунтів, так як за вегетаційний період зв'язує із повітря близько 100 кг/га азоту в діючій речовині. Завдяки бульбичковим бактеріям у ризосфері рослин зосереджується корисний комплекс мікроорганізмів, що оздоровлює ґрунт в результаті конкурентного витіснення патогенних видів. Завдяки цьому горох є відмінним попередником у сівозміні для більшості сільськогосподарських культур.

У 80-их роках минулого сторіччя Україна була одним із головних виробників насіння гороху на нашій планеті. Ним засівали більш 1,5 млн га, а валовий збір досягав 3,5 млн т. На жаль, у період 2000–2016 рр. відбувся дуже значний спад посівів культури до 144–338 тис. га. Найменшу площу засіяли горохом у 2014 році – 144 тис. га. Однак в останні роки намітився значний прогрес у виробництві гороху. Рівень урожайності коливається від 3,2 т/га до 1,1 т/га.

В останні роки суттєвий інтерес у європейських сільськогосподарських виробників викликає підзимова сівба гороху, що зумовлено глобальним потеплінням. У цьому сторіччі зими на європейському континенті стали більш м'якими, в певній мірі змістились строки осінніх і весняних погодних змін. Перевагою такої схеми є уникнення ґрунтової посухи і дії високої температури. Результати досліджень В. І. Січкаря та Р. В. Соломонова свідчать про те, що сівбу гороху озимого проводити краще середині жовтня, при цьому цвітіння настає у перші дні травня, а повна стиглість – на початку червня. Таким чином, за такої технології є можливість зібрати горох приблизно на 20 днів і це одна із головних переваг гороху підзимової сівби – він рано звільняє поле.

На Одещині його молотять вже 10–15 червня. Завдяки цьому можна сміливо висівати культуру для отримання другого врожаю, скажімо раннього соняшнику. Так само озимий горох є чудовим попередником для зернових колосових та ріпаку.

У ряді зон осіння сівба в кінці вересня та впродовж жовтня дає змогу провести її більш якісно, ніж висівати весною у вологий ґрунт. Особливо значні переваги дана технологія має місце за прямої сівби в стерню після збирання зернових колосових культур.

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА СОРТИ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ

Горох – однорічна, трав'яниста, самозапильна культура з вилягаючим стеблом 0,5–1,5 м завдовжки.

Веgetаційний період більшості селекційних сортів гороху ярого триває 70–100 днів (до 140 днів у дуже пізньостиглих форм). Горох – найбільш скоростигла серед зернобобових, холодостійка та маловимоглива до тепла культура.

Насіння починає проростати при температурі 1–2 °С. Проте, біологічний мінімум для одержання дружніх сходів гороху становить 4–5 °С. При нижчій температурі сходи з'являються лише через 15–25 днів, знижується польова схожість та енергія росту рослин. З підвищенням температури до 10 °С насіння проростає швидше, сходи з'являються за 5–7 днів. Вони можуть витримувати приморозки до мінус 5–7 °С. Оптимальна температура для утворення вегетативних органів гороху – 12–16 °С, генеративних – 16–20 °С. Температура понад 26 °С негативно впливає на величину і якість урожаю.

Сорти гороху підзимової сівби більш холодостійкі і є зимостійкими. Як засвідчив досвід південних областей України, зимостійкість озимого гороху має дві прикметні риси. По-перше, висока морозостійкість, яка сягає мінус 16–17 градусів і це стосується не лише перезимівлі та здатності витримувати морози у період спокою, а й пізніх весняних

приморозків. По-друге, здатність до відновлення – вимерзлі посіви цієї культури переважно не гинуть остаточно, а з настанням тепла дають нові паростки. Культура має схильність до кущення, отже, потенційно – до підвищення врожайності.

Відносно пізні осінні строки сівби дають змогу сіяти озимий горох одразу після збирання соняшнику і кукурудзи з коротким та середнім ФАО. При цьому цілком перспективним є прямий висів озимого гороху в стерню після збирання культури-попередника і проходу мульчувача або дискатора для подрібнення решток. Горох загалом культура не вибаглива, тож такий підхід дасть змогу дотримати сівозміни, заощадити кошти на обробітку ґрунту, виграти час і зібрати добрий врожай наступного літа.

До вологи горох, загалом, вимогливий. При бубнявінні та проростанні, насіння вбирає 100–115 % води від власної маси. Найкращі умови для росту складаються при випаданні 450–600 мм за рік, а вологість ґрунту становить 70–80 % найменшої вологості. У посушливі роки вегетація гороху може скорочуватись у півтора рази.

Сорти гороху підзимової сівби встигають сформувати урожай, використовуючи зимові запаси вологи в ґрунті. За посухостійкістю горох підзимової сівби переважає звичайний, але поступається сої, сочевиці, нуту та чині. Незважаючи на те, що горох не відноситься до посухостійких культур, його можна вирощувати у відносно посушливих умовах. Тут завдяки доступу до більшої кількості вологи ця культура може дати на 20–25 % вищу врожайність порівняно з ярим горохом.

Разом з тим, значна вологість під час цвітіння та утворення плодів призводить до надмірного розростання вегетативної маси, взаємозатінення рослин, внаслідок чого насіння формується дрібним і в зонах з надмірним забезпеченням опадами врожайність гороху підзимової сівби може бути порівняно нижче. Транспіраційний коефіцієнт становить 400–600. Внесення мінеральних добрив (фосфорних і калійних) скорочує витрати води на 6–10 %.

Горох вважається культурою високородючих ґрунтів, але це можна віднести до будь-якої культури. Реакція ґрунтового розчину (рН 6,8–7,4) має бути нейтральною. В ґрунті повинно бути достатньо гумусу, фосфору, калію, кальцію та мікроелементів молібдену і бору. На важких, дуже щільних і кислих ґрунтах коренева система розміщується неглибоко, пригнічується життєдіяльність бульбочкових бактерій. Такі ґрунти несприятливі для вирощування гороху.

Горох зимуючий, відомий ще з минулого століття. У 1963–1970 рр. досліді з цією культурою проводилися вченими майже всіх республік Радянського Союзу. На той час не було створено спеціальних сортів озимого гороху, а експерименти проводились з різними сортами ярого.

Вибір сортів гороху озимого невеликий. Зараз відомими сортами гороху підзимової сівби є сорт НС-Мороз сербської селекції, сорт Балтрап, оригіном якого є Florimond Desprez, Франція та сорт Ендуро. В Україні відомим селекціонером В. І. Січкарем створено сорт озимого гороху Вавілон, який у 2020 році передано до державного сортовипробування.

НС-Мороз. Сербські селекціонери після багаторічних випробувань змогли вивести новий сорт – озимий горох НС Мороз (NS SEME, Нові Сад). Сорт створений методом відбору з гібридної популяції, ультра ранньостиглий, рівномірного дозрівання, відмінно витримує низькі температури. За стійкістю до низьких температур прирівнюється до пшениці озимої. Норма висіву 100–110 зерен на метр квадратний.

Рослини заввишки 60–80 см із частими вузликами в нижній частині стебла, що збільшує їх стійкість до вилягання. Рослини розгалужуються і мають в середньому по 2 стебла.

Тип листка вусатий, що дає можливість рослинам зв'язуватись між собою на ранніх стадіях росту й розвитку. Завдяки цьому посіви не вилягають до самого збирання.

Квітка має білий колір. Боби містяться у верхній частині стебла кількістю в межах 14–16 штук. Зерно округлої форми, від світло-кремового до світло-зеленого кольору. Урожайність зерна – 4,0–6,2 т/га; середній вміст сирого білка – до 23 %. В Україні сорт зареєстровано наприкінці 2015 року.

Баллтрап. Оригінатор – Florimond Desprez, Франція. Ідеальний ранній сорт для жовтневого посіву. Рослина середньо росла – 76 см з жовтими та круглими бобами. Характерна висока стійкість до вилягання а також до бобових захворювань. Горох добре зимує при висоті рослини 4 см. Необхідно зберігати глибину посіву від 5 до 6 см. Придатний для висіву на всіх типах окрім важкого та мокрого ґрунту. Сорт надзвичайно екологічно пластичний, тому придатний для вирощування в усіх агроекологічних зонах: Степу, Лісостепу та Поліссі, не вибагливий до попередників.

Кількість зерен у бобі – 6–7 шт.; період дозрівання – ранньостиглий; норма висіву – 1,0 млн. схожих насінин/га; висота рослин – 80 см; врожайність – 4,6 т/га; потенційна врожайність – 6,0 т/га; маса 1000 насінин – 187 грам; вміст білка – 24,0 %.

Ендуро – сорт озимого жовтозерного гороху. Характеризується високою зимостійкістю, витримує до 16 градусів на поверхні землі. Сорт озимого гороху встигає розвинути до настання засухи, рослина добре відцвітає та формує по 10–12 стручків. Триваліший період вегетації дозволяє накопичувати більшу кількість доступного азоту в ґрунті для наступних культур. Ендуро. Триваліший період вегетації дозволяє накопичувати більшу кількість доступного азоту в ґрунті для наступних культур. Сорт гороху Ендуро встигає розвинути до настання засухи.

ФАЗИ РОСТУ І РОЗВИТКУ ТА ЕТАПИ ОРГАНОГЕНЕЗУ

В онтогенезі гороху розрізняють такі фенологічні фази: проростання насіння, сходи-бутонізацію, утворення бобів, досягання.

Фазам росту і розвитку відповідають певні етапи органогенезу, всього їх дванадцять (за Ф. М. Куперман і Е. І. Ржановою, 1982 р.).

Перший етап (фаза проростання насіння) триває від сівби до появи сходів. Агротехнічними заходами можна підвищити

польову схожість, густоту стояння рослин. Для цього необхідно посіяти в оптимальні строки високоякісним насінням, на необхідну глибину у вологий ґрунт з встановленою (залежно від сорту, маси 1000 насінин, лабораторної схожості) нормою висіву.

Другий етап (фаза сходів) характеризується формуванням і розвитком листків і міжвузлів, ростом їх у довжину. Починається з появою сходів, закладаються бокові бруньки у пазухах листків (табл. 1). У цій фазі важливо провести боротьбу з бур'янами і шкідниками, зокрема з бульбочковим довгоносом. Під час проростання горох не виносить сім'я долі на поверхню ґрунту.

Третій етап (фаза інтенсивного росту). Рослини швидко ростуть, закладаються меристемні горбики майбутніх суцвіть.

Четвертий етап (фаза інтенсивного росту). У пазухах листків формуються зачатки суцвіття і квіток. За сприятливих умов росту утворюється максимальна кількість суцвіть та квіток.

П'ятий етап. Квіткові горбики поступово перетворюються у квітки. Формуються органи квітки. Розмір бутонів в кінці етапу 0,20–0,25 см. Орієнтовно цей етап починається на 17–20-й день після появи сходів. Важливо провести захист рослин від шкідників та хвороб.

Шостий етап. Відбуваються процеси мікро- і макроспоорогенезу. Пелюстки зростаються у човник. Розмір бутонів 0,45–0,70 см.

Сьомий етап. Наприкінці цього етапу органогенезу формуються всі органи квітки. Загущеність і затінення посівів бур'янами під час інтенсивного росту рослин гороху, призводить до вилягання, зменшення продуктивності, ураження хворобами.

Восьмий етап (фаза бутонізації). Пелюстки набувають властивого сорту забарвлення.

Дев'ятий етап (фаза цвітіння). На цьому етапі відбувається запилення і запліднення. Горох-самозапильна культура. Запилення проходить у фазі закритої квітки. Швидко росте зав'язь. За оптимальних умов зволоження і температури,

цвітіння триває 15–20 днів, а за несприятливих умов – 5–8 днів і зав'язується значно менше плодів. Це є дуже важливий період для формування врожаю.

Десятий етап. Інтенсивно росте в довжину і ширину біб та досягає розмірів, властивих сорту. Плід перебуває у фазі «плоского бобу». Одночасно формуються органи зародка насіння.

Одинадцятий етап. Інтенсивно росте насіння внаслідок надходження продуктів асиміляції. Стінки плоду стають тонкими і менш соковитими.

Дванадцятий етап (фаза досягання). Завершується відтік пластичних речовин у насіння з вегетативних органів.

Агрономи та науковці України зазвичай користувалися і користуються шкалою Ф. М. Купермана, а закордонні спеціалісти – латиною, що за відсутністю єдиної класифікації викликало труднощі у їх професійному спілкуванні. Після створення шкали ВВСН ця перешкода зникла.

Розширена шкала ВВСН – це система для однорідного кодування фенологічно подібних стадій росту рослин. Вона є результатом спільної роботи Німецького федерального центру біологічних досліджень сільського та лісового господарства (ВВА), Німецької агрохімічної асоціації (IVA), та Інституту овочів і декоративних рослин у Гроссберені/Ерфурт, Німеччина (IGZ). Абревіатура ВВСН походить від Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt and Chemical Industrial.

Ця система використовує десяткову систему коду, тобто вегетація культури поділяється на 10 фаз (макростадії) та 10 підфаз (мікростадії) (табл. 1).

Таблиця 1 – Стадії ВВСН розвитку гороху

Код	Мікростадії
1	2
МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ	
00	Сухе сім'я
01	Початок набрякання сім'я
03	Кінець набрякання сім'я
05	Вихід зародкового корінця з сім'я
07	Пагін пробив шкірку сім'я
08	Гіпокотиль пробив поверхню ґрунту. Сім'ядолі ще під землею
09	Сходи: гіпокотиль і сім'ядолі пробili поверхню землі
МАКРОСТАДІЯ 1: ФОРМУВАННЯ ЛИСТКІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
10	Два лускоподібні прикореневі листи видно
11	Перший справжній лист с прилистками і вусик (або перший вусик) розпустився
12	Другий справжній лист с прилистками і вусик (або другий вусик) розпустився
13	Третій справжній лист с прилистками і вусик (або третій вусик) розпустився
1...	Стадії продовжуються до...
19	Дев'ять і більше справжніх листків і вусиків розпущені
МАКРОСТАДІЯ 2: продовження макростадії 1 до 29	
МАКРОСТАДІЯ 3: РІСТ У ДОВЖИНУ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
30	Початок росту в довжину
31	Видно 1-ше розтягнуте міжвузля ¹
32	Видно 2-ше розтягнуте міжвузля ¹
33	Видно 3-ше розтягнуте міжвузля ¹
3...	Стадії продовжуються до...
39	Видно 9 і більше розтягнутих міжвузлів ¹
МАКРОСТАДІЯ 4	
МАКРОСТАДІЯ 5: ПОЧАТОК ФОРМУВАННЯ КВІТІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)	
51	Перші бруньки квіток помітні
55	Перші квітки помітні (закриті)
59	Перші пелюстки помітні; квітки ще закриті

Продовження таблиці 1

1	2
МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ	
60	Перші відкриті квітки
61	Початок цвітіння: 10 % квітів відкриті
	20 % квітів відкриті
	30 % квітів відкриті
	40 % квітів відкриті
	Повне цвітіння: 50 % квітів відкриті
	Цвітіння, що завершується
	Кінець цвітіння
МАКРОСТАДІЯ 7: УТВОРЕННЯ ПЛОДІВ	
71	10 % бобів достигли видо- або сортотипової довжини; вміст зерен затверділий, при сплющуванні ще видавлюється сік
72	20 % бобів достигли видо- або сортотипової довжини; вміст зерен затверділий, при сплющуванні ще видавлюється сік
73	30 % бобів достигли видо- або сортотипової довжини; при сплющуванні ще видавлюється сік. Показник тендерометра: 80
74	40 % бобів достигли видо- або сортотипової довжини; при сплющуванні ще видавлюється сік. Показник тендерометра: 95
75	50 % бобів достигли видо- або сортотипової довжини; при сплющуванні ще видавлюється сік. Показник тендерометра: 105
76	60 % бобів достигли видо- або сортотипової довжини; при сплющуванні ще видавлюється сік. Показник тендерометра: 115
77	70 % бобів достигли видо- або сортотипової довжини; при сплющуванні ще видавлюється сік. Показник тендерометра: 130
79	Боби достигли видо- або сортотипового розміру (зелена стиглість); насіння повністю розвинуто
МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ПЛОДІВ І НАСІННЯ	
81	10 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
82	20 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді

Закінчення таблиці 1

1	2
83	30 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
84	40 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
85	50 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
86	60 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
87	70 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
88	80 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
89	Повна стиглість: всі боби на рослині сухі та тверді. Насіння сухе та тверде (суха стиглість)
МАКРОСТАДІЯ 9: СТАРІННЯ ТА ВІДМИРАННЯ	
90–99	Рослина відмерла, продукти збирання урожаю

Обидві шкали мають ряд недоліків: визначення 12 етапів органогенезу за Ф. М. Куперман на практиці буває складним, як і за уніфікованою шкалою ВВСН. Макростадії рослини часто проходять занадто швидко, щоб їх чітко ідентифікувати. Синхронність настання макростадій порушується у разі нерівномірного росту й розвитку, що може залежати як від погодних умов, так і від технологічних особливостей, що ще більше ускладнює їх визначення. Шкала ВВСН більше підходить для створення цифрової технології вирощування гороху, що особливо важливо в системі точного землеробства.

Однак для практичного використання рекомендацій з технології вирощування гороху звичайного, як і підзимової сівби, не має значення якою шкалою буде користуватися виробник. Тому ми навели обидві.

ДИНАМІКА ВМІСТУ АЗОТУ, ФОСФОРУ ТА КАЛІЮ В РОСЛИНАХ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ

Результати наших досліджень показали значну варіабельність показників макро- складу рослин гороху за фазами його розвитку (табл. 2). У фазі ранньовесняного відновлення вегетації мали найвищий вміст азоту та калію у надземній частині рослин, які поступово знижувалися до повної стиглості гороху у 4,2 та 3,0 рази, відповідно. Вміст фосфору був загалом низький і змінювався в межах 0,070–0,044 % за фазами росту. Відмічено також значні відхилення показників від середнього значення, причому для азоту і калію, вони особливо суттєві (19,5 та 48,3 %) у фазі повної стиглості, а вміст фосфору вже з відновлення вегетації і до повної стиглості мав коливання показників від 17,0 % до 54,1 %. Мінімальні ж відхилення від середніх значень мала концентрація фосфору у готовій продукції – зерні (12,0 %).

Динаміка вмісту NPK у коренях гороху мала характер аналогічний їх динаміці у листостебловій масі.

Коефіцієнти накопичення фосфору змінювалися у доволі вузькому інтервалі (0,90–1,18), але до фази повної стиглості мали тенденцію до підвищення, тобто на час збирання врожаю його концентрація у соломі вища за корені.

Накопичувальні коефіцієнти для калію знижувалися практично протягом всієї вегетації, за виключенням фази бутонізації, коли вміст калію у листостебловій масі перевищував його концентрацію у коренях на 10,0 %. Величина вірогідності одержаної тенденції накопичення азоту і калію у листостебловій масі та коренях гороху підзимової сівби дуже висока ($R^2 = 0,99$ та $0,93$, відповідно), а для фосфору вірогідність складає 60 %.

Накопичувальні коефіцієнти показують (рис. 1), що до фази утворення бобів азот нагромаджувався у листостебловій масі. Надалі більше азоту поступало у боби і зерно, а його концентрація у листостебловій масі відносно коренів зменшувалась і коефіцієнти відносного накопичення знизилися з 1,51 (BBV) до 0,49 (повна стиглість).

Таблиця 2 – Вміст основних макроелементів у рослинах гороху підзимової сівки за фазами росту, % на суху речовину

Структурний елемент рослини	Азот		P ₂ O ₅			K ₂ O	
	M ± m	інтервал коливання	V, %	M ± m	інтервал коливання	V, %	інтервал коливання
Відновлення весняної вегетації							
листя	4,25 ± 0,40	3,31–5,02	9,4	0,110 ± 0,026	0,070–0,177	23,5	2,17 ± 0,19
корені	2,81 ± 0,32	2,06–3,52	11,4	0,122 ± 0,038	0,069–0,231	31,0	2,42 ± 0,24
Бутонізація							
листя	3,83 ± 0,29	3,21–4,50	7,7	0,064 ± 0,035	0,027–0,196	54,1	1,72 ± 0,12
корені	3,55 ± 0,38	2,80–4,56	10,7	0,066 ± 0,021	0,035–0,121	31,9	1,57 ± 0,11
Утворення бобів							
листя	2,42 ± 0,24	2,07–2,89	9,1	0,057 ± 0,010	0,045–0,080	17,0	1,20 ± 0,10
боби	3,46 ± 0,20	3,06–3,97	5,8	0,318 ± 0,046	0,230–0,465	14,6	1,01 ± 0,09
корені	2,85 ± 0,64	1,93–4,12	14,8	0,071 ± 0,015	0,058–0,088	18,8	1,36 ± 0,25
Повна стиглість							
зерно	3,34 ± 0,43	2,47–4,39	22,7	0,264 ± 0,032	0,175–0,362	12,0	0,83 ± 0,08
солома	1,01 ± 0,20	0,78–1,29	19,5	0,099 ± 0,066	0,044–0,230	37,1	1,05 ± 0,51
корені	2,06 ± 0,48	1,75–2,44	18,6	0,084 ± 0,057	0,056–0,087	24,8	1,67 ± 0,33

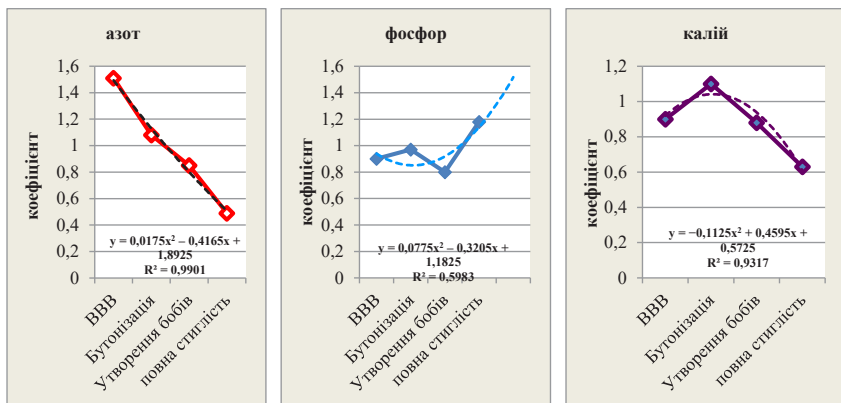


Рисунок 1 – Коефіцієнти накопичення для азоту, фосфору, калію за основними фазами росту та розвитку рослин гороху підзимової сівби

Розраховані коефіцієнти кореляції між вмістом азоту у листостебловій масі при відновленні вегетації і в період бутонізації та зерні гороху озимого показали нижчий за середній ступінь зв'язку, $r = 0,26$ та $0,36$, відповідно. У той же час, зв'язок між надходженням азоту і калію в зерно високий ($r = 0,69-0,70$), а кореляція між рівнем урожайності культури та вмістом азоту у вегетативній масі фази відновлення вегетації та бутонізації теж достатньо висока $r = 0,56$ та $0,65$, а між урожайністю та вмістом калію – $0,34$ та $0,44$, відповідно.

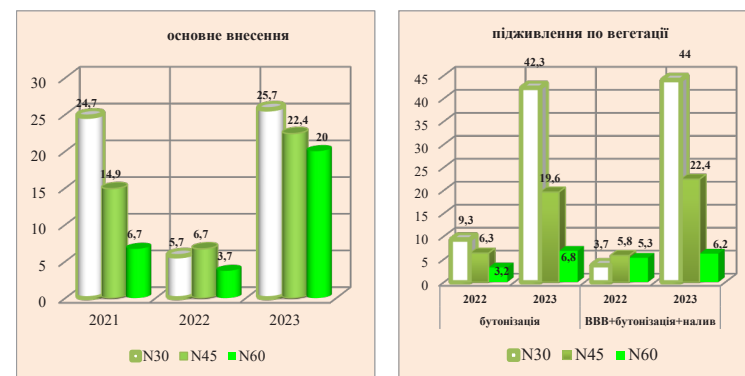
РОЛЬ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ВРОЖАЇВ ГОРОХУ

Загальновідомо, що забезпечення сільськогосподарських культур елементами мінерального живлення – необхідна умова отримання високих показників їх врожайності.

Азот – входить до складу білкових речовин, ліпоїдів, хлорофілу, алкалоїдів, фосфатидів, нуклеопротейдів, різних ферментів. У сухій речовині рослин його вміст коливається від 0,4 до 5%. Найбільше азоту в розрахунку на суху речовину

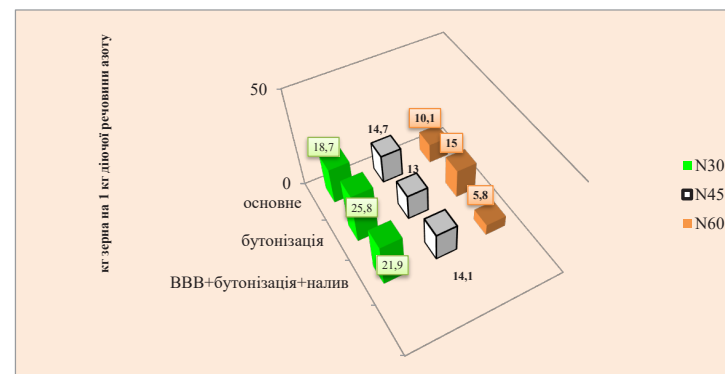
знаходиться в насінні зернобобових культур (3,5–5,5 %), тоді як у соломі – їх від 0,3 до 1,0 %.

Потреба сільськогосподарських культур в азоті, порівняно з іншими елементами живлення, виявляється більшою мірою і має високу ефективність. За нашими даними окупність азотних добрив на посівах гороху підзимової сівби залежала від погодних умов року, дози внесення мінерального азоту, способу та термінів внесення (рис. 2).



а) основне внесення

б) підживлення за фазами росту



в) середнє за роки досліджень

Рисунок 2 – Окупність 1 кг діючої речовини приростами зерна гороху озимого за дозами, способами і строками внесення

У всі роки досліджень (2021–2023 рр.) найбільший вихід зерна на 1 кг д.р. азоту отримали при використанні мінімальної дози N_{30} незалежно від способу внесення : 18,7 кг/кг при основному внесенні та 25,8–21,9 кг/кг – у підживленні. Із збільшенням дози внесення мінерального азоту з N_{30} до N_{60} його окупність закономірно знижувалася : у першому випадку з 18,7 до 10,1 кг/кг, у другому – до 15,0–5,8 кг/кг.

Особливо різкі коливання в ефективності азотних добрив спостерігали на фоні різних погодних умов. В посушливий 2022 рік окупність азотних добрив по відношенню до середніх показників за 2021 та 2023 роки зменшувалася у 2,8–6,6 разів залежно від терміну і дози внесення.

Позитивна роль гороху підзимової сівби, як і звичайного при яровому посіві, пов'язана з життєдіяльністю бульбочкових бактерій. Процес симбіотичної азотфіксації гороху характеризується кількістю та масою бульбочок, утворених на корені рослин. Формування бульбочок на коренях гороху озимого почалося ще з осені при сходах, на момент весняного відновлення вегетації їх маса на одну рослину значно коливалася, як за роками, так і за варіантами досліджень (табл. 3). Протягом одного року варіабельність маси бульбочок на коренях однієї рослини коливалася в межах 3,5–8,7 % за виключенням варіанта основного внесення N_{60} , де мінливість показників за повторами досліду була більша за десятивідсотковий рівень (10,8–15,4 %).

Але абсолютні показники за роками між собою відрізнялися в декілька разів, що пояснюється дуже різною вологозабезпеченістю на момент відновлення вегетації. Так, якщо запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту 2023 року прийняти за 100 %, то у 2022 році вони склали 70,5 %, а в 2021 р. – 88,6 %; ще більша різниця була між цими показниками на момент посіву (20 жовтня попереднього року) – 45,1 % та 12,0 %, відповідно.

При відновленні вегетації гороху озимого дози основного внесення мінерального азоту не мали суттєвого впливу на бульбочкоутворення у всі роки дослідження (різниця з контрольним варіантом менш за $HC_{0,05}$), така ж тенденція простежується і через 2 тижні активної вегетації окрім варіанта

Таблиця 3 – Маса бульбочок на коренях однієї рослини (мг)

Рік	контроль	N_{30}	N_{45}	N_{60}	$HC_{0,05}$
Основне внесення на момент відновлення вегетації					
2021	33,7	30,9	31,4	30,8	11,7
2022	23,3	25,0	24,3	20,8	8,8
2023	77,8	67,2	61,2	64,7	17,6
середнє	44,9	41,0	39,0	38,7	–
Основне внесення через два тижні					
2021	50,2	44,6	39,9	32,2*	10,7
2022	35,6	30,8	28,4	20,4*	11,2
2023	160,0	98,0*	99,0*	66,0*	17,5
середнє	81,9	57,8	55,8	39,5	–
Варіанти з позакореневим підживленням на момент відновлення вегетації до проведення підживлень					
2022	30,9	30,0	30,8	28,1	6,5
2023	86,2	85,1	86,8	85,0	11,4
середнє	58,6	57,6	58,8	56,6	–
Варіанти з позакореневим підживленням на момент відновлення вегетації через два тижні після підживлення					
2022	42,4	44,0	41,0	39,8	8,2
2023	166,6	169,0	167,0	165,0	15,4
середнє	104,5	104,5	104,0	102,4	–

Примітка. * – математично суттєва різниця з рівнем достовірності $\geq 95,0$ %

із внесенням N_{60} , де маса утворених бульбочок достовірно менша за варіант без внесення добрив. У 2023 році за хорошої вологозабезпеченості кореневмісного шару ґрунту всі дози основного внесення мінерального азоту негативно вплинули на вказаний показник.

В середньому за три роки на ділянках основного внесення маса бульбочок на коренях однієї рослини зменшилась по відношенню нульового варіанту на 29,4 (N_{30}), 31,9 (N_{45}) та 51,9 % (N_{60}). Дози азоту позакореневого підживлення при відновленні вегетації не мали будь-якого впливу на процес симбіотичної фіксації, оскільки маса бульбочок не мала суттєвої різниці з контрольним варіантом.

Фосфор. Між азотним і фосфорним живленням існує тісний зв'язок. Хоча в рослинах гороху на всіх стадіях його розвитку вміст фосфору в декілька раз нижче за азот, але за нестачі цього елемента уповільнюється синтез білків і спостерігається накопичення нітратів.

Мінеральні сполуки фосфору в рослинах представлені фосфатами кальцію, магнію, калію, амонію тощо. Основну частину фосфору рослини використовують у початковій фазі росту й розвитку, створюючи відповідні його запаси. Потім фосфор легко переміщується зі старих тканин у молоді, тобто відбувається його реутилізація. Найбільший вміст фосфору (до 75–80 %), культура гороху поглинає та використовує у період цвітіння. Недостача цього елемента в ґрунті порушує формування репродуктивних органів, затягуючи період досягання зерна. Рослини залишаються низькорослими, відстають у розвитку, вони з цвітуть із запізненням і пізніше дозрівають.

Оптимальне фосфорне живлення рослин стимулює всі процеси, що пов'язані з заплідненням квіток, зв'язуванням, формуванням і дозріванням плодів. Фосфор сприяє швидкому утворенню та росту кореневої системи (особливо кореневих волосків) та активності бульбичкових бактерій. Не менш важливо і те, що бульбичкові бактерії перетворюють важкорозчинні сполуки фосфору в доступні для засвоєння рослиною форми. Це свідчить про те, що симбіоз бульбичкових бактерій з горохом покращує забезпечення рослин не лише азотом, але й фосфором.

В той же час надлишок фосфору призводить до передчасного розвитку та відмирання листового апарату, раннього досягання плодів, внаслідок чого рослини не встигають сформувати достатній урожай.

В системі живлення гороху, поряд з азотом і фосфором, вагомий вплив на фосфорний колообіг має **калій**. Калій вимивається з рослин дощами, особливо зі старих листків. Молоді органи рослин містять його значно більше, порівняно зі старими. У процесі росту й розвитку рослин гороху посівного калій переміщується зі старих органів і тканин у молоді, що ростуть, де він використовується повторно. Тому

у вегетативних органах вміст калію завжди більший, ніж у насінні.

Забезпеченість рослин калієм підвищує їхню стійкість до посухи та несприятливої дії високих і низьких температур. За дії калію рослини стають більш морозостійкими, що пов'язано зі збільшенням у клітинах вмісту цукрів, підвищенням осмотичного тиску.

За нестачі калію гальмуються деякі біохімічні процеси в рослинах, що негативно впливає на обмін речовин. Спочатку молоді рослини жовкнуть, потім буріють і поступово відмирають. Відмирання старіших листків починається з верхівки, поширюється вниз по їхніх краях, а потім між жилками. Опіки країв листків та дрібні іржаві плями на їхніх пластинках є характерною ознакою калійного голодування. Рослини в'януть, стебла стають ламкими, що спричинює вилягання зернобобових культур. Гальмується розвиток репродуктивних органів, зерно формується щуплим і має погану якість. Якщо калію бракує, клітини ростуть нерівномірно, що викликає гофрованість, куполоподібне закручування листків.

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ ЗА СИСТЕМАМИ ЖИВЛЕННЯ

Методика проведення досліджень та погодні умови

Польові досліді проводилися протягом 2021–2023 рр. на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН, яке знаходиться в Одеському районі, Одеської області. Ґрунт – чорнозем південний малогумусний важко суглинковий на лесоподібних відкладах. Вихідний вміст доступних поживних речовин відповідав середньому рівні забезпеченості.

Варіанти удобрення при основному внесенні мінеральних добрив: 1) контроль без добрив; 2) N_{30} ; 3) N_{45} ; 4) N_{60} ;

5) $P_{40}K_{40}$; 6) $N_{30}P_{40}$; 7) $N_{30}K_{40}$; 8) $N_{60}P_{40}$; 9) $N_{60}K_{40}$; 10) $N_{30}P_{40}K_{40}$; 11) $N_{45}P_{40}K_{40}$; 12) $N_{60}P_{40}K_{40}$. Вказані норми забезпечувались внесенням нітроамофоски (16:16:16), аміачної селітри (34 %), суперфосфату простого (20 %) та калійної солі (60 %).

Дози та терміни проведення азотних підживлень були наступні: таломерзлий ґрунт (ТМГ) – N_{30} ; N_{45} ; N_{60} ; ці ж дози азоту вносили за відновлення весняної вегетації рослин гороху (ВВВ), на початку бутонізації (Б, стадія ВВСН 51-55), на початку наливу зерна (Н, або ВВСН 61-65) та шість варіантів дробового внесення доз азоту: ВВВ + Б, а саме $N_{15} + N_{15}$; $N_{22,5} + N_{22,5}$; $N_{30} + N_{30}$ та ВВВ+Б+Н – $N_{10} + N_{10} + N_{10}$; $N_{15} + N_{15} + N_{15}$; $N_{20} + N_{20} + N_{20}$. Для підживлень по таломерзлому ґрунту використовували аміачну селітру (34 %), в інших варіантах – карбамід (46 %).

В третьому досліді для позакореневого підживлення рослин та передпосівного обробітку насіння гороху використовували рідкі органо-мінеральні препарати з ріст регулюючими та удобрювальними властивостями: Humistar – передпосівний обробіток насіння (2 л/т); інші препарати вносили при ВВВ, у бутонізацію та ВВВ+Б: Delfan plus – 3,0 л/га, Tradefos B-Mo – 4 л/га; Tradebor Mo – 2,5 л/га та Phylgreen B-Mo – 2,0 л/га. Дози препаратів визначалися за рекомендаціями фірми-виробника (Іспанія).

*Коротка характеристика рідких
органо-мінеральних препаратів:*

Humistar містить гуміновий екстракт – 165 г/л, гумінової кислоти – 132 г/л та фульвокислоти – 33 г/л.

Delfan plus представляє собою розчин L-Е амінокислот, які отримують шляхом кислотного гідролізу продуктів тваринного походження містить 108 г/л органічного азоту.

Tradefos B-Mo – рідина на основі фосфору (339 г/л) та калію (319 г/л), збагачене молібденом (7 г/л) і бором (14 г/л). Фосфор знаходиться у вигляді фосфіт-іону (PO_3).

Tradebor Mo – рідина жовтого кольору, містить бор у формі етанол аміну (105 г/л) та молібден (12 г/л).

Phylgreen B-Mo рідина коричневого кольору на основі екстракту водоростей *Ascophyllum nodosum*, збагачене на бор (120 г/л) та молібден (10 г/л).

Горох сорту Ендуро висівали 20 жовтня сівалкою «Клен-1,5 С» з міжряддям 15 см, нормою висіву 1,2 млн/га, попередник пшениця озима м'яка.

Хімічний захист посівів озимого гороху був на всіх варіантах систем живлення однаковий: для передпосівного обробітку використовували протруйник Вітавакс 200 ФФ в нормі 2 л/т, проти бур'янів по одному разу вносили Базагран (2,5 л/га) та (базагран 1,5 л/га + пульсар 0,5 л/га).

Інсектицидних обробок було декілька, оскільки спостерігалася велика кількість горохового зерноїда, система боротьби з яким передбачає обробку посівів хімічними препаратами з початку цвітіння через 10 днів. На початку червня при досягненні вологості зерна 25 % була проведена десікація препаратом Дефендер РК (3,0 л/га).

Збирання врожаю проводили комбайном "Sampo-130" по ділянках з відбором зразків зерна для аналізу.

Погодні умови. Загальновідомо, що формування високої продуктивності гороху незалежно від терміну його посіву значною мірою залежить від погодних умов. Аналіз температури повітря за даними метеопосту Одеської ДСДС та Одеського центру з гідрометеорології показує, що середньомісячні температури 2021–2023 рр. були вищими від середніх багаторічних даних на 0,3–9,3 °С (рис. 3).

Спостерігається тенденція до стійкого підвищення температур у зимовий період: у роки досліджень воно складало від 3,0 °С до 6,1 °С. Ранньовесняне відновлення вегетації озими, у тому числі і гороху підзимової сівби, наставало з другої декади березня. Але травень місяць загалом став більш прохолодним, хоча середня його температура у два роки з трьох на 0,2–0,7 °С перевищувала норму, але це відбувалося за рахунок третьої декади. Стійкий перехід температури повітря через 15 °С, тобто настання літнього періоду, відбувалося наприкінці другої-початку третьої декади травня з наступним різким підвищенням температур до 25 °С, а у 2022 році відзначалося різке похолодання з приморозками. Червневі температури 2021 та 2023 років також перевищували кліматичну норму на 2,1 °С та 5,1 °С.

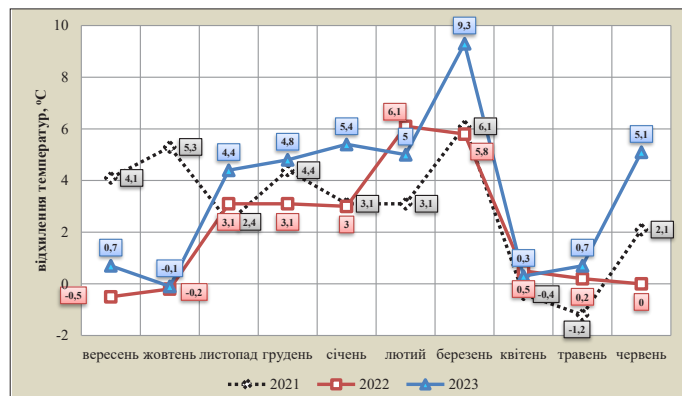


Рисунок 3 – Відхилення середньомісячних температур від базової норми в період досліджень

Роки досліджень за погодними умовами характеризувалися не лише підвищенням середньодобових температур, але й коливаннями як у загальній кількості опадів, так і амплітудами їх градацій від злив до повної відсутності і зростанню посухи, а також за періодами розвитку рослин гороху (рис. 4).

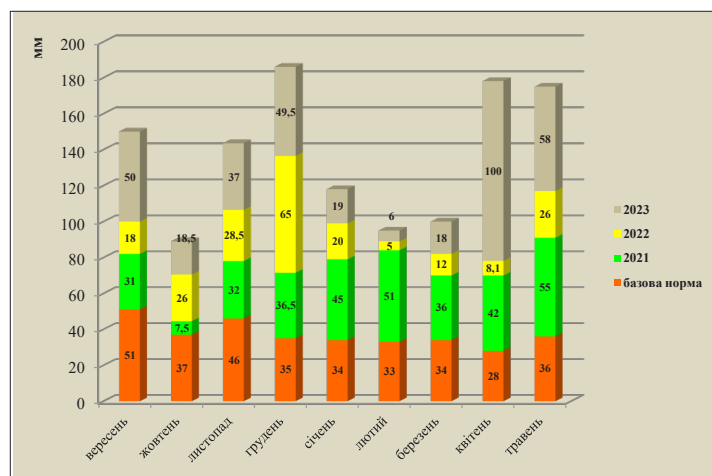


Рисунок 4 – Коливання кількості опадів за роками досліджень

Кількість опадів, що випали в період від жовтня до травня місяця у 2021 році склала 336 мм, 2022 р. – 208,6 мм та 2023 р. – 356 мм. У жовтні, коли відбувався посів гороху, мінімальна кількість опадів випала у 2021 році, але нестача вологи в період від посіву до сходів спостерігалася протягом всіх трьох років. Велика частка опадів (21,9–43 %) припадала на зимовий період, але їх розподіл за місяцями зими був більш менш рівномірний у 2021 році: 36,5–45–51 мм, а у 2022 та 2023 році до 70 % припало на грудень, а лютий – практично без опадів, бо ті 6–5 мм були непродуктивними. Весь період активної вегетації гороху протягом березня – червня 2022 року проходив в умовах жорсткої ґрунтової посухи, перші продуктивні опади випали 10 червня, більша їх частина (91 % від місячної кількості) припала на 2–3 декади, коли закінчився процес дозрівання зерна гороху, тому вони не могли вплинути ні на стан рослин, ні на рівень продуктивності культури, оскільки збирання урожаю здійснили 18 червня. Весняна вологозабезпеченість була найкраща у 2023 році, з березня по травень випало 176 мм опадів (49,5 % від суми), дозрівання зерна також проходило за сприятливих умов, оскільки до періоду обліку урожаю (23 червня) випало ще 31,5 мм.

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ЗА ОСНОВНОГО ВНЕСЕННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ

З трьох років досліджень мінімальний урожай отримали у 2022 році (табл. 4): за варіантами добрив він коливався від 1,67 т/га до 2,06 т/га, тим самим приріст виходу зерна з одиниці площі складав від 11,3 % до 37,3 %; у 2022 та 2023 роках рівень урожайності в середньому за варіантами добрив був практично однаковий: 3,97 та 3,95 т/га.

Максимальні прирости врожаю отримали при використанні повного мінерального добрива $N_{30}P_{40}K_{40}$ та $N_{45}P_{40}K_{40}$, 66,4 % і 59,6 %, відповідно. Внесення лише фосфорно – калійних добрив дозою $P_{40}K_{40}$ забезпечило підвищення врожайності

на 1,22 т/га (54,7 %). Ефективність азотно – калійних добрив порівняно вище за азотно – фосфорні на 6,1 % та 7,6 % відносно доз азоту 30 кг/га та 60 кг/га.

Таблиця 4 – Урожай зерна гороху підзимової сівби за варіантами систем основного удобрення та роками досліджень, т/га

Варіант удобрення	2021	2022	2023	середнє	± до контролю	
					т/га	%
контроль	2,72	1,50	2,46	2,23	–	–
N ₃₀	3,46	1,67	3,23	2,79	0,56	25,1
N ₄₅	3,39	1,80	3,47	2,89	0,66	29,6
N ₆₀	3,37	1,72	3,66	2,92	0,69	30,9
P ₄₀ K ₄₀	4,30	1,85	4,19	3,45	1,22	54,7
N ₃₀ P ₄₀	3,69	1,94	4,22	3,28	1,05	47,1
N ₃₀ K ₄₀	4,22	1,98	4,24	3,48	1,25	56,0
N ₆₀ P ₄₀	4,20	1,95	3,31	3,15	0,92	41,3
N ₆₀ K ₄₀	4,34	1,98	3,85	3,39	1,16	52,0
N ₃₀ P ₄₀ K ₄₀	4,51	2,06	4,56	3,71	1,48	66,4
N ₄₅ P ₄₀ K ₄₀	4,19	1,80	4,68	3,56	1,33	59,6
N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀	4,03	1,77	4,06	3,29	1,06	47,5
HCP _{0,95}	0,15	0,15	0,19			

Аналіз агрономічної ефективності добрив за роками досліджень (рис. 5) дозволив виявити основні дві тенденції: перша – падіння окупності добрив, як повного мінерального, так і моно азоту із зростанням його дози внесення і друга – вихід зерна на 1 кг моно азоту вищий за повне мінеральне добриво з відповідною дозою.

Можна відмітити і третю тенденцію: окупність добрив залежить від погодних умов вегетаційного періоду. Так, якщо у 2021 та 2023 роках на 1 кг NPK додатково отримували 19,1-19,4 зерна, то у 2022 – лише 5,1-1,9 кг. Дійсно кореляційний аналіз показав практично функціональну залежність агрономічної ефективності від загальної вологозабезпеченості вегетаційного періоду ($r = 0,94$), високу – від накопичення вологи на момент відновлення весняної вегетації

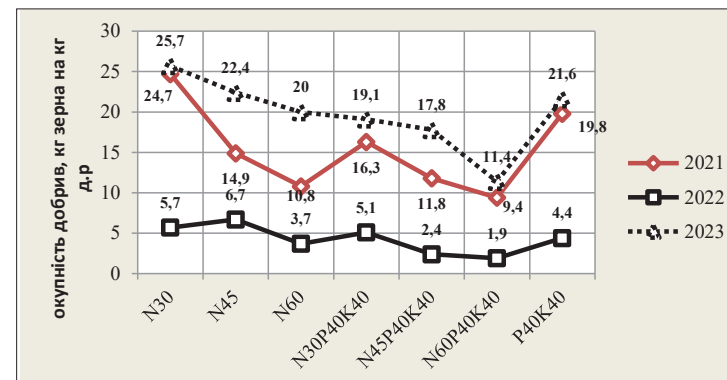


Рисунок 5 – Окупність 1 кг діючої речовини мінеральних добрив приростами зерна гороху підзимової сівби

($r = 0,89$) та середню – від кількості опадів в період посів – сходи та під час активної весняної вегетації ($r = 0,62-0,66$). Загалом частка впливу опадів до сходового періоду і весняної вегетації склала 22,8 та 25,9 %, а опадів від припинення до відновлення вегетації – 51,3 %. Спостерігали підвищення тісноти зв'язку між кількістю опадів в осінній період вегетації із зростанням дози азотного добрива як у чистому вигляді, так і в складі повного мінерального добрива. В першому випадку коефіцієнти кореляції становили 0,40; 0,76; 0,82; в другому – 0,52; 0,53; 0,69. Як бачимо, у випадку з моно азотними добривами частка впливу опадів різко зростає з 16,0 % до 67,2 % (у 4,2 рази) із підвищенням дози азоту з 30 до 60 кг/га, а за використання вказаних норм азоту на фоні фосфорно-калійних добрив частка впливу підвищується у меншій мірі – в 1,8 рази.

Накопичення білку в зерні гороху у всі роки досліджень і за всіма системами удобрення (виняток P₄₀K₄₀ у 2023 році) суттєво перевищувало білковість зерна контрольного варіанта; в середньому за три роки приріст вмісту білка складав від 6,8 % до 14,5 % при HCP_{0,95} = 4,4 %. Протягом 2021 та 2022 років і в середньому за період досліджень максимальне зростання концентрації білка в зерні гороху (20,5 %, 14,8 %

та 14,5 %, відповідно) спостерігали при внесенні $N_{30}P_{40}$, а у 2023 році – $N_{60}P_{40}$ та $N_{60}P_{40}K_{40}$ (13,0 та 13,2 %).

Вихід білка з одиниці площі посіву гороху підзимової сівби визначався урожайністю та його вмістом; зростання виходу по відношенню до неудобреної площі складало від 34,3 % (N_{30}) до 80,8 % ($N_{30}P_{40}K_{40}$), при останній дозі внесення отримали, як вказано вище, і максимальну продуктивність культури – 3,71 т/га.

Маса 1000 насінин на варіантах удобрення була здебільшого менша за контроль на 5,0–8,9 %. Винятком був варіант з внесенням N_{30} , рослини на цій ділянці сформували зерно на 2,5 % більш крупне ніж неудобрено, але лише у 2022 році це збільшення було суттєве, в інші два роки величини коливалися в межах достовірності як у позитивний, так і від’ємний бік.

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ТА ЯКОСТІ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ ПРИ ПІДЖИВЛЕННІ ПОСІВІВ МІНЕРАЛЬНИМ АЗОТОМ

За результатами 2022 року урожай зерна гороху підзимової сівби за варіантами підживлення коливався від 1,23 т/га (контроль) до 1,62 т/га – N_{60} по таломерзлому ґрунту, а 2023 р. – від 2,48 т/га (контроль) до 3,75 т/га при підживленні у фазу бутонізації дозою N_{30} та 3,80 т/га при внесенні цієї дози вроздріб протягом трьох фаз від весняного відновлення вегетації до початку наливу (табл. 5).

Незважаючи на складні погодні умови 2022 року, що обумовило низьку врожайність посівів гороху зимуючого, практично при всіх строках підживлення отримано суттєві прирости урожаю по відношенню до чистого контролю, які склали від 0,07 т/га до 0,39 т/га. Виключенням були варіанти внесення N_{60} фазу наливу (+0,05 т/га) та двократне підживлення посівів дозою N_{15} при відновленні вегетації та на початку наливу зерна (+0,03 т/га) при $HCP_{0,95} = 0,06$ т/га, а використання N_{45} в налив зерна та розподіл цієї дози на два підживлення (BBV + налив) забезпечили зростання на рівні достовірності (+0,06 т/га).

При кращій вологозабезпеченості 2023 року надвишки урожаю склали від 0,16 т/га (N_{30} – налив) до 1,27–1,32 т/га при внесенні цієї дози у фазу бутонізації та вроздріб у три фази ($HCP_{0,95} = 0,14$ т/га). Частки приросту урожайності зерна зимуючого гороху у 2023 році вищі за 2022 рік при всіх дозах мінерального азоту та незалежно від терміну внесення (рис. 6).

Таблиця 5 – Урожай зерна гороху підзимової сівби за варіантами підживлення мінеральним азотом, т/га

Дози азоту	Фаза внесення	2022		2023		Середнє за 2 роки		
		т/га		т/га		т/га	± до контролю	
		урожай	± до контр	урожай	± до контр		т/га	%
контроль	–	1,23	–	2,48	–	1,86	–	–
N_{30}	ТМГ	1,36	0,13	2,85	0,37	2,11	0,25	13,4
N_{45}		1,44	0,21	3,18	0,70	2,31	0,45	24,2
N_{60}		1,62	0,39	3,46	0,98	2,54	0,68	36,6
N_{30}	BBV	1,30	0,07	2,73	0,25	2,02	0,16	8,6
N_{45}		1,48	0,25	3,08	0,60	2,28	0,42	22,6
N_{60}		1,54	0,31	3,14	0,66	2,34	0,48	25,9
N_{30}	Б	1,51	0,28	3,75	1,27	2,63	0,77	41,4
N_{45}		1,51	0,28	3,36	0,88	2,44	0,58	31,2
N_{60}		1,42	0,19	2,89	0,41	2,16	0,30	16,1
N_{30}	Н	1,33	0,10	2,64	0,16	1,99	0,13	7,0
N_{45}		1,29	0,06	2,78	0,30	2,04	0,18	9,7
N_{60}		1,28	0,05	2,82	0,34	2,05	0,19	10,2
$N_{15} + N_{15}$	BBV+H	1,26	0,03	2,96	0,48	2,11	0,25	13,4
$N_{22,5} + N_{22,5}$		1,29	0,06	3,25	0,77	2,27	0,41	22,0
$N_{30} + N_{30}$		1,33	0,10	3,05	0,57	2,19	0,33	17,7
$N_{10} + N_{10} + N_{10}$	BBV+Б+H	1,34	0,11	3,80	1,32	2,57	0,71	38,2
$N_{15} + N_{15} + N_{15}$		1,49	0,26	3,49	1,01	2,49	0,63	33,9
$N_{20} + N_{20} + N_{20}$		1,55	0,32	2,85	0,37	2,20	0,34	18,3
$HCP_{0,95}$		0,06		0,14				

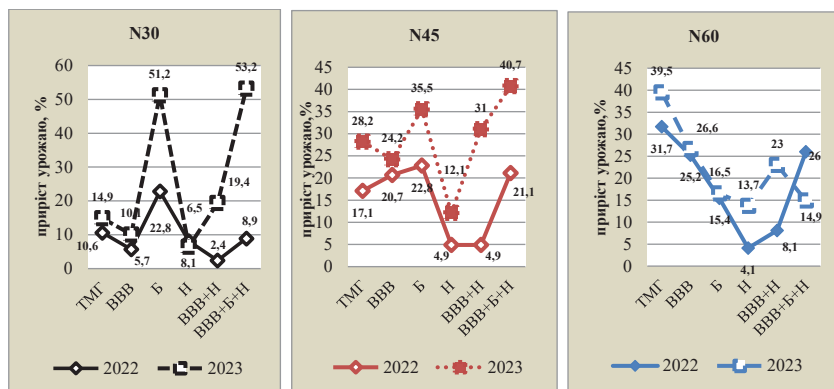


Рисунок 6 – Прирости урожаю гороху підзимової сівби за роками, дозами та строками внесення мінерального азоту

Дворічні дані підтвердили максимальну ефективність меншої із досліджених доз азоту при її внесенні у фазу бутонізації гороху зимуючого (+0,77 т/га або 41,4 %) та при обробітку посівів дозою N_{10} тричі: весняне відновлення вегетації, бутонізація та початок наливу (+0,71 т/га або 38,2 %).

Якщо ж розглянути вплив зростаючих доз азоту за фазами обробітку посівів гороху, то підвищення урожайності при підживленні по таломерзлому ґрунті та весняному відновленні вегетації прямо їм пропорційно: коефіцієнти достовірності в лініях тренду врожайності дуже високі – $R^2 = 0,994-1,00$ (2022 рік) та $0,90-0,97$ (2023 рік), а його величина $\geq 0,85$ вже вказує на суттєвість такого процесу. При цьому надвишки врожаю в середньому за два роки зростали з 13,4 % (N_{30}) до 36,6 % (N_{60}) за внесення цих доз по таломерзлому ґрунті та з 8,6 % до 25,9 % – при весняному відновленні вегетації. Підвищення дози мінерального азоту при одноразовому підживленні посівів гороху зимуючого у бутонізацію і більш пізні стадії розвитку рослин викликало тенденцію зниження врожайності. Розподіл дози азоту N_{60} на 2–3 внесення підвищувало урожай гороху, але рівень зростання нижче за підживлення повною нормою по ТМГ та весняному відновленні: 17,7 ($N_{30} + N_{30}$)

і 18,3 % ($N_{10} + N_{10} + N_{10}$) проти 36,6–25,9 % (N_{60}) (середнє за два роки).

Найбільшим чином дози мінерального азоту та терміни обробітку посівів вплинули на концентрацію білка в зерні. Так, у порівнянні з чистим контролем всі дослідні варіанти були достовірно вищі за рівнем білковості кожного року і в середньому за два роки, коли підвищення відносно контролю коливалося в межах від 6,1 % ($N_{15} + N_{15}$) до 15,2 % ($N_{20} + N_{20} + N_{20}$) при $HCP_{0,95} = 5,9$ %.

По відношенню до мінімальної дози азоту (N_{30}) суттєве підвищення білковості зерна гороху у 2022 році при одноразовому внесенні повної норми спостерігали лише на варіантах N_{60} по ТМГ (+ 1,02 %); підвищення дози азоту до 60 кг/га на варіантах дробового внесення приводило до істотного зростання концентрації білка в зерні порівняно з підживленням N_{30} : двократний обробіток дав (+1,45 %) та при розподілі цієї дози на три строки внесення – (+1,18 %) при $HCP_{0,95} = 0,86$.

В погодних умовах 2023 року підвищення дози внесення азоту призвело до суттєвого зростання концентрації білка проти N_{30} на наступних варіантах: BBB – 0,92 % (N_{45}) та 1,32 % (N_{60}); бутонізації – 0,84 % та 1,0 %; BBB+ налив 1,41 % та 1,60 %, відповідно дозам N_{45} та N_{60} . Проведення підживлення по ТМГ, у фази наливу зерна та трикратне не виявило достовірної різниці між нормами азоту, але при цьому середній вміст білку при обробітку посівів гороху у два останні, із вказаних періодів, суттєво на 0,72 % та 1,21 % перевищував білковість зерна на посівах підживлених по ТМГ. Найменша суттєва різниця при 95 % вірогідності у 2023 році дорівнювала 0,62.

Максимальні виходи білка з гектару посівів гороху зимуючого в середньому за два роки отримані на наступних варіантах: N_{60} (ТМГ); N_{30} (бутонізація); $N_{10} + N_{10} + N_{10}$ та $N_{15} + N_{15} + N_{15}$, перевищення контролю складало 51,9 %, 55,3 %, 57,7 % та 53,8 %, відповідно.

На параметри фізичних показників якості зерна гороху дози азотних підживлень та строки їх проведення впливали мало. Так у 2022 році маса 1000 насінин достовірно підвищилась лише на варіанті самого раннього підживлення мінімальною дозою

азоту (+9,2 г при НСР_{0,95} = 4,2 г), ця ж доза (N₃₀), використана при весняному відновленні вегетації, в незначній мірі (+2,1 г) вплинула на калібр зерна; на всіх інших комбінаціях доз і термінів спостерігалася негативна реакція даного показника.

У погодних умовах 2023 року невелике, але достовірне підвищення калібру зерна отримали майже на всіх варіантах одноразового внесення дози азоту, а при дробовому внесенні – лише на варіанті N₂₀ + N₂₀ + N₂₀. В середньому ж за два роки перевищення маси 1000 насінин контрольного варіанта відмітили лише при внесенні N₃₀ по ТМГ (+8,1 г).

Що ж стосується маси 1 л, вона майже на всіх варіантах суттєво перевищувала контроль протягом обох років досліджень. Виключення у 2022 році складали варіанти N₆₀, де ця доза вносила по ТМГ та при ВВВ і N₃₀ – в бутонізацію, а у 2023 році – N₆₀ при одноразовому внесенні у фази ВВВ та бутонізацію. В середньому за два роки перевищення об'ємної маси по відношенню контрольного варіанту коливалося від 9,9 грам N₆₀ – бутонізація до 23,9 грам при внесенні цієї дози по ТМГ.

За рівнем окупності одиниці азотних добрив приростами врожаю найбільш оптимальним варіантом є підживлення посіву гороху в стадії бутонізації дозою 30 кг/га, де у 2022 році на 1 кг д. р. азоту отримано 9,3 кг приросту зерна гороху, а у 2023 році – 42,3 кг і при внесенні цієї дози вроздріб (N₁₀ + N₁₀ + N₁₀) – 44,0 кг, а в середньому за два роки вихід зерна на одиницю діючої речовини азоту на цих варіантах склав 25,7 кг та 23,7 кг, відповідно (рис. 7).

Таким чином, протягом двох років досліджень, високі врожаї дало внесення N₆₀ по таломерзлому ґрунту (+0,68 т/га або 36,6 %), перенесення цієї дози на більш пізні періоди розвитку гороху підзимової сівби від ВВВ до наливу зерна поступова знижує продуктивну дію вказаної дози азоту 36,6 % до 25,9 %, 16,1 % та 10,2 %.

Але найбільші прирости врожаю, окупність мінерального азоту та вихід білка на одиницю площі отримано при проведенні підживлення у фазу бутонізації дозою N₃₀ або трикратне – N₁₀ + N₁₀ + N₁₀ (ВВВ+Б+Н): 0,77–0,71 т/га (41,4–38,2 %); 25,7 кг/кг – 23,7 кг/кг; 568,9 кг/га (+55,3 %) та 577,7 кг/га (+57,7 %).

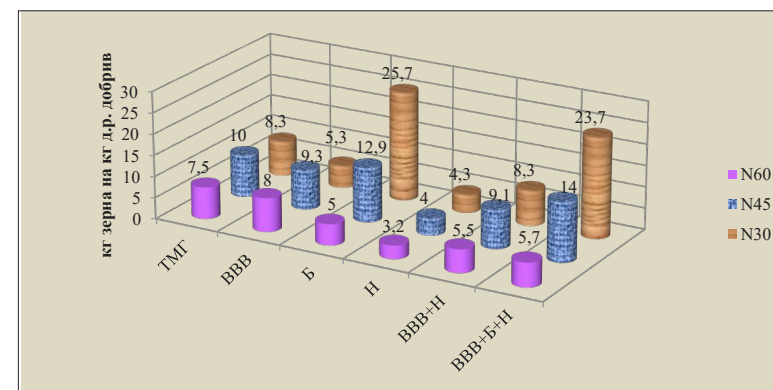


Рисунок 7 – Окупність одиниці діючої речовини мінерального азоту приростами урожаю зерна гороху підзимової сівби за дозами та строками підживлень (середнє за два роки)

УРОЖАЙ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РІДКИХ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ

У 2021 році посіви гороху підзимової сівби обробляли рідкими рідких органо-мінеральних препаратів лише при відновленні вегетації та у фазу бутонізації. В погодних умовах цього року обробіток посівів гороху розчином Tradefos B-Mo за відновлення вегетації не суттєво вплинув на урожайність культури у порівнянні з контролем (табл. 6).

Більш ефективним виявився обробіток у фазу бутонізації, коли приріст склав 0,45 т/га при НСР_{0,95} = 0,2. Навпаки, використання Tradebor Mo було достовірно дієвим на більш ранній стадії розвитку рослин гороху, при цьому приріст урожаю склав 22,0 %; Delfan plus забезпечив приріст у 0,63 т/га. Препарат, в основі якого лежить витяжка з морських водоростей (Phylgreen B-Mo) забезпечив збільшення врожайності трохи вище за рівень вірогідності – 0,23 т/га.

Таблиця 6 – Урожай та маса 1000 зерен гороху озимого на фоні рідких органо-мінеральних добрив при їх позакореновому використанні в погодних умовах 2021 року

Вар.	Препарат	Урожай, т/га	± до контролю		Маса 1000 зерен, г	
			т/га	%	показ-ник	± до конт-ролю
1	Контроль	3,05	-	-	164,2	-
2	Tradefos B-Mo	3,24	0,19	6,2	186,2	22,0
3	Tradefos B-Mo	3,50	0,45	14,8	176,9	12,7
4	Tradebor Mo	3,72	0,67	22,0	178,6	14,4
5	Tradebor Mo	3,23	0,18	5,9	176,3	12,1
6	Phylgreen B-Mo	3,28	0,23	7,5	171,2	7,0
7	Delfan plus	3,68	0,63	20,7	177,8	13,6
НСР _{0,95}		0,21			7,9	

Позитивним є вплив органо-мінеральних препаратів на масу 1000 зерен гороху: практично з усіх дослідних ділянок, окрім ділянки, де посіви обробляли розчином Phylgreen B-Mo, цей показник перевищував контроль від 12,1 г до 22,0 г (НСР_{0,95} = 7,9).

За результатами наступних двох років досліджень за рівнем урожайності виділяється варіант передпосівного обробітку препаратом Humistar, який забезпечив підвищення врожайності на 0,37 т/га або 21,1 % (табл. 7).

Повна відсутність ефекту спостерігалася при обробці посівів розчином органічних амінокислот (Delfan plus) на стадії відновлення вегетації в посушливих умовах 2022 року, але в більш сприятливому 2023 році приріст склав 0,37 т/га (16,3 %), максимальний ефект отримували при використанні цього препарату у фазу бутонізації та при дворазовому (BBV+ бутонізація): в середньому за два роки збільшення склало 0,37 та 0,29 т/га або 21,1 та 16,6 %.

Таблиця 7 – Урожай зерна гороху підзимової сівби за варіантами використання рідких органо-мінеральних препаратів у 2022-2023 рр., т/га

Дози азоту	2022	2023	Середнє	± до контролю						
				т/га			%			
				2022	2023	середнє	2022	2023	середнє	
				–	–	–	–	–	–	
контроль	1,23	2,27	1,75							
Humistar	1,52	2,72	2,12	0,29	0,45	0,37	23,6	19,8	21,1	
Delfan plus*	1,23	2,64	1,94	0	0,37	0,19	0	16,3	8,6	
Delfan plus**	1,33	2,92	2,12	0,10	0,65	0,37	8,1	28,6	21,1	
Delfan plus***	1,38	2,70	2,04	0,15	0,43	0,29	12,2	18,9	16,6	
Tradefos BMo*	1,42	2,58	2,00	0,19	0,31	0,25	15,4	13,7	14,3	
Tradefos BMo**	1,31	2,68	1,99	0,08	0,41	0,24	6,5	18,1	13,7	
Tradefos BMo***	1,35	2,51	1,93	0,12	0,24	0,18	9,8	10,6	10,3	
Tradebor Mo*	1,31	2,43	1,87	0,08	0,16	0,12	6,5	7,0	6,9	
Tradebor Mo**	1,28	2,61	1,95	0,05	0,34	0,20	4,1	15,0	11,4	
Tradebor Mo***	1,42	2,48	1,95	0,19	0,21	0,20	15,4	9,3	11,4	
Phylgreen BMo*	1,23	2,84	2,04	0	0,57	0,29	0	25,1	16,6	
Phylgreen BMo**	1,24	2,96	2,10	0,01	0,69	0,35	0,8	30,4	20,0	
Phylgreen BMo***	1,26	2,80	2,03	0,03	0,53	0,28	2,4	23,3	16,0	
НСР _{0,95}	0,04	0,15		0,04	0,15		3,3	6,1		
Фази підживлення – * – відновлення вегетації; ** – відновлення вегетації; *** – відновлення вегетації + бутонізація										

Фази підживлення – * – відновлення вегетації; ** – бутонізація; *** – відновлення вегетації + бутонізація

В умовах 2022 року органо-мінеральні добрива збагачені на бор і молібден (Tradefos BMo Tradebor Mo) дали однакові прирости (15,4 %), але в різні фази розвитку гороху підзимової сівби: Tradefos BMo, який окрім мікроелементів містить розчинні форми фосфору та калію забезпечив такий приріст при підживленні на стадії весняного відновлення вегетації, а Tradebor Mo – при дворазовому обробітку вегетуючих рослин (BBV+бутонізація). Використання препарату на основі водоростей (Phylgreen BMo) в цих умовах не дало достовірного підвищення урожайності гороху, але в умовах кращої вологозабезпеченості протягом весняного періоду вегетації 2023 року використання вказаного препарату у всі фази дало збільшення урожайності від 23,3 % (BBV+ бутонізація) до 30,4 % (бутонізація). Органо-мінеральні добрива Tradefos BMo та Tradebor Mo у 2023 році забезпечили максимальні прирости (18,1 та 15,0 %) при їх використанні у фазу бутонізації.

В середньому за три роки (рис. 8) препарати Tradefos BMo та Phylgreen B Mo максимальне підвищення урожайності гороху забезпечили при обробці посівів у фазу бутонізації (13,1% та 15,6%), а Tradebor Mo при його використанні на момент відновлення вегетації гороху – 11,8 %, та на 12,4 % – при дворазовому внесенні.

Вихід білка з 1 га всіх дослідних ділянок суттєво перевищував контроль як протягом кожного із років досліджень, так і в середньому. У 2022 році максимальний він був у варіанті 2 (передпосівний обробіток Humistar), хоча абсолютний вміст білка в зерні цього варіанту був нижчий, практично за всі інші. Але в погодних умовах 2023 року більший вихід білка отримали при обробці посівів у фазу бутонізації препаратами Delfan plus та Phylgreen B-Mo: 664,2 кг та 651,1 кг; в середньому ж за два роки вихід білка на цих варіантах перевищував контроль на 30,6 % та 25,9 %, а на варіанті з обробкою насіння Humistar – на 26,4 %.

Вплив рідких органо-мінеральних препаратів на масу 1000 насінин гороху був позитивним, але коливався здебільшого в межах достовірності.

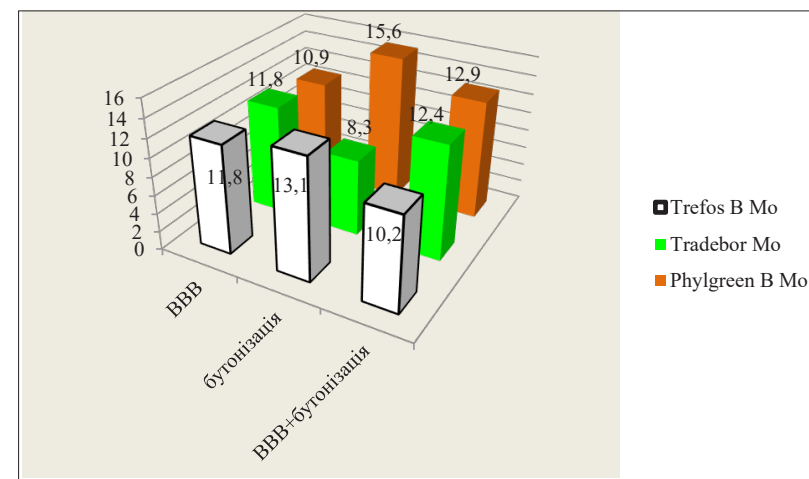


Рисунок 8 – Середні за роки досліджень прирости врожайності гороху підзимової сівби при використанні препаратів, збагачених на B і Mo

Таким чином, слід відмітити, що рідкі органо – мінеральні препарати показують ефективність на посівах гороху підзимової сівби, але вона не стабільна щодо впливу на рівень урожайності і залежить від погодних умов та виду препарату: прирости урожаю за роками досліджень коливалися від 0 % до 30,4 %. На основі трьох років досліджень можна виділити наступні: препарати Tradefos BMo (4 л/га) та Phylgreen BMo (2,0 л/га) краще використовувати у фазу бутонізації гороху підзимової сівби, що забезпечує зростання його врожайності на 13,1 % та 15,6 %, а Tradebor Mo (2,5 л/га) – в період весняного відновлення вегетації (+11,8 %), якщо провести і другий обробіток при бутонізації, то підвищення урожайності складе 12,4 %. Найбільш стабільні прирости (19,8–23,6 %) можна одержати при передпосівному обробітку насіння гороху підзимової сівби препаратом Humistar дозою 2,0 л/т.

Всі препарати, що досліджували суттєво впливали як на абсолютний вміст білка в зерні гороху, так і на його вихід з площі посіву, зростання останнього показника складало

від 14,1 % до 30,6 %. Маса 1000 насінин за варіантами дослідів коливалася в незначній мірі.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ

Аналіз економічних показників дослідів, де мінеральні добрива вносили під основний обробіток ґрунту до посіву гороху зимуючого показав можливість отримання на кожную вкладену у мінеральні добрива гривню від 1,65 до 5,04 гривні чистого прибутку, як це було у 2021 році, що визначалося дозою мінеральних добрив, рівнем урожайності та його приростів. З точки зору оптимальності співвідношення урожай : приріст : доза добрив : рентабельність, та з урахуванням підтримання рівня родючості, ми б виділили два варіанти (за результатами 2021 року): $N_{30}K_{40}$, де врожайність склала 4,22 т/га, приріст 1,50 т/га, на кожную витрачену грн. отримано 3,1 грн. чистого прибутку; $N_{30}P_{40}K_{40}$ – 4,51 т/га, 1,79 т/га та 2,44 грн, відповідно. Навіть в складних погодних умовах 2022 року на цих варіантах отримали підвищення врожайності на 0,48 т/га та 0,56 т/га і рентабельність – 31,2 та 7,7 %, а в середньому за два роки рентабельність склала 170,6 та 126,1 %.

У варіанті внесення лише азотного добрива дозою 30 кг/га рентабельність вища, але слід брати до уваги майбутній вплив такого моно використання на родючість ґрунту. Як тимчасовий варіант удобрення гороху підзимової сівби, цю дозу можна використовувати, тим більш, що й в умовах різкого підвищення вартості мінеральних добрив рентабельність вирощування гороху склала 188,5 % при рівні урожайності 3,23 т/га та приросту 0,77 т/га. Але й при внесенні $N_{30}K_{40}$ отримали рентабельність 186,6 %, оскільки ця система удобрення забезпечила 4,24 т/га зерна гороху або на 31,3 % більш за N_{30} .

Розрахунки економічної ефективності підживлень рослин гороху підзимової сівби показали, що в умовах 2022 року, який характеризувався посухою та незначною величиною врожайності, рентабельним було лише підживлення мінімальною

нормою азоту (N_{30}) у фазу бутонізації. З урахуванням підвищення цін на мінеральні добрива, паливе та падіння ціни на зерно гороху рентабельність використання N_{30} (бутонізація) навіть в посушливих умовах досягала 130,3–167,7 % в залежності від вартості зерна, а використання цієї дози у більш пізні фази та її підвищення тягнули за собою падіння рентабельності використання азотного підживлення посівів гороху підзимової сівби.

Незважаючи на значні прирости урожаю 2023 року, підвищення вартості всіх енергоресурсів на фоні різкого зниження ціни на зерно гороху, привело у більшості випадків до низької або відємної рентабельності. Економічно доцільним залишилося підживлення N_{30} у фазу бутонізації; у цьому варіанті рентабельність в 2023 році склала 303,3 %, N_{45} – 88,6 %.

Таким чином, до тих пір поки буде присутня така велика різниця між цінами на основні енергоресурси та вирощену продукцію використання середніх та високих доз внесення мінерального азоту у підживлення гороху зимуючого є економічно невигідним.

Але треба брати до уваги, що позакореневе підживлення не замінить основного внесення повного мінерального добрива і може використовуватися без нього за умови високого забезпечення ґрунту доступними формами фосфору та калію впродовж одного – двох сезонів не більше.

Радикальне зростання вартості мінеральних добрив, дизельного пального та інших енергоресурсів може привести до зменшення валових зборів культури, тим самим створити загрозу конкурентоспроможності українського гороху, погіршити рівень продовольчої безпеки країни, негативно вплинути експортний потенціал зернової галузі в цілому, оскільки така ситуація спостерігалася дослідниками і при аналізуванні виробництва інших культур.

Розрахунок економічної ефективності рідких органо-мінеральних препаратів на посівах зимуючого гороху показав:

– за результатами дворічних досліджень передпосівний обробіток насіння гороху зимуючого препаратом гумінової природи Humistar нормою 2 л/т дозволив отримати на кожную гривню затрат 3,99 грн чистого прибутку;

– обробіток вегетуючих рослин в посушливому 2022 році мав невелику рентабельність (35 %) лише при обприскуванні у період відновлення вегетації препаратом Tradefos ВМо (4,0 л/га) та 11 % на варіанті використання Tradebor Мо (2,5 л/га – ВВВ + бутонізація);

– в середньому за три роки економічно вигідним було використання наступних препаратів: Delfan plus (2,0 л/га) при відновленні вегетації та у фазу бутонізації, коли рентабельність склала 216 % та 235 %; Tradebor Мо (2,5 л/га) та Phylgreen ВМо (2,0 л/га) при відновленні вегетації з рентабельністю 247 % та 281 %.

За результатами власних досліджень зроблено наступні **ВИСНОВКИ.**

1. Внесення мінеральних добрив при вирощуванні гороху підзимової сівби в посушливих умовах степової зони України сприяє підвищенню продуктивності культури. Найбільші прирости урожаю зерна (1,48–1,33 т/га) отримані при використанні повного мінерального добрива $N_{30-45}P_{40}K_{40}$.

2. При основному внесенні економічно доцільні такі системи удобрення гороху зимуючого:

– $N_{30}K_{40}$ – середній за три роки урожай зерна склав 3,48 т/га, приріст урожаю 1,25 т/га або 56 %, рентабельність 175,9 %, окупність 1 кг д. р. добрив приростом урожаю склала 17,9 кг при підвищенні білковості зерна відносно контролю на 10,2 %;

– $N_{30}P_{40}K_{40}$ – урожай зерна 3,71 т/га, приріст урожаю 1,48 т/га або 66,4 %, рентабельність 120,4 %, окупність 1 кг д. р. добрив приростом урожаю 13,5 кг при підвищенні білковості зерна відносно контролю на 8,6 %;

– за відсутності повного мінерального добрива, внесення N_{30} забезпечило середню врожайність 2,79 т/га, приріст урожаю 0,56 т/га або 25,1 %, рентабельність 243,8 %, окупність 1 кг д. р. добрив приростом урожаю 18,7 кг при підвищенні білковості зерна відносно контролю на 7,4 %;

– середня за три роки агрономічна ефективність азотних добрив в ряду $N_{30} - N_{45} - N_{60}$ складала 18,7–14,7–11,5 кг зерна на одиницю діючої речовини, а в ряду $N_{30}P_{40}K_{40} - N_{45}P_{40}K_{40} - N_{60}P_{40}K_{40} - 13,4-10,6-9,5$;

– продуктивність гороху підзимової сівби та ефективність дії мінеральних добрив визначалася вологозабезпеченістю періодів вегетації ($r = 0,89; 0,62; 0,65$). Чим більша доза внесення мінеральних добрив, тим більший вплив на їх ефективність мають опади осіннього періоду, причому при використанні лише азотних добрив частка впливу опадів зростає у 4,2 рази при переході з N_{30} до N_{60} , а при переході з $N_{30}P_{40}K_{40}$ до $N_{60}P_{40}K_{40}$ – в 1,8 рази.

3. За результатами досліджень з впливу доз і строків азотних підживлень рентабельним був обробіток посівів гороху підзимової сівби в наступних варіантах:

– N_{30} у фазу бутонізації – урожай зерна 2,63 т/га, приріст урожаю 0,77 т/га або 41,4 %, рентабельність 166,5 %, окупність 1 кг д.р. добрив приростом урожаю 25,7 кг при підвищенні виходу білка з 1 га на 55,3 %;

– $N_{10} + N_{10} + N_{10}$ (весняне відновлення вегетації + бутонізація + налив зерна) – урожай зерна 2,57 т/га, приріст урожаю 0,71 т/га або 38,2 %, рентабельність 120,5 %, окупність 1 кг д.р. добрив приростом урожаю 23,7 кг при підвищенні виходу білка з 1 га на 57,7 %.

4. При використанні рідких органо-мінеральних препаратів економічно вигідними є наступні: Delfan plus (2,0 л/га) за відновлення вегетації та у фазу бутонізації, коли рентабельність досягала 216 % та 235 %; Tradebor Мо (2,5 л/га) та Phylgreen ВМо (2,0 л/га) за відновлення вегетації з рентабельністю 247 % та 281 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У сучасних умовах формується необхідність адаптації аграрного виробництва до кліматичних змін конкретного регіону, що в свою чергу потребує розширення асортименту сільськогосподарських культур та технологічних рішень щодо їх вирощування. Для південно-степової зони України перспективним став горох підзимової сівби.

Найбільш ефективні норми основного внесення мінеральних добрив: $N_{30}K_{40}$ – середній врожай зерна 3,48 т/га, приріст 1,25 т/га або 56 %, рентабельність 175,9 %, окупність 1 кг д. р. добрив приростом урожаю склала 17,9 кг при підвищенні білковості зерна відносно контролю на 10,2 %; $N_{30}P_{40}K_{40}$ – урожай зерна 3,71 т/га, приріст урожаю 1,48 т/га або 66,4 %, рентабельність 120,4 %, окупність 1 кг д. р. добрив приростом урожаю 13,5 кг при підвищенні білковості зерна відносно контролю на 8,6 %.

На ґрунтах з рівнем забезпеченості основними елементами живлення не нижче за середній, можна проводити підживлення посівів гороху підзимової сівби без внесення основного добрива протягом 1–2 років:

- N_{30} у фазу бутонізації, що забезпечує урожай зерна 2,63 т/га, приріст урожаю 0,77 т/га або 41,4 %, рентабельність 166,5 %, окупність 1 кг д.р. добрив приростом урожаю 25,7 кг при підвищенні виходу білка з 1 га на 55,3 %;

- дробове внесення мінерального азоту ($N_{10} + N_{10} + N_{10}$ весняне відновлення вегетації + бутонізація + налив зерна) – урожай зерна 2,57 т/га, приріст урожаю 0,71 т/га або 38,2 %, рентабельність 120,5 %, окупність 1 кг д.р. добрив приростом урожаю 23,7 кг при підвищенні виходу білка з 1 га на 57,7 %.

Рідкі органо-мінеральні препарати з ріст стимулюючою та удобрювальною дією економічно вигідно використовувати в наступних фазах росту гороху підзимової сівби: Delfan plus (2,0 л/га) за відновлення вегетації та у фазу бутонізації, коли рентабельність досягала 216 % та 235 %; Tradebor Mo (2,5 л/га) та Phylgreen BMo (2,0 л/га) за відновлення вегетації з рентабельністю 247 % та 281 %, але середні прирости

урожаю до контрольного варіанту менші за підживлення мінеральним азотом і в середньому на рівні 0,35–0,37 т/га (20,0–21,1 %).

Крім того, слід брати до уваги, що дія рідких органо-мінеральних препаратів при підживленні рослин гороху підзимової сівби діє ефективно при рівні родючості чорнозему південного вище за середній. За інших умов їх використання дає нестабільні результати, підвищення врожайності не суттєве, або і зовсім відсутнє.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМАТИКОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Баллтрап – сорт озимого горох. URL: <https://www.oseva.com.ua/gorox-ozimij-balltrap/>

2. Бурикiна С. І., Вельвер М. О. Капустiна Г. А. Агрономiчна ефективнiсть добрив при вирощуваннi гороху в умовах змiн клiмату Причорноморського Степу. *Таврiйський науковий вiсник: наук. журн. ДВНЗ «Херсонський державний аграрний унiверситет» Херсон : Видавничий дiм «Гельветика», 2020. Вип. 114. С. 33–43. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.5>*

3. Бурикiна С. І., Когут І. М., Капустiна Г. А. Акумуляцiя та розподiл токсичних металiв в рослинах гороху пiдзимової сiвби. *Стратегiчні напрямки розвитку науки: фактори впливу та взаємодiї : матеріали II Мiжнародної наукової конференцiї (м. Рiвне, 7 квітня, 2023 р.) / Мiжнародний центр наукових досліджень. Вiнниця : Європейська наукова платформа, 2023. С. 83–85. DOI: <https://doi.org/10.36074/mcnd-07.04.2023>*

4. Бурикiна С. І., Когут І. М., Руденко В. А. Хiмiчний склад рослин гороху пiдзимової сiвби в зонi Пiвденного Степу України. *Зерновi культури. 2023. Том 7. № 1. С. 68–75. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0260>*

5. Бурикiна С. І., Когут І. М., Руденко В. А. Динамiка вмісту мiкроелементiв в ґрунті пiд рослинами гороху пiдзимової сiвби. *Землевпорядна галузь України: здобутки, виклики та перспективи : матеріали II Мiжнародної науково-практичної конференцiї (Бiла Церква, 9–10 березня 2023 р.). Бiла Церква : БНАУ, 2023. С. 80–82.*

6. Бурикiна С. І., Руденко В. А. Початковi етапи росту гороху пiдзимової сiвби за дiї препаратiв рiзного походження. *Sectoral research XXI: characteristics and features : collection of scientific papers “SCIENTIA” with Proceedings of the V International Scientific and Theoretical Conference. February 3, 2023. Chicago, USA : European Scientific Platform. P. 121–123.*

7. Бурикiна С. І., Сергєєв Л. А. Мiнеральнi добрива як фактор пiдвищення врожайностi гороху пiдзимової

сiвби. *Аграрнi iнновацiї. 2023. № 19. С. 12–18. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19/2>*

8. Бурикiна С. І., Сергєєв Л. А., Таранюк Г. Б. Урожайнiсть гороху пiдзимової сiвби за дозами та строками пiдживлень мiнеральним азотом. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку : збiрник матерiалiв II Всеукраїнської науково-практичної конференцiї (м. Одеса, 24–25 листопада 2022 р.). ОДАУ, Агробiотехнологiчний факультет. Одеса, 2022. С. 23–26.*

9. Бурикiна С. І., Цуркан О. І. Тенденцiї сучасної змiни агроклiматичної ситуацiї на території степової чорноземної зони Пiвдня України. *Таврiйський науковий вiсник : наук. журн. ДВНЗ «Херсонський державний аграрний унiверситет» Херсон : Видавничий дiм «Гельветика», 2020. Вип. 111. С. 29–43. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.4>*

10. Бурикiна С. І., Цуркан О. І. Вплив клiматичних та агроклiматичних умов на розвиток сiльського господарства. *Ґрунтознавчо-географiчна наука i практика – актуальнi проблеми сьогодення : зб. мат. Мiжн. наук. – практи. конф., присв. 50-рiччю Проблемної науково-дослiдної лабораторії географії ґрунтiв та охорони ґрунтового покриву чорноземної зони (ПНДЛ-4) (8–9 жовтня 2021 р., м. Одеса) / Одеський нацiональний унiверситет iменi І. І. Мечникова Одеса : ОНУ, 2021. С. 21–24.*

11. Капустiна Г. А., Бурикiна С. І., Соломонов Р. В. Хiмiчний склад зерна та соломи зернобобових нiшевих культур. *Інформацiйний бюлетень СПРС МОББ 58 : матеріали доповiдей Мiжнародної наукової конференцiї «50 рокiв досліджень Інженерно-технологiчного iнституту «Бiотехнiка»: досягнення та перспективи» присвяченої 50-рiччю ІТІ «Бiотехнiка» (Одеса, 4–8 жовтня 2021 р.). Одеса, 2021. С. 322–326.*

12. Насiння озимого гороху Selgen Болтрак. URL: <https://svg-group.com.ua/posevnoj-material/goroh/semena-ozimogo-goroha-boltrak-sn-1-selgen>

13. Озимий горох НС Мороз. URL: www.ug...agrolider.com.ua

14. Руденко В., Щербакoв В., Когут І., Панфiлова А. Особливостi фотосинтетичної дiяльностi рослин гороху зимуючого залежно вiд норм висiву. *Розвиток аграрної*

галузі та впровадження наукових розробок у виробництво : матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, м. Миколаїв, 19–21 жовтня 2022 р. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 52–55.

15. Січкач В. І., Соломонов Р. В. Генетичні особливості та стратегія селекції гороху для підзимової сівби. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2019. 15. С. 133–143.

16. Щербачов В. Я., Руденко В. А. Оптимізація норми висіву ярих і зимуючих форм гороху. *Modern directions of development of science and technology* : IV Міжнародна науково-практична конференція (30.01–01.02.2023, Ліверпуль, Британія). С. 25–29.

17. Burykina S., Serhieiev L., Kohut I., Sharii V. Nitrogen feeding of winter peas at the spring vegetation re-covery stage. *Journal of Applied Life Sciences and Environment*. 2023. Vol. 56. Issue 2 (194). P. 153–166. DOI: <https://doi.org/10.46909/alse-562092>

18. Shcherbakov V., Rudenko V. Physiological and biochemical aspects of optimising the sowing rate of spring and winter *Pisum sativum* forms. *Journal of Applied Life Sciences and Environment*. 2023. Vol. 56. Issue 2 (194). P. 167–180. DOI: <https://doi.org/10.46909/alse-562093>

Наукове видання

СИСТЕМА УДОБРЕННЯ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ З УРАХУВАННЯМ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Науково-практичні рекомендації

Дизайн обкладинки В. Савельєва
Технічний редактор О. Гринюк
Верстка Ю. Семенченко

ІКОСГ НААН. Фактична адреса:
67667, Україна, Одеська обл., смт Хлібодарське, вул. Маяцька дорога, 24
E-mail: icsanaas@ukr.net
www.icsanaas.com.ua



Підписано до друку _____ р.
Формат 60×84/16. Папір офсетний.
Цифровий друк. Гарнітура Times.
Ум. друк. арк. 2,79. Наклад 300.
Замовлення № 0124/002.

Видавництво та друк: Олді+
65101, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1,
тел.: +38 (095) 559-45-45, e-mail: office@oldiplus.ua
Свідоцтво ДК № 7642 від 29.07.2022 р.

Замовлення книг:
тел.: +38 (050) 915-34-54, +38 (068) 517-50-33
e-mail: book@oldiplus.ua

