

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Мазур Віктор Анатолійович
Дідур Ігор Миколайович
Мостовенко Вольдемар Віталійович
Мазур Олександр Васильович

«Науково-теоретичне обґрунтування технологічних прийомів
вирощування гороху овочевого в умовах Лісостепу
правобережного»

Монографія



Видано за рахунок видатків загального фонду державного бюджету прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакоренових підживлень та фізіологічноактивних речовин» (0120U102034)

Вінниця - 2022

УДК: 635.656:631.5.02:631.821 (477.44) (043.3)

В 54

Автори:

В.А. Мазур, кандидат сільськогосподарських наук, професор

І.М. Дідур, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

В.В. Мостовенко, аспірант

О.В. Мазур, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Рецензенти:

Каленська Світлана Михайлівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН України, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України;

Чинчик Олександр Сергійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин Подільського державного аграрно-технічного університету;

Вдовенко Сергій Анатолійович, доктор сільськогосподарських наук, професор Вінницького національного аграрного університету.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (Протокол № 12 від 17.06.2022 р.).

«Науково-теоретичне обґрунтування технологічних прийомів вирощування гороху овочевого в умовах Лісостепу правобережного» : Монографія / Мазур В.А., Дідур І.М., Мостовенко В.В., Мазур О.В. Вінниця: ВНАУ. Видавець ТОВ "Друк" 2022. 224 с.

Монографія присвячена вивченню процесів росту і розвитку рослин гороху овочевого, формування високої врожайності та якості насіння за вапнування ґрунту, внесення мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння інокулянтном, мікроелементами та проведення позакореневих підживлень. Досліджено наростання надземної маси рослин, листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу посіву, чистої продуктивності, загального і активного симбіотичного потенціалу, елементів структури врожаю, урожайності та якості насіння у залежності від досліджуваних чинників. Одержаний і узагальнений матеріал попередньо висвітлено у захищеній дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії Мостовенка Вольдемара Віталійовича на тему: «Формування продуктивності зерна гороху та його якісних показників залежно від вапнування, передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу правобережного». Наукові та практичні дослідження впроваджені у навчальний процес при викладанні навчальних дисциплін «Ґрунтознавство з основами геології» та «Агрохімія».

ISBN 974-625-7371-29-7

УДК: 635.656:631.5.02:631.821 (477.44) (043.3)

© Мазур В.А., Дідур І.М., Мостовенко В.В., Мазур О.В.

©ВНАУ, 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ПОХОДЖЕННЯ, ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ, СТРЕСОСТІЙКІСТЬ ДО УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО	7
1.1. Історія походження культури	7
1.2. Народногосподарське значення та перспективи вирощування культури	9
1.3. Вимоги гороху овочевого до умов середовища та їх вплив на розвиток рослин гороху в різні періоди онтогенезу	22
1.4. Технологія вирощування гороху овочевого	27
РОЗДІЛ 2. РІСТ ТА РОЗВИТОК ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, ВАПНУВАННЯ ҐРУНТУ ТА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ	72
2.1. Формування густоти посіву гороху овочевого залежно від сортних особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення	72
2.2. Тривалість міжфазних періодів та висоти рослин гороху овочевого залежно від вапнування ґрунту та системи живлення	77
РОЗДІЛ 3. ФОТОСИНТЕТИЧНА АКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, ВАПНУВАННЯ ҐРУНТУ ТА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ	87
3.1. Динаміка формування площі листкової поверхні залежно від сортних особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення	87
3.2. Динаміка формування фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності залежно від вапнування ґрунту та системи живлення	95
3.3. Динаміка формування сухої речовини та надходження фотосинтетичної активної радіації залежно від вапнування та системи живлення	101

РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТА СИМБІОТИЧНА АКТИВНІСТЬ КОРЕНЕВИХ БУЛЬБОЧОК ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, ВАПНУВАННЯ ҐРУНТУ ТА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ	112
4.1. Динаміка кількості та маси бульбочок азотфіксуючих бактерій на коренях рослин гороху овочевого	112
4.2. Формування загального і активного симбіотичних потенціалів залежно від технологічних прийомів вирощування	119
РОЗДІЛ 5. УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВАПНУВАННЯ ТА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ	130
5.1. Вплив елементів технології вирощування на структуру врожаю гороху овочевого	130
5.2. Оцінка якості гороху овочевого за проведення вапнування та системи живлення	156
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО	163
6.1. Економічна ефективність вирощування гороху овочевого	163
6.2. Енергетична ефективність вирощування гороху овочевого	168
ВИСНОВКИ	172
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	176
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	177
ДОДАТКИ	213

ВСТУП

Актуальність теми. Забезпечення населення екологічно чистими продуктами харчування, багатими протеїном має важливе значення. Однією із культур, яка може відіграти вагомую роль у вирішенні цієї проблеми є горох овочевий. В Україні продукції з гороху овочевого виробляється недостатньо, що не задовольняє потреби населення та рекомендовані норми споживання (3,3 кг зеленого горошку та інших бобових у рік).

Горох здатен забезпечувати себе азотом на 60-70% і залишати в ґрунті 60-140 кг/га його біологічного еквіваленту. Але для цього необхідно забезпечити рослини мікроелементами, покращити їх доступність, крім того вони є мало витратними при внесенні та не шкодять довкіллю.

Дану проблематику вивчали науковці Гамаюнова В.В., (2008); Алмашова В.С., (2009); Антипін Р.А., (2007); Гончар Т.М., (2008); Дідур І.М., (2009); Жарінов В.І., (2005); Онищенко С.О., (2006). Однак, не достатньо вивченими залишилися питання розробки технологічних прийомів вирощування, шляхом покращення дії азотфіксуючих бульбочкових бактерій за рахунок чого підвищуватиметься врожайність і якість продукції.

Тому виникла потреба розробити елементи ресурсозберігаючої технології його вирощування із застосуванням невисоких доз добрив синтетичного походження шляхом стимуляції дії азотфіксуючих бульбочкових бактерій, що є симбіонтами гороху овочевого, з допомогою бактеріальних і мікродобрив, які значно дешевші за мінеральні добрива, мало витратні при внесенні.

Крім збільшення врожайності, такі технологічні прийоми сприятимуть підвищенню родючості ґрунту завдяки накопиченню більшої кількості в ньому біологічно чистого азоту після збирання гороху овочевого.

Метою досліджень було виявити особливості росту й розвитку та формування елементів продуктивності сортів гороху та якості насіння внаслідок проведення вапнування, передпосівної обробки насіння

інокулянтom та мікроелементами, позакореневих підживлень в умовах Лісостепу правобережного.

Для досягнення цієї мети потрібно було вирішити такі завдання:

- встановити вплив вапнування, передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривами, позакореневих підживлень на польову схожість, густоту сходів, збереженість рослин;

- визначити вплив вапнування, передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривами, позакореневих підживлень на тривалість періоду сходи-початок технічної стиглості;

- вивчити процеси росту й розвитку рослин, формування надземної маси, площі асиміляційної поверхні, фотосинтетичного потенціалу, продуктивності фотосинтезу залежно від досліджуваних чинників;

- вивчити особливості формування та функціонування симбіотичного апарату, розвитку бульбочкових бактерій і кореневої системи гороху овочевого та накопичення біологічного азоту в ґрунті;

- визначити вплив вапнування, передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривами, позакореневих підживлень на формування елементів структури врожаю, вихід насіння з бобів та врожайність і якість гороху овочевого у фазі технічної стиглості насіння;

- обґрунтувати економічну та енергетичну ефективність вирощування сортів гороху овочевого під впливом досліджуваних чинників.

Об'єкт досліджень: процеси росту, розвитку та формування врожайності насіння гороху овочевого і його якості при технічній стиглості залежно від технологічних прийомів вирощування.

Предмет досліджень: елементи технології вирощування гороху овочевого: вапнування, передпосівна обробка насіння Ризобофітом та мікродобривами, позакореневі підживлення, енергетичні та економічні параметри вирощування.

РОЗДІЛ 1.

ПОХОДЖЕННЯ, ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ, СТРЕСОСТІЙКІСТЬ ДО УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО

1.1. Історія походження культури

Серед бобових культур виробниче значення у сільському господарстві, зокрема в овочівництві мають горох, квасоля та біб овочевий. Горох овочевий людині відомий давно. У Швейцарії археологи розкопали поселення, які відносяться до кам'яного віку і знайшли горох. Знайдені зерна за крупністю мало відрізняються від вирощуваної в наш час культури [1, 76].

Плодами гороху є боби, які часто неправильно називають стручками. Предки цих культур у давні часи були ліанами в умовах тропічного лісу, де вирішальне значення мала боротьба за світло. Овочевий горох – одна з найдавніших культур. Батьківщина гороху – Передня Азія і Середземномор'я. А. Декандоль знаходив горох у дикому вигляді в Західній Азії, на півдні Кавказу, в Індії та Італії [2].

Горох – одна з найдавніших сільськогосподарських культур. Існує версія, що батьківщиною посівного гороху є Іран, Туркменістан, де вирощують його дрібнонасінні види. Крупнонасічний горох із давніх давен (за 4-6 тис. років до н. є.) вирощували на землях сучасної України, що доведено археологічними знахідками. Відомий в українській мові вислів про давність події – це було ще за царя Гороха, теж свідчить про широке культивування гороху у древні віки [3].

Залишки насіння, які знайдені в місцях поселень, що відносяться до кам'яного і бронзового століть вказують на те, що горох дуже стародавня культурна рослина. Його культура в Західній Індії та Ефіопії відноситься до стародавнього часу. Горох вирощувався, також, в Стародавньому Єгипті і був знайдений на гробницях 12-ї династії (2000-1788 рр. до н.е.). Вже Теофраст (372-287 рр. до н.е.) виділяв горох з інших бобових. Горох був широко розповсюджений та відомий у римлян. У той час спочатку, напевне,

в їжу використовували тільки достиглі зерна гороху і тільки в середині століття почали вживати також і зелений горошок [4, 5, 272].

Із письмових джерел відомо, що в Стародавній Греції і Стародавньому Римі ще в IV-III ст. до н. е., горох використовували не тільки в їжу, але і на корм худобі і як зелене добриво. Овочевий горох відомий в культурі раніше від зернового. Серед овочевих бобових культур він займав перше місце. В Європі почали вирощувати овочевий горох в XVII столітті в Голландії, а на початку XVIII століття він був завезений в Англію. В середині XVIII століття культура овочевого гороху була поширена в Європі [6].

На території сучасної України горох був відомий як зернобобова овочева культура ще з XI ст., а окремі автори називають навіть більш ранню дату – VI-VIII ст. Найбільшого розповсюдження горох набув в Україні з XVII-XVIII ст. [7-10] .

У цей період, завдяки народній селекції, відбувся остаточний розподіл форм гороху на зернові, овочеві та кормові сорти, які різняться між собою і за вимогами до окремих елементів агротехніки: способу сівби, густоти посівів, фону мінерального живлення, зрошувальної норми та ін. [7].

Горох овочевий займає особливе місце серед інших овочевих культур. Вирощують його в усіх зонах України, у т.ч. в Степу – до 25% від загальної площі. Середня врожайність насіння гороху сягає 24 ц/га, що свідчить про його високий потенціал [7, 8].

Горох, як сільськогосподарська культура має багатовікову історію вирощування. Спочатку горох вирощували на городах, а пізніше почали вирощувати у полі збільшуючи площі. З освоєнням і розвитком селекції рослин гороху знов став вирощуватися, поряд з польовою, і в городній (овочевій) культурі [6].

Розвиток гороху, як культурної рослини, безумовно, почався з форм, які були дуже подібні з нашим польовим горохом (*Pisum arvense*), або пелюшкою. Окрім барвистих квітів та темнозбарвленого насіння вони мали, напевне, з внутрішньої сторони стулки з настільки сильно розвинутим

пергаментним шаром, що він міг при досяганні розривати біб. Зменшення цього пергаментного шару, а також втрата барвистого забарвлення квітів і темного – насінням були важливими етапами на шляху перетворення гороху в культурну рослину. Після того, як уже в середині століття були описані різноманітні форми гороху, в ХІХ столітті в Англії була розпочата планомірна селекція гороху, слідом за якою до і після першої світової війни з'явилися місцеві німецькі покращенні сорти. Завдяки простій зрозумілій будові квітки горох став об'єктом відомих досліджень Менделя із схрещування [11, 12].

1.2. Народногосподарське значення та перспективи вирощування культури

Ґрунтово-кліматичні умови України є сприятливими для вирощування багатьох видів продукції рослинництва, насамперед овочів. Саме тому, згідно з рішенням продовольчої й сільськогосподарської комісії ООН (ФАО) Україну віднесено до держав, які в недалекому майбутньому мають стати донорами продовольства у світі. Безперечно, цей внесок стосується й до можливостей України в галузі овочівництва. Адже вже сьогодні за валовим виробництвом овочів відкритого ґрунту Україна входить до числа світових лідерів, але існуючий рівень валового виробництва не відповідає ні наявному агроресурсному потенціалу, ні потребам внутрішнього й зовнішнього ринків [13, 77].

В Україні на початку ХХІ століття гостро постало питання подальшого збільшення виробництва в аграрному секторі економіки протеїновмістних продуктів харчування людей, які б містили найменше сполук синтетичного походження, що негативно впливають на здоров'я суспільства. Найефективнішими рослинами в цьому плані є культури з родини Бобові (Fabaceae), які здатні з допомогою корневих азотфіксуючих бульбочкових бактерій засвоювати азот повітря, продукуючи таким чином біологічно чистий азот, що засвоюється організмом людини на 70-80% не

спричиняючи побічних негативних ефектів і є важливим чинником збалансованого природокористування [14-16, 78, 79, 295].

Включення зернобобових в сівозміни дозволяє диверсифікувати систему землеробства. При цьому, в разі неврожаю однієї з культур внаслідок посухи або пошкодження шкідниками, ураження хворобами, ситуацію може врятувати інша. Це сприяє стійкості сільського господарства до біо- і абіотичних стресів і підвищує продовольчу безпеку. Зернобобові покращують ґрунт і, відповідно, є відмінними попередниками для багатьох культур [17, 80-81, 296].

Нині горох вирощують на всіх континентах, а посівні площі його займають близько 7 млн. га. На земній кулі серед зернобобових культур він посідає п'яте місце після сої, квасолі, арахісу і нуту. Для європейських країн горох є основною зернобобовою культурою, яка вирощується для харчових та кормових цілей на площі близько 3 млн. га. В Україні за останні роки посівні площі під горохом значно зменшилися. Серед причин зниження виробництва гороху можна назвати як деякі біологічні властивості культури (схильність до вилягання та осипання насіння, сильне, якщо порівняти з іншими культурами, пригнічення бур'янами, значне пошкодження шкідниками та хворобами, низький коефіцієнт розмноження), так і об'єктивні фактори (відсутність технологічних сортів та техніки для збирання, скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин). Найбільші посівні площі гороху зосереджені в Лісостепу та становлять 55% від загальної посівної площі, у Степу – 25% і на Поліссі – 20% [102]. З 2010 по 2017 рр. показники загальної площі посівів під горохом в Україні значно знизилися і коливалися від 191 тис. га (2013 рік) до 405 тис. га (2017 рік), порівняно з 1148,2 га (1992 рік) [103].

За результатами збирання урожаю 2020 року середня врожайність гороху в Україні становила 2,16 т/га. Проаналізувавши згадані показники у кожній області, можна стверджувати, що лідерами стали господарства Чернігівської (34,0 ц/га) та Хмельницької (33,0 ц/га) областей. Більш високі показники врожайності культури також демонструють Полтавщина (32,0

ц/га), Вінниччина (30,0 ц/га) та Сумщина (29,0 ц/га) [104, 105]. Найменша врожайність гороху була зафіксована у Чернівецькій, Івано-Франківській та Рівненській областях, де показники були меншими за 10 ц/га 2020 року посівів гороху в Закарпатській області взагалі не було.

Цього ж року аналіз даних валового збору даної культури засвідчив, що найбільше гороху зібрано в агроформуваннях Запорізької (134 тис. тонн), Харківської (50 тис. тонн) та Донецької (43 тис. тонн) областей. На четвертому та п'ятому місцях розташувалися Дніпропетровщина та Миколаївщина, де намолочено 41 та 33 тис. тонн бобів відповідно.

За вегетаційний період горох, залежно від рівня врожайності, залишає з соломною і рослинними рештками орієнтовно 60 – 90 кг/га азоту, 15 – 20 кг/га фосфору, 20 – 30 кг/га калію. Він є добрим фітосанітаром, покращує структуру ґрунту і підвищує його родючість [106, 107].

Збільшення обсягу виробництва гороху зумовлене декількома причинами, насамперед, хорошим експортним попитом на культуру за порівняно високої ціни. Згідно з сайтом agro-business.com.ua, світове виробництво гороху знаходиться у межах 11 – 12 млн. т. Найбільшим виробником вважається Канада, яка за рік виробляє понад 3 млн. т гороху. На другому місці Франція (близько 1,5 млн. т), потужними світовими виробниками є Китай та Росія (з обсягами виробництва на рівні 1,2 млн. т), Індія (800 тис. т), наступними є країни Німеччина (400 тис. т) та Великобританія (200 тис. т). Зрозуміло, що ці показники коливаються від сезону до сезону. До основних постачальників гороху на експортний ринок належать Канада, Франція, Австралія та США. Найбільшими імпортерами продукції є Іспанія, Індія та Бангладеш. Закуповують горох на світовому ринку Італія, Китай, Куба, Німеччина, Пакистан та інші країни. Враховуючи, що внутрішнє споживання гороху в Україні не перевищує 200 тис. т, понад 500 тис. т зернобобових може бути експортовано [314].

Золотим роком для вітчизняних господарств, які вирощували горох, став 2016, коли попит в Індії становив близько 5 – 6 млн. т. Виробники, які вчасно

зреагували на ситуацію, отримали гарний прибуток, проте продовжувати працювати стало складно. Вже через рік почалася конкурентна боротьба, а на ринку бобових культур різко збільшили обсяги вирощування гороху.

2017 року рентабельність цієї галузі в Україні становила лише 10%, тоді як роком раніше – 80%. Зокрема, починаючи з 2016 року, вітчизняні виробники щорічно нарощували обсяги, й останніми роками показали збільшення виробництва майже удвічі – вироблено 573 тис. т, а 2017 року – 1097,8 тис. т. Водночас, посівні площі під культурою у 2017 році становили 405 тис. га, а в 2018 році – 431,7 тис. га [108, 109].

На початку 2018 року вперше на вітчизняному ринку горох (ціна за тону в Україні досягла мінімуму) став коштувати дешевше за пшеницю. Експортний потенціал рекордного врожаю 2017 року повністю не реалізували, тож запаси на кінець періоду були надмірно високі. Країни-конкуренти отримали можливість витіснити з міжнародної арени українських виробників через більш низькі ціни. Ситуація ускладнилася ще й через різке зростання обсягів виробництва бобових культур у самій Індії та, крім того, через введення мита у цій країні – імпорт скоротився майже в 10 разів. У результаті частка України у світовому виробництві гороху зменшилася до 4% [110].

Однак поряд з суттєвими перевагами у гороху є й недоліки. Його врожайність нижча, ніж у зернових культур, хоча за сприятливих погодних умов і забезпеченні захисту від хвороб, шкідників і бур'янів він може формувати врожайність до 3,5 – 6,0 т/га. Зернобобові чутливі до несприятливої фітосанітарної обстановки в посівах, яка істотно впливає на елементи структури врожаю [111].

На сучасному етапі розвитку аграрного виробництва виключно важливого значення набуває питання вирощування екологічно чистої продукції рослинництва з мінімальним накопиченням елементів живлення в ґрунті і, насамперед, азотомістких сполук. Дефіцит азоту біологічного походження в ґрунтах України пов'язаний в першу чергу з різким зменшенням в останні роки обсягів внесення органічних добрив через значне

скорочення поголів'я худоби в громадському секторі, і, як наслідок, мінімальним застосуванням традиційного органічного добрива – гною. Тому, досить актуальними є спроби збільшення кількості бульбочкових бактерій, інтенсифікації та продуктивності азотфіксації [81-88, 91]. Однією з найбільш поширених однорічних бобових культур є горох овочевий, який широко відомий у консервованому вигляді під назвою «зелений горошок» [15, 18].

Горох вважається однією з найдавніших культур на земній кулі. У Стародавньому Китаї його вважали символом щастя, родючості і багатства.

Горох овочевий має велике значення для повноцінного харчування людей завдяки збалансованому вмісту білково-вуглеводного складу, біологічно активних та мінеральних речовин. Цей ботанічний вид належить до рослин з високим ступенем використання врожаю та продуктів життєдіяльності. Недозріле зерно – зелений горошок – використовують як високопоживний продукт у свіжому та консервованому вигляді. Відходи консервного виробництва – бадилля, пошкоджене зерно, стулки бобів, а також суха солома – цінний білковий корм для сільськогосподарських тварин. Бульбочкові бактерії, що розвиваються на корінцях рослин, залишають у ґрунті після збирання врожаю до 100 кг/га азоту, що відповідає 12-16 тоннам гною і позитивно впливає на наступні культури в сівозміні. За хімічним складом зелений горошок містить (у % на сиру речовину): сухих речовин – 19-21, цукру – 5,0-7,2, крохмалю – 1,2-1,4, клітковини – 1,8-2,2, білка – 5,6-8,1, золи – 0,5-0,7, олії – 0,7-0,9 та вітаміну С – 37-45 мг/100 г.

Поруч з високою калорійністю, основна цінність гороху полягає у наявності життєво необхідних біокатализаторів та мінеральних солей, якими багатий зелений горошок. До його складу належить лізин – амінокислота, яка відсутня в інших рослинних білках. За вмістом незамінних амінокислот (лізину, треоніну, лейцину, гістидину) білки гороху є близькими до білків тваринного походження. До складу зеленого горошку також належать такі біологічно активні компоненти як холін (260 мг/100г), інозит (160 мг/100 г), тіамін (0,50 мг/100 г), піридоксин (1 мг/100 г), рибофлавін (0,10 мг/100 г),

фолієва кислота (0,13 мг/100 г) [19-24].

Відходи переробки та вимолочена зелена маса (до 10-20 т/га) – цінний високобілковий корм для тварин. При обмолоті зеленого горошку залишається 10-20 тон зеленої маси, яка використовується як чудовий високобілковий корм для тварин. Згодовування зеленої маси коровам підвищує не тільки надої, але й жирність молока. Додавання в корм вівцям і козам горохової соломи покращує якість шерсті. За розрахунками вчених-тваринників, нестача білку в кормах складає 5,5-6,0 млн. т щорічно, що викликає перевитрати концентрованих кормів, підвищення собівартості продукції, зниження її якості. Відповідно, використання зеленої маси і соломи овочевого гороху буде сприяти поповненню білку в кормах. Біологічну цінність білка овочевого гороху визначають його легка засвоюваність організмом людини [21, 25].

Незважаючи на виняткову цінність гороху овочевого, в останній період виробництво зеленого горошку в нашому регіоні значно зменшилося, що може призвести до розбалансування харчування людей за білковими сполуками та незамінними амінокислотами, такими, як метіонін, лейцин та ін. [26].

В останні роки вченим стало відомо, що горошок сприяє виведенню радіонуклідів з організму. Крім усього цього, в горошку не накопичуються нітрати. Вживання свіжого зеленого горошку або інших сортів гороху дозволяє знизити ймовірність виникнення інфаркту, розвитку гіпертонії і онкологічних захворювань. При регулярному вживанні цього продукту сповільнюється старіння шкіри [27, 28].

Разом з тим в насінні овочевого гороху знаходять протипухлинні речовини. До них відноситься фітогемаглютинін лектин – білок, що специфічно зв'язує залишки вуглеводів, утворюючи захисний шар на поверхні моноклеарних клітин периферичної крові здорових людей, підвищує їх опірність щодо колоректального раку [273].

Рекомендований для моніторингу розвитку пухлини, проте у великих кількостях здатний адсорбуватися на поверхні еритроцитів, сприяючи їх склеювання має четвертий клас малонебезпечних речовин. Проте, бобові культури містять антипоживні речовини, в тому числі інгібітори протеїназ, що знижують засвоюваність білка організмом. Уреазний тест показав, що в гороху вони присутні в дуже невеликих дозах (0,12 од. РН, при допустимих 0,20) або відсутні. Наявність великої кількості мікроелементів, вітамінів, незамінних амінокислот робить овочевий горох цінною дієтичною культурою, яка не має медичної підстави для обмеження в споживанні. В їжу овочевий горох вживають у свіжому і переробленому вигляді: консервованій, замороженій, сушений [29].

За поживними властивостями овочевий горох перевершує багато овочевих культур. По вмісту особливо цінних амінокислот і протеїну овочевий горох близький до коров'ячого молока, яловичини і яєць. Білок зеленого горошку містить всі незамінні амінокислоти.

Якщо біологічну цінність білка зернових бобових культур лімітує вміст метіоніну і триптофану, то овочевий горох по відсотку метіоніну перевершує багато бобових культур, поступаючись тільки квасолі та сої. Крім білка в зеленому горошку є й інші азотисті сполуки: вільні амінокислоти, їх амідни, нуклеїнові кислоти, пептиди, азотисті основи, мінеральний азот. Насіння його багате вітаміном С (25–38 мг %), каротином (1–1,7 мг %) [30].

Зібране у молочно-восковій стиглості зерно зеленого горошку містить вітаміни А (170 мг %) і С (30-40 мг %) та майже всі вітаміни групи В (В1- 340 мг %, В2-150 мг %) і поряд зі шпинатом і брюссельською капустою воно найбагатше на залізо. До складу зеленого горошку входять також мінеральні речовини (0,5-0,7 %): залізо, кальцій, калій, фосфор [25, 31].

Бобові культури є основним та надзвичайно важливим джерелом рослинного білка і вирішують біологоекотологічні проблеми сучасного

землеробства України [112].

Білок гороху є повноцінним за амінокислотним складом і засвоюється в 1,5 рази краще, ніж білок пшениці. В ньому міститься 4,66% лізину, 11,4% аргініну, 1,17% триптофану (від сумарної кількості білка), тоді як у складі білка пшениці – лише 2,32% лізину та 3,56% аргініну. У цьому цінність його не лише як харчового (високі смакові якості), а й дієтичного, лікувального продукту. Він сприяє виведенню солей з організму. У 100 г його зерна міститься 491 ккал (в пшениці 457 ккал). Білка приблизно стільки ж, як і в сирому м'ясі. В 1 кг зерна міститься 1,17 к.о. 180 – 240 г перетравного протеїну, 15,2 г лізину; 3,2 г метіоніну [113].

Хімічний склад зерна гороху, якщо порівняти з іншими зернобобовими культурами, за вмістом білка (з розрахунку на 100 г маси у відсотках) дещо менший ніж у люпину, сої, чини, кормових бобів та сочевиці й коливається в межах 20 – 35%, тоді як у люпину ці показники сягають 30 – 48% та сої – 30 – 50%. Вміст жиру в зернах гороху становить 1,3 – 1,5%, що в 10 разів менше ніж у сої. Найбільше клітковини може міститися в зернах люпину – від 11,0 до 18%, тоді як у квасолі 5,0 – 7,1%, у гороху ці показники коливаються в межах 3,0 – 6,0%. Показник вмісту золи у зернах бобових культур майже не відрізняються і становить 2,0 – 4,9%, окрім сої – для цієї культури вони становлять від 4,5 до 6,8% [114].

За калорійністю зелений горошок у півтора – два рази перевищує інші овочі. У перерахунку на консервні банки ємністю 0,5 л науково обґрунтована норма споживання складає 11 банок на одну людину за рік [34].

Серед овочевих культур горох овочевий є однією із найбільш поширених. Проте, продукції з гороху овочевого виробляється недостатньо, що не задовольняє потреби населення та рекомендовані норми споживання (овочів – усього 160 кг/рік, зеленого горошку та інших бобових – 3,3 кг).

Крім того, всезростаючі потреби населення вимагають спеціальних сортів для споживання у свіжому вигляді, заморожування і сушіння (споживання зеленого горошку у сезонний період) [32, 33].

Дієтологи рекомендують дорослій людині споживати до 5,5 кг зеленого горошку в рік. Благо, його можна їсти влітку свіжим, взимку – консервованим, замороженим або сушеним, вітаміни та лужні солі в натуральних консервах із зеленого горошку зберігаються, що дозволяє застосовувати їх в лікувальних цілях для попередження авітамінозів [29].

Хоча горох по відношенню до інших відомих овочів знаходиться в числі найбільш поширених, і ґрунтово-кліматичні умови більшості регіонів сприятливі для отримання високих урожаїв його зерна, проте продукції з нього – в свіжому, консервованому, замороженому і сушеному вигляді виробляється недостатньо, її кількість не задовольняє вимоги населення. Консерви з зеленого горошку, за даними фахівців, становлять понад 40% загального обсягу виробництва овочевих консервів. Вони володіють високими смаковими якість і відносяться до групи продуктів підвищеної біологічної цінності за вмістом білків, вуглеводів, вітаміну, мінеральних речовин, незамінних легкозасвоюваних вільних амінокислот. Консервований горох овочевий вживають в їжу як оригінальний продукт або у вигляді гарнірів [23, 24, 29].

Овочевий горох консервного напрямку відноситься до виду *Pisum sativum* L. subsp. *sativum*. Відрізняється від гороху інших напрямків використання – білим забарвленням віночка квітки, зморшкуватою (мозковий) поверхнею насіння, наявністю пергаментного шару в стулках бобу, підвищеним вмістом амілози в крохмалі насіння (понад 60%), структурою крохмальних зерен (складні з переважанням дрібних осколків) [7, 41].

Горох овочевий (*Pisum sativum* L.) вирощують з метою одержання зеленого горошку. Від інших зернобобових культур він відрізняється тим, що його зерно збирають у стані технічної, молочної або молочно-воскової стиглості за вологості 80–85%. Одержане недостигле зерно йде на виробництво консервів «Зелений горошок». Крім того, його споживають у свіжому вигляді, заморожують та сушать [7, 41].

Збирати зелений горошок потрібно в той момент, коли в зеленому зерні міститься найбільша кількість цукру при порівняно невисокому вмісту крохмалю. У залежності від сорту гороху овочевого, луцильного і погодних умов вирощування вносяться поправки: ранні і одночасно дозріваючі сорти починають збирати дещо пізніше (при 75-80% від маси виповнених бобів і лопаток), а пізні і з розтягнутим періодом плодоношення – дещо раніше: при 60-65% бобів у технічній стиглості [23, 24, 41].

Переробка овочів, плодів у місцях виробництва – найважливіший шлях збереження харчових ресурсів. Сучасні науковці говорять про важливу роль переробки в підвищенні економічної ефективності виробничої діяльності господарств в результаті більш повної і раціональної реалізації цінної продукції [34].

Технології, за якими зелений горошок переробляють у консервованій продукції, повинні в найбільшій мірі зберігати речовини, які визначають його харчову цінність. В процесі технологічної переробки свіжого зеленого горошку мають місце значні втрати розчинних речовин – цукрів, амінокислот, вітамінів, які складають біля 30 % від їх вмісту у свіжому зерні [35].

На якість продукції значний вплив мають умови вирощування сировини, дотримання норм його подальшої обробки і зберігання. До однієї з особливостей вирощування гороху консервного напрямку відноситься необхідність забезпечення конвеєрного (безперебійного) надходження сировини на переробку [23-24].

Цінність овочевого гороху полягає в тому, що він дає сировину для консервної промисловості в найбільш ранній період, коли відсутні інші овочі. При консервуванні зеленого горошку заводи починають переробку овочів на 1-1,5 місяці раніше, що значно підвищує ефективність використання обладнання, енергетичних ресурсів і загальне виробництво консервних підприємств. У виробництві недостатньо сортів різних строків досягання, які забезпечили б безперебійне, конвеєрне надходження зеленого горошку на

консервні комбінати. Через відсутність достатньої кількості таких сортів продуктивна робота підприємств різко скоротилася (з 35 до 15 діб). Причому у конвеєрному надходженні зеленого горошку особливий дефіцит мають ультраскоростиглі, середньопізні, пізньостиглі сорти, що унеможливило створення повноцінного конвеєру постачання сировини на консервні підприємства [33].

Державний стандарт України передбачає виробництво консервів (переробку) тільки з мозкових сортів й розподіляє сировину на три сорти: вищий, перший та другий. Горошок вищого ґатунку є найніжнішим, але його одержують за нижчого рівня врожайності сортів. Нарощування врожайності за рахунок перестигання горошку не може бути оптимальним вирішенням проблеми. Тому у дослідженнях звернено особливу увагу на сорти, у яких кількість крохмалю у зеленому горошку зростала поступово, протягом тривалішого часу. За цих умов зростав рівень урожайності зеленого горошку й зберігалася висока його якість. Зазвичай, основна маса товарного горошку збирається першим ґатунком, що забезпечує відносно високу його якість за досить високого рівня врожайності.

З якістю зеленого горошку позитивно корелює форма насіння. Сорти з мозковим насінням за якістю зеленого горошку значно переважали недостигле зерно гладко насінних сортів. Останні швидше давали більш ранню продукцію для консервування, однак за технологічними показниками високоякісні консерви одержуються саме із сортів з мозковим насінням. Горошок у сортів з гладеньким насінням перестигав уже через 2–3 доби, швидко накопичував крохмаль і ставав непридатним для консервування. Це зумовлено не тільки кількістю крохмалю та його складом, а й будовою крохмальних зерен у біологічно стиглому насінні. У сортів з мозковим насінням крохмаль містив 68–88% амілози і 32–12% амілопектину. У гладко насінних сортів, навпаки, 60–80% амілопектину і 40–20% амілози (сорти Ekspress, Уладівський ювілейний, Ранній VIP, Неосипающийся 1). Саме показник умісту амілози у крохмалю є

критерієм якості для порівняльної оцінки сортів. Чим сильніше була наявною зморшкуватість насіння, тим повільніше відбувалось накопичення крохмалю та вищим був уміст амілози в ньому [37].

Для виділення та створення нових генотипів овочевого гороху з підвищеною господарської цінністю вивчали сорти з округлими і мозковими насінням різних фракцій. Смакові якості як свіжого горошку, так і консервів з нього пов'язані з хімічним складом. Найбільш перспективними для консервної промисловості визнані сорти середньонасінні мозкові з вмістом цукрів до 7,5%, крохмалю до 4% з уповільненим переходом цукру в крохмаль при дозріванні насіння і оптимальним співвідношенням цукор / крохмаль (більше 1,5). Автором зазначено, що в процесі онтогенезу до молочної стиглості насіння відбувається збільшення частки амілози у складі крохмалю, далі до біологічної зрілості – її зменшення. Уповільнення накопичення крохмалю і подовження фази технічної стиглості викликає підживлення мінеральними добривами, тоді як процес накопичення крохмалю прискорює надмірне зволоження. Основні втрати розчинних речовин, при дотриманні умов транспортування і зберігання на сировинних майданчиках, відбуваються на стадії бланшування. Проведені низкою авторів дослідження, показали, що на переробку 1 т зеленого горошку витрачається 590 кВт/год енергії, при цьому на процес бланшування приходиться 240 кВт/год або 40,7 % енергії. Після бланшування горошок, який має температуру 75...90°C, охолоджують холодною водою до температури 30...35°C, при цьому витрачається від 2,7 до 3,6 м³ питної води [38].

При консервуванні біохімічний склад зеленого горошку зазнає таких змін: практично не змінюється вміст каротиноїдів, калію, кальцію і клітковини; істотно знижується присутність міді, заліза, магнію, марганцю, фосфору, кремнію та цинку [274, 275], знижується частка сухих речовин, цукру, крохмалю та небілкового азоту [274].

При вживанні овочевого гороху на продовольчі цілі важливі сенсорні і фізико-хімічні якості зерна в фазу технічної стиглості, такі як темно-зелене

забарвлення, ніжна консистенція, крупність (дрібне і середнє до 8 мм в діаметрі), вирівняність, знижений вміст крохмалю і нерозчинних в спирті сухих речовин [276].

Крохмаль – основна форма вуглеводів гороху складається з двох компонентів: амілози і амілопектину. Амілоза є довгою нерозгалуженою ниткою, що складається із залишків глюкози, з'єднаних α -1,4- зв'язком. Амілопектин утворює розгалужені деревоподібні структури з D-глюкопіранозних залишків, з'єднаних α -1,4 і α -1,6-зв'язком. Вміст крохмалю в насінні і співвідношення амілози до амілопектину контролюється генетично. Відомо, що в крохмалі насіння гороху із зморшкуватою поверхнею (мозкових), властивих сортам овочевого гороху, дуже високий вміст амілози – не менше 60%, в той час як в насінні з гладкою поверхнею близько 30% [277].

Між крохмалем з насіння з гладкою і зморшкуватою поверхнею відсутня різниця за будовою амілози. Тоді як у амілопектина мозкових сортів виявлено істотна відмінність: його молекула складається з 35-36 одиниць, 25-26 з яких це нормальні структури амілопектина (як у округло-насінневих сортів), а інші одиниці – «засмічують» коротколанцюгові амілози [278, 279, 290].

Дана особливість надає унікальні властивості крохмалю гороху, виділеного з насіння з мозковою поверхнею. Крохмаль овочевого гороху, що складається з амілози на 70% і більше, за своїми властивостями схожі з дієтичною клітковиною, слабо засвоюються в організмі, тим самим відіграють важливу роль у підтримці функцій кишківника і сприяють запобіганню раку кишківника. Порівняно невисока біодоступність крохмалів гороху дуже важлива для здоров'я, особливо в цілях профілактики захворювань, пов'язаних з резистентністю до інсуліну, таких як цукровий діабет. Їх використовують в харчовій промисловості в якості пробіотиків і добавок в різноманітному дієтичному харчуванні [279].

1.3. Вимоги гороху овочевого до умов середовища та їх вплив на розвиток рослин гороху в різні періоди онтогенезу

Зеленим горошком називають насіння овочевого гороху в стадії молочної стиглості в період вегетації рослини – технічна стиглість на XI етапі органогенезу. Підвищення врожайності зеленого горошку традиційно першочергове завдання [23, 24].

Однак вважається, що рослинами вже досягнуто біологічний потенціал продуктивності, що реалізовується при вирощуванні за інтенсивними технологіями, і в даний час слід більше уваги приділяти здатності генотипу формувати стабільно високий урожай на різному агроекологічному фоні [39].

По деяким даним, частка впливу середовища на продуктивність рослин гороха овочевого складає 12,7 %, взаємодія факторів «генотип-середовище» 39,2% [39, 280].

На елементи продуктивності (маса бобів з рослини, число бобів на рослині, маса насіння з рослини) вплив кліматичних умов року може досягати 70% [40, 43].

Відношення до температури. Овочевий горох – одна з найбільш холодостійких культур. Насіння починає проростати при 4-6 °С. Молоді рослини легко переносять заморозки до -6 °С. Сходи при такій температурі (короткочасній) не вимерзають, хоча їх ріст затримується. Оптимальна температура для росту і розвитку гороху 15- 20 °С. Температура більше 30 °С негативно відбивається на рості рослин, особливо при нестачі вологи. Мозкові та великоплідні сорти гороху менш холодостійкі. Висока холодостійкість дає можливість висівати його у найбільш ранні строки. Якщо температура і вологість нормальні, то сходи з'являються на 11-17-й день після сівби. У наступні фази розвитку сорти овочевого гороху вибагливі до підвищеної температури, але якщо вона вище від граничної норми, то це дуже позначається на їх врожайності [6, 51].

Горох рослина помірною клімату, оптимальні температури для росту і розвитку знаходяться в межах від 12 до 25°C. Навесні, на ранніх етапах росту рослин ймовірний вплив на них низьких, іноді негативних температур, а в період від цвітіння і до дозрівання високих позитивних, денні температури часто перевищують показник в 30°C. Адаптивна реакція проростків гороху на підвищенні температури виражається в розпаді в мітохондріях складних комплексів дихального ланцюга на більш прості, що може призвести до загибелі клітин [42, 272].

При нетривалому впливі стресу, проростки гороху швидко відновлюються. Синтез білків теплового шоку у рослин починається через 15 хвилин після впливу стресора ($\pm 10^\circ\text{C}$ і більше до $t^\circ \text{ optimum}$) і припиняється відразу після відновлення оптимального температурного режиму [44].

Під час цвітіння і плодоношення гороху, на фоні достатньої вологозабезпеченості, вплив температур вище 30 °C призводить до зниження зав'язування бобів та їх щуплості [45].

Підвищення температури до 35 ° C викликає припинення росту , що негативно відображається на продуктивності рослин. Термічний стрес у рослин гороху веде до зниження синтезу білків, що регулюють фотосинтез (біосинтез хлорофілу), а також гальмування імпорту пластичних білків, необхідних для заміни порушених, які кодуються ядерним геномом. У лабораторних умовах процес стає незворотним при впливі температури 40 ° C впродовж 48 год [281].

Короткочасний (30 хв) вплив дуже високих температур (понад 50 ° C) призводить до зниження транспірації, уповільнення росту стебла і коренів. Наслідки від впливу температур, що не перевищують 35 °C, нівелюються з поверненням рослин до оптимальних умов, при яких відбувається відновлення систем фотосинтезу [282, 283].

Вплив високих температур на фоні недостатньої вологозабезпеченості володіє найбільш негативним ефектом, так як рослини гороху слабостійкі до

посухи. Посуха в період активного вегетативного росту, викликає гальмування утворення біомаси, а в період цвітіння і формування бобів – чинить негативний вплив на ріст коренів і вміст хлорофілу в листках, що в свою чергу знижує врожайність насіння до 47-84% [39, 284].

При тривалому тумані у рослин гороху настає значне зниження асиміляції CO₂ і збільшення продигової здатності. Стрес від помірного дефіциту води (водний потенціал – 1,3 МПа) провокує зниження активності фотосинтезу на 75%, але без зміни пігментів, сильний дефіцит води (–1,9 МПа) майже повністю пригнічує фотосинтез і викликає пошкодження фотосинтетичного апарату. У рослин гороху знижуються продигова здатність і транспірація [285, 286].

У польових умовах показано, що в посушливі роки спостерігається зниження накопичення органічної речовини та площі фотосинтетичної поверхні листкового апарату. В цілому, дефіцит води призводить до закриття продихів, підвищенню концентрації вуглецю і припинення росту рослин. Зі збільшенням доступної вологи в ґрунті у рослин гороху овочевого використання відбувається збільшення площі листкової поверхні і чистої продуктивності фотосинтезу, найбільш оптимальне співвідношення підвищення ЧПФ і врожайності зеленого горошку отримано при вологості ґрунту 50-70% [39, 287].

Відношення до вологи. Горох овочевий вимогливий до вологи. Найкраще він росте та розвивається при вологості ґрунту 70% найменшої вологості. Найбільш вимогливими до забезпечення вологою, рослини гороху овочевого стають у фазу бутонізації, цвітіння і формування бобів [46, 47].

У посушливих умовах південного Степу горох овочевий різко знижує урожай – опадають квітки, зменшується озерненість бобів і маса 1000 насінин, тому, на думку Карпенка В.С., його доцільно вирощувати на зрошуваних землях, утримуючи вологу ґрунту на рівні 70% НВ [50].

Для проростання насіння гороху потрібно 150 % води від ваги насіння. В подальшому максимальна потреба у волозі приходить до періоду цвітіння і наливу бобів. Нестача вологи викликає обпадання квіток. Горох – це рослина, яка росте й при надмірній вологості, але при таких умовах листки і боби його починають гнити, що знижує врожайність. Горох не витримує високого залягання підґрунтових вод, бо в таких умовах коренева система його відмирає, рослини жовтіють і гинуть. Високі і добрі врожаї одержують тільки при оптимальній вологості повітря і ґрунту – 60-80 % від повної вологоємності. Горох стійкий проти короточасних посух. Ця стійкість зумовлена міцною кореневою системою здатною забирати вологу з глибоких шарів ґрунту [1].

Відносно водоспоживання горох овочевий характеризується такими основними показниками: для набрякання та проростання насіння він потребує 115- 150% води від своєї маси, тому накопичення та зберігання вологи у початковий період онтогенезу має важливе значення не тільки для сходів, а й для подальшого розвитку рослин. Для утворення 1 кг сухої речовини гороху, залежно від умов вирощування, витрачається від 235 кг до 265,8 кг води, але підвищена вологість ґрунту та повітря призводить до подовження періоду цвітіння та дозрівання насіння, збільшення ураження хворобами, що значно знижує врожай зерна [47].

Найбільш суттєвим показником у цьому відношенні є коефіцієнт водоспоживання, який характеризує витрату вологи на одиницю отриманого врожаю. Так, деякі автори вказують на те, що з підвищенням рівня мінерального живлення сумарне водоспоживання зростало й досягало максимуму при N₉₀P₆₀, але разом з цим знижувався коефіцієнт водоспоживання, що пояснюється збільшенням урожайності насіння гороху. Далі автор повідомляє, що за роки досліджень коефіцієнт водоспоживання був найбільш високим на варіантах без добрив і складав 783– 889 м³/т, в той час, як внесення N₉₀P₆₀ знижувало цей показник на 149–213 м³/т [48, 288].

Тривале перезволоження на ранніх етапах розвитку рослин (до цвітіння) пригнічує ріст, викликає передчасний хлороз листя і, як наслідок, зниження врожайності до 42%. Осмотичний стрес, що моделює недолік вологи, ймовірно призводить до гальмування метаболічної діяльності мітохондрій і, як наслідок, припинення росту рослин гороху, при цьому 3-х денні проростки реагують на стрес в меншій мірі, ніж 5 денні, володіючи більш високою стійкістю до дефіциту вологи. Дефіцит вологи веде до міграції коренів в більш глибокі горизонти ґрунту [288, 289].

Також негативно позначається на врожайності гороху, втрати її можуть становити від 31 до 79%. Отримання високого врожаю зеленого горошку можливо при вологості ґрунту в період вегетації від 50 до 70% із зрошенням в фазі початку бутонізації та наливу бобів. Перезволоження провокує – формування великої біомаси, з низьким коефіцієнтом атракції [39, 290].

Надмірне зволоження також негативно впливає на продуктивність гороху овочевого – дуже розвивається вегетативна маса, на що витрачається багато поживних речовин і врожай зерна значно знижується. Крім того, при цьому рослини дуже уражуються хворобами [51, 52].

Рослини гороху досить вибагливі до світла. Коли його не вистачає, рослини стікають, утворення бобів уповільнюється, а врожай дуже знижується. Горох – рослина довгого дня. Період вегетації, як правило, збільшується з півночі на південь [7].

За тривалістю вегетаційного періоду горох належить до скоростиглих культур – визріває за 75-115 днів. Тому його часто вирощують як парозаймаючу культуру [7].

Горох овочевий – самозапильна рослина, проте в жарку погоду спостерігається також і перехресне запилення. У рослин гороху виділяють чотири основні фази (проростання насіння, поява сходів, бутонізація – цвітіння, досягання) і XII етапів онтогенезу, які поділяють на 3 періоди: 1–й (I-II етапи) – формування та ріст вегетативних органів, коренів, стебла, листків; 2–й (III-VIII етапи) – закладання, ріст генеративних органів суцвіть,

квіток; 3-й (IX-XII етапи) – формування, ріст і досягання репродуктивних органів – бобів і насіння [7].

У період від бутонізації до цвітіння гороху йому необхідно створювати оптимальні умови зволоження і живлення, тоді він довше буде знаходитись у фазі цвітіння та більше сформує бобів. Крім того, на поглинання елементів живлення рослинами значно впливають метеорологічні умови конкретного року, які спричиняють, з одного боку, мобільність і доступність у ґрунті поживних речовин живлення, а з іншого – фізіологічний стан рослин [72, 116, 126].

За даними деяких авторів, внаслідок стресу, що викликаний посухою, суттєво погіршується надходження поживних речовин у рослини, особливо фосфору, що призводить до зміщення співвідношення азоту до фосфору. Це самозапильна рослина, проте в жарку погоду спостерігається також його перехресне запилення [96, 334].

1.4. Технологія вирощування гороху овочевого

Сучасні технології вирощування гороху є основою точного застосування відповідних агротехнічних операцій з догляду за посівами у певних мікростадіях відповідно до шкали ВВСН (у вітчизняних дослідженнях зернобобових культур – за шкалою Ф. М. Купермана) [311].

Вчені довели, що знання біологічних особливостей стадій розвитку гороху відіграє вирішальне значення для забезпечення високого рівня його продуктивності. Інтенсивна технологія вирощування зернобобових культур, зокрема й гороху, полягає у проведенні системи агротехнічних та організаційних заходів, спрямованих на одержання високих врожаїв зерна. Вона передбачає дотримання науково обґрунтованого розміщення посівів гороху в сівозміні, впровадження сучасних сортів, придатних для механізованого вирощування, застосування оптимальних норм добрив та регуляторів росту, високоякісний основний і передпосівний обробітки

грунту, екологічно обґрунтоване використання пестицидів або механічного догляду та прогресивну організацію праці [115, 116].

Він добре родить на осушених некислих торфовищах, на щільних глинистих, перезволожених ґрунтах, ґрунтах з неглибоким заляганням ґрунтових вод (50-60 см від поверхні) горох розвивається погано, тут пригнічується діяльність бульбочкових бактерій, рослини жовкнуть і припиняють ріст [53, 54, 291].

Малоприсадними для гороху овочевого є також бідні на поживні речовини легкі піщані, солонцюваті й солончакуваті ґрунти. За тривалістю вегетаційного періоду горох овочевий належить до скоростиглих культур – визріває за 75-115 днів, тому його часто вирощують у незрошуваних умовах Лісостепу як парозаймаючу культуру [55].

Найкращими для культури є середні за механічним складом суглинкові й супіщані родючі чорноземні ґрунти, багаті на фосфор, калій та кальцій, з нейтральною або слабкокислою реакцією ґрунтового розчину (рН 6-7). Забезпечує високу урожайність на осушених некислих торфовищах. На щільних глинистих, перезволожених ґрунтах, ґрунтах з неглибоким заляганням ґрунтових вод (50-60 см від поверхні), кислих горох розвивається задовільно. Тому такі ґрунти треба обов'язково вапнувати. Малоприсадними для гороху є також бідні на поживні речовини легкі піщані, солонцюваті й солончакуваті ґрунти [312].

Кращі попередники гороху – озимі, ярі колосові й просапні – кукурудза, цукрові та кормовий буряки, картопля та ранні овочеві культури. Горох не можна сіяти після інших бобових, оскільки можливе зараження загальними хворобами й підвищене пошкодження від шкідників. Щоб уникнути кореневих гнилей, що сильно уражують горох, повернути на те ж саме поле його слід через 6-7 років [313].

Кращими попередниками для гороху овочевого є озимі зернові культури, кукурудза на силос, картопля, столові та цукрові буряки. О.І. Зінченко та ін. не рекомендують висівати горох після або поблизу

(ближче 1 км) інших бобових культур, з якими у нього багато спільних шкідників. Не слід також часто (через кожні 4–5 років) повертати горох на його попереднє місце у сівозміні, щоб запобігти так званій гороховтомі: горох сильно уражується кореневими гнилями, фузаріозом, пошкоджується нематодами, плодожеркою, бульбочковими довгоносиками, гороховим комариком [55, 56, 117]

В Україні за останні 20-30 років сформувалася так звана диференційована система обробітку ґрунту, яка базується на поверхневому (0-8 см), мілкому (8-16 см), середньому (16-24 см) та глибокому (24-32 см) способах його обробітку [118, 119]. В обробітку ґрунту не повинно бути шаблонів. Землероби мають достатньо варіантів і порядок пріоритетності їх вибору повинен бути таким: ґрунтозахист і екологічна безпека, енергозбереження, економічна доцільність [120].

Система різноглибинного полицевого обробітку (оранка), яка домінувала тривалий час у землеробстві, хоча за умов якісного проведення всіх його ланок сприяє формуванню високої врожайності, є дуже енергоємною і до того ж активізує процеси деградації ґрунту, сприяє посиленню мінералізації гумусу і зменшенню його запасів та посиленню ерозійних процесів. Це зумовило потребу пошуку альтернативних технологій обробітку ґрунту [121, 122, 123, 124]. Сьогодні механічний обробіток ґрунту слід розглядати як вимушений захід, який слід проводити з найменшими порушеннями ґрунту. Тобто будь-яку технологію обробітку, що зменшує інтенсивність руйнування ґрунту, можна називати мінімальною [125]. Безполицеві системи обробітку ґрунту викликають чітку диференціацію орного шару за вмістом гумусу зі значним накопиченням у верхньому (0-10 см) і різким зменшенням у нижньому (20-30 см) шарах [126].

Практично в усіх зонах України в галузі землеробства зусилля товаровиробників мають зосередитися на накопиченні, збереженні і ефективному використанні вологи [127–131]. За рівнем накопичення вологи в метровому шарі ґрунту впродовж холодної пори року оранка переважала

мілкий обробіток [132]. За даними А.М. Пастуха [121], водонакопичувальна і вологозберігаюча роль систем основного обробітку ґрунту залежала від кількості опадів у холодний період року (жовтень-березень). У роки із значним їх дефіцитом чітко проявилася водонакопичувальна і вологозберігаюча роль безполицевого обробітку, коли ж кількість опадів була близькою до середньої багаторічної норми або значно її перевищувала, більше вологи поглиналося на фоні оранки. Ґрунт, зораний восени на зяб, перебуває у розпушеному стані, а тому добре поглинає вологу опадів і найбільше її нагромаджує [133, 134].

Сама система обробітку ґрунту визначає майже 30% собівартості продукції [135]. В свою чергу, В. П. Кирилюк [136] вважає, що найважливішим показником оцінки агротехнічної й економічної доцільності застосування систем обробітку ґрунту є врожайність культур. У науковій літературі ґрунтознавцями і землеробами вже добре визначено, які властивості ґрунту вимагають різні сільськогосподарські культури для свого розвитку [137].

За тривалого безполицевого обробітку підвищується потенційна забур'яненість ґрунту в шарі 0-5 см на 39-53% порівняно з традиційною оранкою [138]. За даними В. Г. Молдована [139], при вирощуванні гороху в п'ятипільній сівозміні за полицевої системи основного обробітку ґрунту налічувалося в середньому 178 шт. бур'янів /м², а поверхневої – 459 шт. бур'янів / м². Подібні дані наводять і інші дослідники [140]. В зоні достатнього зволоження при застосуванні добрив і гербіцидів безполицеві способи основного обробітку ґрунту не знижують урожай культур сівозміни, та продуктивність сівозміни загалом [141]. Продуктивність гороху значною мірою залежить від способів обробітку ґрунту [142]. У середньому за шість років приріст урожаю зерна гороху від оранки становив 8,3% порівняно з дискуванням [143].

За даними досліджень В.П. Кирилюка [136], урожайність зерна гороху при оранці становила 2,48 т/га, поверхневому обробітку – 2,02 т/га.

Урожайність зерна гороху за застосування промислової системи землеробства становила 3,8 т/га за диференційованого обробітку та 3,4 т/га за поверхневого обробітку ґрунту. При застосуванні екологічної системи землеробства ці показники становлять відповідно 3,6 та 3,3 т/га. Використання біологічної системи вирощування гороху зменшує його врожайність, яка становила 3,0 т/га за диференційованого обробітку та 2,6 т/га – за поверхневого обробітку ґрунту [187]. Деякі дослідники вказують на зниження урожайності зерна гороху на 22,1 % при весняному дискуванні порівняно з оранкою.

Впродовж вегетації зернобобових культур гострота взаємовідносин і ступінь шкідливості бур'янів змінюється [144]. У кожної культури є певний період максимального впливу бур'янів на її продуктивність [146]. Цей період називається гербокритичним.

За тривалого безполицевого обробітку підвищується потенціальна забур'яненість ґрунту в шарі 0-5 см на 39-53% порівняно з традиційною оранкою [138]. В.П. Кирилюк [136] наводить дані про те, що в безполицевих системах обробітку ґрунту кількість бур'янів була вищою від полицевої у 2-3 рази.

Отже, ефективність застосування альтернативних оранці способів основного обробітку ґрунту значно залежить від специфіки ґрунтово-кліматичних умов [147]. Тому для широкого впровадження будь-якого з альтернативних способів обробітку ґрунту необхідно мати міцне наукове підґрунтя доцільності їх застосування в певному регіоні і під певну культуру.

Відомо, що під час проростання горох споживає 120-130% вологи від власної ваги, тому найвищі врожаї він формує в районах з річною кількістю опадів 450-600 мм і вологістю ґрунту 70-80 % НВ. У посушливі роки різко знижує врожай – опадають квітки, зменшуються озерненість бобів, маса 1000 насінин. Негативно впливає на урожайність зерна гороху і надмірна вологість – розвивається велика вегетативна маса, на що витрачається багато поживних речовин, рослини сильно уражуються хворобами [315].

Горох позитивно реагує на зяблеву оранку, глибина якої коливається від 20-22 до 25-27 і, навіть, 28-30 см. Перед оранкою, як правило, проводять лушення. На полях, засмічених кореневищними бур'янами, найбільш ефективно дворазове дискування з інтервалом п'ять – сім днів на глибину залягання кореневищ [148].

При обробітку ґрунту під горох – культуру, яка ставить підвищені вимоги до зволоження ґрунту в досходовий період, особливу увагу приділяють вирівнюванню поверхні поля [149].

Передпосівний обробіток ґрунту здійснюють за схемою: боронування в один – два сліди чи культивація і коткування. На важких, запливаючих ґрунтах виконують дві культивації: першу – на 14-16 см, другу – на глибину загортання насіння [150].

Починають роботи з високоякісного зяблевого обробітку ґрунту і продовжують їх після сівби гороху. Обов'язково проводять досходове боронування через 4-5 днів після сівби гороху середніми боронами у два сліди на підвищеній швидкості (7-8 км/год.).

Потенціал виробництва продукції рослинництва може бути реалізований лише через високу родючість ґрунтів, покращення їхніх функціональних властивостей. Відтворення родючості ґрунтів є одним з головних важелів підвищення врожайності різних культур і продуктивності агроєкосистем загалом [151].

Проблеми агрохімічного обслуговування сільського господарства не нові. Вони були і є предметом досліджень українських вчених, таких як В. В. Волкогон, В. В. Плотніков, О. Г. Тараріко, Л. В. Тарасович та інші [152–155].

До ґрунтів у гороху овочевого підвищені вимоги. Найкращими для нього є середні за механічним складом суглинкові та супіщані родючі чорноземні ґрунти, багаті на фосфор, калій, з нейтральною та слабкокислою реакцією ґрунтового розчину [7].

За оцінками американських учених, добрива забезпечують підвищення врожаїв сільськогосподарських культур на 41%, гербіциди – до 20%, сівозміна та обробіток ґрунту – в середньому на 11 – 8%, кліматичні фактори – до 15%, гібридне насіння – на 8%, водна меліорація – до 5%. Учені Німеччини половину приросту врожаю пов'язують з використанням добрив, а Франції – навіть 50 – 70%. Подібні закономірності з деякими відхиленнями стосовно різних ґрунтово-кліматичних умов спостерігають в Україні [156, 316].

Зниження рівня застосування мінеральних добрив в Україні призвело до підвищеної агрохімічної деградації ґрунтів, тобто прискореного збіднення їх на елементи живлення, підвищення кислотності, погіршення гумусового стану і поживного режиму [157].

Агрохімічне обслуговування сільського господарства передбачає напрацювання рекомендацій із ефективного використання добрив, пестицидів, проведення аналізу ґрунтів, розроблення агрохімічних картограм, надання допомоги сільськогосподарським підприємствам у здійсненні хімізації рослинництва. Розрахунки показали, що понад половина всіх затрат у рослинництві припадає на добрива. Для зниження цих затрат на застосування добрив слід розраховувати їхні дози не під максимально потенційний урожай, а на раціональний рівень врожаю, який забезпечить максимальну окупність туків і помірні темпи підвищення вмісту в ґрунті рухомих сполук елементів живлення [158].

Органічні та неорганічні сполуки природного або промислового походження, що дають змогу поліпшувати живлення рослин та підвищувати родючість ґрунту називаються добривами. Вони можуть бути прямої і побічної дії. Добрива прямої дії використовують для безпосереднього забезпечення рослин необхідними елементами живлення (азотні, фосфорні, калійні та ін.). Добрива побічної дії вносять у ґрунт для їхнього впливу на фізико-хімічні та мікробіологічні властивості (вапно, гіпс, цеоліт тощо) [158].

За своїм походженням добрива поділяють на мінеральні, органічні і органо-мінеральні. Мінеральні або, як їх ще називають, штучні добрива – це

спеціально вироблені на хімічних підприємствах неорганічні речовини або природні поклади руд, переважно мінеральні солі. Мінеральні добрива класифікують за хімічним і фізичним станом, характером взаємодії з ґрунтом, способом виробництва. Форми мінеральних добрив характеризують їхні види за хімічним складом, наприклад аміачна селітра, суперфосфат гранульований, калій хлористий тощо.

Для отримання високих показників врожайності сільськогосподарських культур потрібно забезпечити їх елементами мінерального живлення, серед яких основним є доступний азот. Азот – один з основних біогенних елементів. Він входить до складу білкових речовин і багатьох інших природних життєво важливих для рослин органічних сполук: ліпоїдів, хлорофілу, алкалоїдів, фосфатидів, нуклеопротейдів, різних ферментів. Вміст азоту в деяких рослинних білках становить 14,7 – 19,5%. У сухій речовині рослин його вміст коливається від 0,4 до 5%. Найбільше азоту в насінні зернових (1,5 – 3%) і зернобобових (2,5 – 5%) культур на суху речовину, тоді як у соломі зернових злаків їх не більш як 0,4 – 0,6%. Потреба сільськогосподарських культур в азоті, порівняно з іншими елементами живлення, виявляється частіше і більшою мірою. Ефективність живлення мінеральним азотом в контексті впливу на врожай – найвища [159, 317].

Недостатня забезпеченість азотом – один із основних чинників, який інгібує процеси росту і розвитку рослин. Парадоксальність цієї ситуації полягає в тому, що азот який міститься в навколишньому середовищі (атмосфера складається на 78% із молекулярного азоту, а органічні речовини ґрунту (гумус, лігнін, хітин, пептиди) містять багато зв'язаного азоту). Проте він недоступний для багатьох рослин, на відмінну від зернобобових. Симбіоз бобових рослин з бульбочковими бактеріями – одна із найбільш ефективних систем біологічної азотфіксації, яка має важливе екологічне та практичне значення. У бобово-ризобіальному симбіозі досягається поєднання двох глобальних біохімічних процесів – азотфіксації та фотосинтезу, завдяки чому нормалізується азотно-вуглеводний баланс рослинного організму [164]. Як

відомо, позитивна роль гороху посівного в сільському господарстві пов'язана з життєдіяльністю бульбочкових бактерій. Ця унікальна здатність дозволяє зернобобовим культурам засвоювати за вегетацію 130 – 390 кг/га азоту повітря, що забезпечує отримання дешевого рослинного білка без застосування дорогих і екологічно небезпечних мінеральних азотних добрив [161-164], залишаючи після себе 60 – 90 кг/га азоту в ґрунті.

Швидкі темпи наростання вегетативної маси гороху і висока потреба в азоті для встановлення ефективного симбіозу в поєднанні з нерозвиненою кореневою системою зумовлюють азотне голодування рослин гороху в початкові фази його розвитку, особливо на бідних ґрунтах. Так, в період цвітіння гороху (мікростадіях ВВСН 51-69) основна кількість азоту міститься в листках, в коренях його кількість менша, у стеблі – найменша [318].

За результатами досліджень Е. Р. Ермантраута [165], М. М. Городнього [166], Г.М. Господаренка [167] доведено – за умови внесення в ґрунт азоту і фосфору одночасно вміст азоту в стеблі збільшується більш ніж утричі, в листках – удвічі, у квітках – у 2,5 рази.

Ефективність використання азотних добрив у посівах гороху певною мірою залежить від строків і способів їхнього внесення. Застосування добрива під час передпосівної культивуації сприяє підвищенню врожайності гороху на 0,3 т/га. Таке збільшення врожаю гороху зумовлене тим, що азотні добрива на тлі фосфорно-калійних забезпечують формування більшої кількості бобів і зерен в них, а також підвищують масу зерна. На чорноземах реградованих Лісостепової зони України внесення азотних добрив у дозах N_{40-60} сприяє отриманню максимального врожаю зерна гороху 2,17 – 3,58 т/га залежно від метеорологічних умов. Разом з тим, рекомендовані різними дослідниками дози мінерального азоту варіюють від 15 – 30 до 70 – 165 кг/га [168, 319].

Для гарантованого отримання врожаю зеленого горошку потрібно вносити 60–80 кг/га азотних добрив (N), 70–80 кг/га фосфорних добрив (P_2O_5) і 80–90 кг/га калійних добрив (K_2O). Для передпосівного внесення беруть фосфорні (P_{60-80}) і калійні (K_{50-60}) добрива.

До початку активної азотфіксації рослини потребують мінерального азотного живлення. Якщо під час сівби запаси нітратного азоту в орному шарі становлять менше 30 мг/кг, варто додатково внести цей макроелемент у дозі 20 – 30 кг/га. Потреба у вищих (40 – 60 кг/га д.р.) дозах азотних добрив виникає за умови вирощування гороху на низькоокультурених малородючих ґрунтах з умістом гумусу менше 2% [320].

Існує суперечлива думка деяких дослідників, які вважають, що азотні добрива для рослин гороху взагалі краще не вносити, адже вони посилюють ростові процеси, негативно впливають на азотфіксувальну здатність бульбочкових бактерій, сприяють утворенню занадто великої асиміляційної поверхні, подовжують тривалість вегетації, що призводить до вилягання посівів і зростання вразливості до хвороб та шкідників. Проте інші науковці рекомендують застосовувати так звані стартові дози мінерального азоту до 20 – 40 кг/га, який необхідний на початкових етапах росту і розвитку та до початку функціонування бобово-ризобіального апарату.

Польовими дослідженнями, які проводилися в Інституті кормів і сільського господарства Поділля НААН, встановлено що за внесення повного мінерального добрива в нормі $N_{30}P_{40}K_{60}$ за співвідношення елементів живлення 1:1,5:2 забезпечує врожайність зерна гороху 4,02 т/га, що більше на 0,82 т/га, як порівняти з ділянками без добрив (контроль).

Із збільшенням доз азоту пригнічується також нітрогеназна активність та зменшується кількість бульбочок – такого твердження дотримуються С. Коць [169], В. Патика [170], які не рекомендують вносити азотні добрива під час вирощування гороху. Експерименти проведені на прикладі люцерни, показали, що кожний кілограм мінерального азоту зменшує симбіозне фіксування на 0,5 кг.

Між азотним і фосфорним живленням існує тісний зв'язок. Фосфор відіграє роль супутника азоту і білкових сполук. У рослинах його у 2 – 3 рази менше, ніж азоту. За нестачі фосфору уповільнюється синтез білків та накопичується більше нітратів. Виходячи з цього агрохіміки, зокрема

О. Геркіял, Ю. Коларьков, Г. Господаренко, доводять, що норми азотних, фосфорних і калійних мінеральних добрив мають бути збалансовані [156].

Наукові співробітники ДУ Інституту сільського господарства степової зони НААН України рекомендують вносити фосфорно-калійні добрива, врозкид машинами РУМ-5, РУМ-8, ІРМГ-4 під основний обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивуацію, фосфорні добрива дозою 15 – 20 кг д. р. вносити у рядки під час сівби гороху.

Рослини гороху засвоюють фосфору значно менше, ніж азоту, але він відіграє надзвичайно важливу роль у їхньому житті. Вміст його в рослинах становить 0,5 – 1,0% сухої речовини, зокрема на мінеральні сполуки припадає близько 10 – 15%, на органічні – 85 – 90%. Співвідношення мінеральних і органічних сполук фосфору залежить від віку рослин і загального забезпечення їх фосфором. У молодих рослинах частка органічного фосфору значно більша, ніж у старих [171].

Фосфор є одним із трьох основних елементів живлення. За об'ємами використання фосфорні добрива посідають друге місце після азотних.

Мінеральні сполуки фосфору в рослинах представлені фосфатами кальцію, магнію, калію, амонію тощо. Накопичення їх у стеблах рослин є ознакою високої забезпеченості рослин фосфором [172].

За даними А. П. Лісовала, В. М. Макаренка, С. М. Кравченка [173] найбільше фосфору міститься в репродуктивних органах, де його у 3 – 6 разів більше, ніж у вегетативних частинах рослин, що сприяє інтенсивному перебігу процесів синтезу органічних речовин. У насінні має бути достатній запас фосфору для формування кореневої системи, яка почне поглинати його з ґрунту. Водночас, рослини краще засвоюють воду і поживні речовини з ґрунту, швидше формують надземну масу. 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%), ця культура інтенсивно 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 [336].

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 корневих волосків) та активності бульбочкових бактерій. Не менш важливо і те, що бульбочкові бактерії забезпечують високу розчинну здатність. Вони перетворюють важкорозчинні сполуки фосфору в доступні для засвоєння рослиною форми. Це свідчить про те, що симбіоз бульбочкових бактерій з горохом покращує забезпечення рослин не лише азотом, але й фосфором. Проте надлишок фосфору призводить до передчасного розвитку та відмирання листкового апарату, раннього досягання плодів, внаслідок чого рослини не встигають сформувати достатній урожай [174].

Багаторічні дослідження та спостереження засвідчують, що за нестачі фосфору рослини затримуються у рості й розвитку – утворюються дрібні листки, запізнюється цвітіння і досягання плодів. Нижні листки набувають тьмяно-сірого або темно-зеленого відтінку. З часом вони скручуються і передчасно відмирають [175].

В системі живлення гороху, поряд з азотом і фосфором, вагомий вплив на фосфорний колообіг має калій, в рослинах калій знаходиться в іонній формі, тому він не входить до складу органічних сполук клітин. Він переважно зосереджений у цитоплазмі та вакуолях. 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.

Дослідження агрохіміків С. Я. Коця та Н. В. Петерсона [176], О. М. Геркіяла та Ю. В. Коларькова [156], М. М. Городнього [157] та ін. показали, що калій у рослинах бере активну участь у білковому і вуглеводному обмінах, активує діяльність ферментів, регулює процеси відкривання і закривання продихів на листках, поглинання вологи кореневою системою, що своєю чергою сприяє раціональному й ефективному використанню води. 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.

На ґрунтах зони Лісостепу в невеликих дозах калій майже повністю використовують до початку цвітіння гороху. За високої забезпеченості мінерального добрива калієм, його засвоєння відбувається інтенсивніше і триває до кінця вегетації. Дефіцит калію меншою мірою позначається на його наявності в листках, але призводить до зниження рівня азотфіксації і пригнічує утворення органічної маси, а в період утворення бобів гороху затримується процес переміщення азотистих речовин з листя в репродуктивні органи.

Багатьма вченими світу, зокрема румунськими С. Денческу, Е. Мічлеа, А. Бутіца [336], канадськими Ф. Каулфілдом та Дж. Бунсе [322], грузинськими Н. Камішвілі, М. Ігенті та М. Самадашвілі [323] доведено, що на азотно-фосфорному фоні калійні добрива позитивно впливають на врожайність бобових культур – його збільшення складає 0,23 – 0,24 т/га, якщо порівнювати з контролем. Оптимальна норма внесення калійних добрив на темно-сірих ґрунтах – 60 кг/га (добриво під горох). Неправильне застосування добрив – завищення доз, незбалансованість калію з іншими елементами, невідповідність біологічної групи деяких рослин окремим формам калійних добрив – зумовлює не лише зменшення врожаю, але й погіршення його якості. 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. Недостатнє живлення калієм збільшує витрати цукрів на дихання, знижує врожайність та якість продукції, погіршує здатність до зберігання овочів і фруктів. Найчастіше від нестачі калію потерпають багаторічні трави, оскільки їм потрібно багато цього елемента. Менш чутливі – зернові культури, але за гострого його дефіциту вони погано кущаться, міжвузля стебел вкорочується, а листки, переважно нижні, в'януть навіть за достатньої вологості ґрунту [157, 159, 177, 178].

Дія мінеральних добрив залежить від фізико-хімічних властивостей ґрунту, його вологості, термінів, способів і доз внесення добрив, удобрення культури-попередника гороху, рівня засміченості та інших факторів. Зокрема, встановлена висока ефективність фосфорних, фосфорно-калійних добрив за їх внесення восени під основний обробіток або навесні в рядки. Як порівнювати з унесенням під передпосівну культивуацію, підживлення збільшує ефективність добрив на 10 – 30, а в посушливі роки на 40 – 50% [159, 324].

За результатами досліджень ННЦ «Інститут землеробства НААН» локальне застосування мінеральних добрив з нормами $N_{30}P_{60}K_{60}$ у порівнянні з внесенням перед сівбою, забезпечує збільшення врожаю насіння гороху в середньому на 0,23 – 0,37 т/га, а поєднання локального використання з рядковим під час сівби – на 0,63 т/га. За локального внесення мінеральних добрив збільшується рівень використання азоту, невраховані (або газоподібні) втрати знижуються від 23,2 до 16,5%. Підживлення посівів $N_{14}P_2K_6$ на фоні післядії гною й інокуляції насіння забезпечує урожайність гороху на рівні 3,40 т/га, а внесення мінеральних

добрив в дозі $N_{30}P_{60}K_{90} + N_{15}$ у підживлення, а також за передпосівного інокулювання насіння – від 3,62 до 3,73 т/га.

За численними даними досліджень в умовах північної частини Лісостепу на сірих лісових ґрунтах внесення мінеральних добрив під горох в дозі $N_{15}P_{60}K_{90} + N_{15} + N_{15}$ + препарат Росток на фоні побічної продукції (солома гороху) і передпосівної інокуляції насіння було отримано врожайність на рівні 3,58 – 3,67 т/га. За сприятливих погодних умов року – 5,01 – 5,41 т/га.

Горох овочевий, формуючи врожай насіння, виносить з ґрунту значну кількість поживних речовин. За даними О.І. Зінченка та інших авторів [55], на формування 1 ц зерна горох виносить з ґрунту таку кількість поживних речовин: азоту – 4,5 кг, калію – 2-3 кг, кальцію – 2,5-3 кг, магнію – 0,8-1,3 кг, а також мікроелементи: молібден, бор та інші. Високе винесення поживних речовин з ґрунту пояснюється насамперед високим вмістом білків, вуглеводів і жирів у кінцевому врожаї гороху. За показником винесення азоту горох овочевий стоїть поряд з такими енергоємними культурами, як соя, соняшник і рицина [59, 89].

Для отримання високих урожаїв необхідне повне забезпечення гороху азотом [60, 90, 92, 297, 298-301].

Бульбочки бобових культур, де здійснюється фіксація молекулярного азоту, містять більше молібдену, ніж інші тканини бобових рослин. Так, за даними деяких авторів, у зеленій масі бобових рослин міститься від 1,9 до 9,1 мг молібдену на 1 кг, у той час як у бульбочках конюшини і люпину 11–17 мг на 1 кг сирової маси [60, 96].

Горох дуже добре реагує на застосування молібденових добрив. Молібден підвищує врожай зеленої маси й зерна гороху, збільшує у ньому вміст білків. Зв'язування атмосферного азоту бульбочковими бактеріями у симбіозі з рослинами підвищується. Оброблений молібденом горох залишає у ґрунті більше корневих залишків і зв'язаного азоту, що підвищує родючість ґрунтів і врожайність наступних за горохом культур. Передпосівна обробка насіння молібденом позитивно впливає на врожай зерна гороху.

Практика показала, що більш доцільно проводили передпосівну обробку насіння молібденовими добривами, особливо при поєднанні їх із сухими протруйниками. Для обприскування насіння гороху 25–50 г молібдену амонію розчиняють у 2 л води. На 10 ц гороху витрата складає 20 л розчину, який наносять на насіння за допомогою обприскування, або лійкою в два заходи з ретельним перемішуванням. Молібденовий розчин повинен поглинутися насінням [67].

Добрі результати забезпечує також обпилювання насіння гороху тонко подрібненими молібденовими добривами у поєднанні з бордатолітом і фунгіцидами. Молібден позитивно впливає на утворення бульбочок на корінцях гороху, а самі бульбочки при цьому набувають рожевого кольору. Це може бути пов'язано з утворенням у них гемоглобіну. Оброблені рослини менше страждали від грибкових захворювань. Урожай збільшується майже вдвічі [64].

Внесення азотно-фосфорних мінеральних добрив на темно-каштанових середньо-суглинкових ґрунтах сприяє більш інтенсивному утворенню бульбочок на коренях гороху овочевого, збільшенню їх маси, нагромадженню хлорофілу в листках. Під впливом мінерального добрива значно зростає врожай зелених бобів і покращується якість зеленого горошку за рахунок збільшення вмісту цукрів і зниження крохмалю, що поліпшує якість консервів [294].

Багатьма дослідженнями науково-дослідних установ і практикою передових товаровиробників встановлена ефективність внесення під зернобобові в тому числі і горох або його попередник не тільки фосфорних, калійних і азотних добрив, а й у ряді випадків і органічних добрив. Відмічено, що при їх правильному використанні вони не пригнічують, а навпаки, стимулюють фіксацію азоту бульбочковими бактеріями [62, 303-308].

Норми внесення добрив обчислюють на основі агрохімічного обстеження ґрунтів і з урахуванням виносу поживних речовин запланованим урожаєм, вмісту поживних елементів у ґрунті, попередника та сортів гороху.

Для гороху бажано внести молібденізований суперфосфат [74].

Овочевий горох дуже вибагливий до живлення, тому в ґрунт, призначений для його вирощування, треба вносити відповідну кількість органічних та мінеральних добрив. Для мозкових сортів гороху найважливішими є азотні добрива. Відомо, що для утворення врожаю гороху треба азоту в 2-3 рази більше, ніж для інших овочевих культур. Азотфіксуючі мікроорганізми і бульбочкові бактерії у весняний період мало активні внаслідок низької температури. У перші 20 днів вегетації, до початку розвитку бульбочкових бактерій, рослини дуже реагують на азотні добрива [49, 88].

Британські вчені вважають, що під горох не слід вносити добрива навіть на збіднених ґрунтах, бо не будуть розвиватися бульбочкові бактерії, використання добрив буде не ефективним. На їх думку, застосування азотних добрив виправдане в малих дозах (N_{10-30}) і лише на пізніх посівах гороху [293].

Оскільки розмноження бульбочкових бактерій за відсутності вологи не відбувається, у випадку посушливої весни інокульоване (штучно заражене) насіння слід висівати в ґрунт глибоко.

Симбіоз сучасних інтенсивних сортів бобових культур та штамів бульбочкових бактерій зумовлює підвищення продуктивності рослин на 10 – 30%. Симбіотична система рослин гороху залишається активною протягом усіх фаз росту. Біологічний азот, який засвоюється за період вегетації бобових культур, екологічно безпечний та поліпшує родючість ґрунту [178, 179].

Ізотопним методом було встановлено, що горох володіє високою азотфіксуючою здатністю: він фіксує з повітря до 80% всього накопиченого в рослині азоту. Азотфіксація відбувається найактивніше при співвідношенні калію до фосфору як 2,5:1 і при невисокій концентрації азоту в ґрунті. Підвищені дози азоту припиняють азотфіксацію навіть при оптимальному співвідношенні калію та фосфору [61, 97-100].

Симбіотичні азотфіксуючі бульбочкові бактерії належать в основному до родів *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium* [325]. Бульбочкові бактерії – це грампозитивні, рухомі аероби. Для більшості культур бульбочкових бактерій оптимальне значення рН середовища коливається в межах 6,5-7,5, а при рН 4,5-5 і 8 їх ріст призупиняється. Оптимальна температура для більшості культур – біля 24-26 °С. При температурі нижче 5 і вище 37 °С їх ріст припиняється. Специфічні органи фіксації азоту – кореневі (рідше – стеблові) бульбочки – утворюються в результаті взаємодії бобових рослин з бактеріями родів *Rhizobium*. Симбіоз бульбочкових бактерій і бобових рослин заснований на використанні сигнальних молекул, які виробляються як у бактеріальних, так і у рослинних партнерів [326].

Механізми інфекції ризобіями рослин-господарів варіює, але найбільш поширеним способом є проникнення їх у корінь через кореневі волоски. Проникненню бактерій у кореневі волоски завжди передують характерне їх закручування. Клітини бульбочкових бактерій, що перейшли в цитоплазму рослинних клітин, ростуть, діляться, а потім трансформуються у своєрідні утворення бактероїдів. Цим закінчується процес інфікування (приблизно через 3-4 тижні після зараження). Бактероїди у 3-5 разів більші за розмірами, ніж звичайні клітини. Бактероїди не діляться. Вони складають до 50% маси бульбочки. Бульбочкові бактерії в клітинах рослини розташовані у вакуолях. Тканина бульбочки, заповнена бактероїдами, зазвичай має червонувате забарвлення завдяки пігменту леггемоглобіну. Зазвичай таке забарвлення характерне для бульбочок, які добре фіксують азот. Леггемоглобін – один із найважливіших продуктів симбіозу. В його створенні беруть участь і рослина, і бактерії. Бульбочки, які утворилися при інфікуванні неактивними бульбочковими бактеріями, містять мало леггемоглобіну і мають зеленуватий колір. Бульбочки, утворені активними штамми, мають рожевий колір. Крім того, бульбочки неоднаково розподілені по кореневій системі рослин. Активні раси бульбочкових бактерій утворюють чисельні бульбочки на головному корені, а на бокових їх буває мало. У міру старіння бульбочки

відмирають. Лізис бактероїдів по закінченню активного життя бульбочок зазвичай співпадає з некрозом бульбочок. Бактерії, які збереглися в нерозвинутих інфекційних нитках, виходять у ґрунт, де можуть досить довго (від 1 до 20 років) існувати за відсутності рослини-господаря. Наприклад, дослідження, проведені у штаті Іллінойс (США), засвідчили, що бульбочкові бактерії сої зберігаються не менше 10-11 років, не втрачаючи свою ефективність [327].

Фіксація атмосферного азоту здійснюється тільки в бактероїдах і близько 90 % зв'язаного азоту переходить з них у вигляді іонів амонію в цитоплазму кореня бобової рослини. Передача зв'язаного азоту з тканин бульбочки в надземну частину рослини проходить в період, коли бактероїди життєздатні. Певна кількість засвоєного рослинами азоту виділяється корінням в ґрунт з продуктами кореневих виділень. Нодуляція також збільшувала вміст азоту в тканинах, особливо в корінні і стеблах [328]. При цьому у зернобобових культур накопичення азоту тісно пов'язане з накопиченням біомаси рослин [329].

Сучасне виробництво азотних добрив забезпечує не більше 1/3 сумарної потреби світового рослинництва в цьому елементі, і відповідно, основну його кількість сільськогосподарські рослини одержують з азотного резерву ґрунту, який створений і підтримується діяльністю мікроорганізмів-азотфіксаторів. Експериментально і практично підтвердженим напрямком використання потенціалу ґрунтових мікроорганізмів є активація використання біологічної фіксації атмосферного азоту як екологічно безпечного і ресурсозберігаючого процесу [180-182].

Широке використання симбіотичної фіксації азоту є важливим фактором стримування зростаючої залежності від мінеральних азотних добрив і реальним внеском у сталий розвиток сільськогосподарського виробництва [183, 330]. Біологічний азот майже втричі дешевший за технічний, його використання не пов'язане з екологічними проблемами. Вирощування бобових культур сприяє формуванню у ґрунті численних

стабільних популяцій специфічних бульбочкових бактерій. Представники цих популяцій можуть як сприяти засвоєнню молекулярного азоту з атмосфери, так і перешкоджати інтродукованим високоефективним штамам інокулянтам інфікувати рослини та проявляти свій симбіотичний потенціал повною мірою [184]. Адже активізація мікробно-рослинної взаємодії є потужним фактором підвищення продуктивності агроecosystem, потенціал якого на сьогодні використовується вкрай незадовільно.

До початку масового застосування штучних азотних добрив головним шляхом поповнення запасів ґрунтового азоту була мікробіологічна азотфіксація і за значимістю цей процес можна прирівняти до фотосинтезу [185]. Загальна кількість азоту, що вилучається з кругообігу в Україні, становить 4,0 млн. т або 139 кг з 1 га землі в обробітку. Біологічний азот при цьому у 10 разів дешевший технічного [186]. За рахунок біологічної фіксації азоту повітря зернобобові рослини упродовж вегетаційного періоду засвоюють до 60-180 кг/га азоту на 1 га [186, 331].

Бобово-ризобіальний симбіоз досить специфічний. Більшість рослин здатні формувати симбіоз тільки з певними формами ризобій [187, 332]. Відомо, що мікросимбіонти виявляють сортову специфічність, їх генотипи мають відповідати генотипу рослини-господаря. Висококонкурентний штам на одному сорті може знижувати здатність до утворення симбіотичної системи на іншому [188]. Тому актуальним є пошук активних штамів ризобій із задовільною конкурентоспроможністю, високими вірулентністю й азотфіксуючою активністю.

Утворення бульбочок гальмується високим вмістом неорганічного азоту в кореневій зоні бобових культур [333, 334]. Симбіоз бобових рослин з бульбочковими бактеріями є вигідним для макросимбіонта лише за умов дефіциту азоту у ґрунті, а за наявності азотовмісних сполук утворення бульбочок не завжди покращує розвиток рослин [184]. Бобові рослини здатні регулювати утворення бульбочок на корінні.

Формування бобово-ризобіального симбіозу – це складний багатоступінчастий процес, що закінчується у бобових рослин утворенням особливих структур – бульбочок, в яких і здійснюється безпосередньо процес фіксації азоту. Бобово-ризобіальний симбіоз є регульованим фізіологічно-біохімічним процесом. Фіксація атмосферного азоту є результатом інтеграції багатьох факторів, серед яких домінуючим у формуванні і функціонуванні азотфіксуючих систем є генотип рослин. Коефіцієнт використання біологічно зв'язаного в бобово-ризобіальних системах азоту наближається до 100% [190].

Для того, щоб бобові культури засвоювали азот атмосфери, в ґрунті мають бути живі, специфічні вірулентні й активні раси бульбочкових бактерій, які б жили активно в симбіозі з рослиною-живителем [191]. Під вірулентністю бульбочкових бактерій розуміють їх здатність проникати в тканину кореня, розмножуватися там і викликати утворення бульбочок. Дійсно вірулентні культури бульбочкових бактерій обов'язково володіють нодулюючою активністю, тобто здатністю формувати справжні бульбочки.

Ефективність симбіозу істотно залежить від добору сортів вирощуваних бобових рослин і комплементарних їм активних штамів бульбочкових бактерій [192]. Інокуляція насіння активними селекційними штамми ризобій підвищує азотфіксувальну функцію симбіозів на 15-50%. Але ефективність інокуляції бобових культур залежить як від азотфіксувальної активності штамів бульбочкових бактерій, так і від їх спроможності конкурувати з бактеріями цього ж виду при утворенні бульбочок на коренях рослини-господаря. Конкурентна здатність аборигенних бульбочкових бактерій у різних ґрунтах неоднакова. Внаслідок цього, один і той же штам, який використовується для інокуляції, в одних ґрунтах отримує перевагу над спонтанними расами при утворенні бульбочок, а в інших – пригнічується більш агресивними місцевими бактеріями і інокуляція виявляється неефективною [193].

Встановлено [189], що із зернобобових соя і квасоля належать до групи культур, у яких майже однаково виражена активність автотрофного та симбіотичного типів живлення. У гороху та квасолі надходження біологічного азоту по роках вкрай непостійне і важко прогнозоване [335]. За даними академіка А.О. Бабича [194], у світі у структурі фіксації біологічного азоту зерновими бобовими культурами частка сої становила 68,7%, квасолі – 6,7%, гороху – 2,9%. За останні 48 років обсяги біологічної фіксації азоту повітря посівами сої зросли у 8,7 рази, квасолі – 2 рази, гороху – на 43,6%.

Основним резервом підвищення врожайності гороху є науково обґрунтоване використання поживного потенціалу ґрунту, умов середовища і нових сортів. Відомо, що не менше половини приросту урожаю досягається за рахунок використання добрив. При цьому суттєвим джерелом живлення є біологічний азот. Рослини гороху можуть вступати в симбіоз із бульбочковими бактеріями виду *Rhizobium leguminosarum*, завдяки чому на коренях утворюються бульбочки з досить високою азотфіксуючою здатністю [337].

У ґрунтах України, де традиційно вирощують горох, існують природні популяції бульбочкових бактерій, чисельність яких сягає 10^4 - 10^6 клітин на 1 г ґрунту [195]. Проте найефективнішим способом підвищення азотфіксуючої здатності гороху є передпосівна обробка насіння біопрепаратами на основі селекційних штамів бульбочкових бактерій [177]. Сучасні технології вирощування гороху передбачають обробку насіння препаратами, які містять активні виробничі штами бульбочкових бактерій. На жаль, горох у багатьох випадках слабо відгукується на інокуляцію біопрепаратами, виготовленими на основі промислових штамів. Це пов'язано з багатьма причинами, однією з яких є наявність у ґрунті великої кількості спонтанних, здебільшого надзвичайно агресивних рас бульбочкових бактерій, які створюють конкуренцію виробничим штамам. Зокрема, в умовах Республіки Башкорстан жоден з варіантів обробки насіння гороху

бактеріальними препаратами не забезпечив підвищення продуктивності рослин. Симбіотична активність місцевих рас бульбочкових бактерій була досить високою – 72 бульбочки на 1 рослину гороху. Жоден з варіантів не показав суттєвого перевищення цього рівня, а відповідно до даних кореляційного аналізу між показниками продуктивності і кількістю бульбочок на рослинах зв'язок не знайдений.

Співставлення показників продуктивності рослин гороху з характеристиками симбіотичного апарату виявило неоднозначний характер зв'язку між ознаками. Висока продуктивність рослин в одних випадках супроводжувалася розвитком потужного симбіотичного апарату (маса бульбочок збільшилась на 147, 227 і 106%), в інших – маса утворених бульбочок не відрізнялася від контролю. Кореляційний аналіз показав відсутність залежності величини урожаю зерна від маси бульбочок. Очевидно, в даному випадку високий урожай був забезпечений не стільки азотфіксацією, скільки фізіологічно активними властивостями штамів.

Інші дослідники відзначають позитивний ефект від застосування азотфіксувальних бактерій для обробки насіння гороху [196]. У середньому обробка насіння Ризогуміном гороху сорту Харківський еталонний забезпечила приріст врожаю 0,16 т/га при урожайності на контролі 1,82 т/га [177]. Про відсутність негативної дії фундазолу і гезагарду на формування і функціонування бобово-ризобіального симбіозу у бактеризованих рослин гороху.

Дія добрив істотно впливає на утворення бульбочок. У дослідях, де застосовували фосфорно-калійні добрива на фоні гною, умови для життєдіяльності бульбочок бактерій значно поліпшуються [197, 198].

Підвищити продуктивність гороху овочевого та рівень його азотфіксації можливо при застосуванні мікроелементів бору та молібдену в поєднанні з мікробіологічними добривами. Цей шлях підвищення продуктивності завдяки малим дозам чинників, застосовуваних для передпосівного обробітку насіння (Bo, Mo) є екологічно чистим та енергетично і економічно вигідним. Але

однією з причин, що уповільнює подальше розширення посівних площ під овочевий та інші різновиди гороху є порівняно низький коефіцієнт розмноження (1:10 – 1:13), тому необхідно шукати шляхи його збільшення з допомогою вдосконалення прийомів агротехніки вирощування цієї культури [15, 16].

Високу ефективність на посівах гороху забезпечує припосівне внесення амофосу чи суперфосфату, збагаченого бором і молібденем. Норма P_2O_5 при цьому становить 10–20 кг/га [63, 292, 293].

Бор є необхідним елементом мінерального живлення рослин. Усі тканини рослин містять бор. До того ж залежно від виду рослин і ґрунтово-кліматичних умов кількість його в рослинах коливається у досить широких межах. Якщо у сухій масі зернових культур міститься лише 1–3 мг бору на 1 кг абсолютно сухої маси рослин, то в листках соняшнику – 50-60 мг, а у бобових культурах – 30-60 мг на 1 кг абсолютно сухої маси [64].

Які функції виконує бор у живленні рослин? Насамперед дія його тісно пов'язана з окислювально-відновлювальними процесами в організмі, з вуглеводним, білковим і нуклеїновими обмінами. Цінні дослідження в цьому напрямі проведені працівниками Ботанічного інституту АН ім. В.Л. Комарова знаходячись у тканинах рослин, бор може створювати комплексні сполуки з органічними оксикислотами, вуглеводами та багатоатомними спиртами [65].

Вітаміни – рибофлавін і аскорбінова кислота – також вступають у сполуки з бором. Рядом дослідів встановлена дія бору на активність ферментів: каталази, дегідраз, інвертази та ін. Наприклад, бор збільшує гідролітичну активність ферментів інвертази та сприяє пересуванню цукрів з листків до коренів буряку цукрового. Він посилює приток цукрів до точок росту рослин, коренів, квіток і плодів. Відомо, що борно-цукрові комплекси переміщуються тканинами швидше, ніж цукрові у чистому вигляді. Нестача бору в живленні рослин затримує синтез білків і нуклеїнових кислот. Бор впливає також на осмотичні процеси та гідратацію колоїдів. Встановлено

позитивну дію бору на посухостійкість і солестійкість рослин. За нестачі бору в листках зменшується вміст вітамінів: аскорбінової кислоти, тіаміну та рибофлавіну [64].

Бор відіграє важливу роль у процесах запліднення рослин: він посилює проростання пилку, ріст пилкових трубок і є необхідними для формування життєдіяльності пилку. Розвиток зав'язей і насіння за нестачі бору відстає від нормального, а процеси досягання насіння порушуються, тому бор позитивно впливає на насіннєву продуктивність багатьох сільськогосподарських культур й утворення плодів і ягід у плодових і ягідних рослин [66].

Бор відіграє важливу роль у синтезі вуглеводів, що є необхідним для встановлення нормального симбіозу між бульбочковими бактеріями і рослиною. Кращі результати забезпечує бор у поєднанні з молібденом, оскільки останній необхідний для біохімічних процесів фіксації молекулярного азоту [22-24].

Молібденові добрива знаходять все більш широке застосування при вирощуванні бобових, овочевих і деяких інших культур. Це пояснюється тим, що молібден суттєво впливає на азотний обмін рослин, азотофіксуючих бактерій, а також деяких водоростей і грибів. Молібден бере участь у фіксації молекулярного азоту бульбочковими бактеріями в симбіозі з бобовими рослинами. Він є також й активною складовою частиною ферментів, які беруть участь у відновленні нітратів у тканинах до аміаку, який у подальшому використовують у процесах утворення амінокислот і білків. Молібден, змінюючи свою валентність, бере участь в окислювально-відновлювальних реакціях і є важливою ланкою в ланцюзі переносу елементів від субстрату, що окислюється (донатор електронів чи водню), до речовини, яка відновлюється (акцелатор електронів чи водню) [67-68, 69, 70, 71].

Роль молібдену полягає насамперед у тому, що він підсилює активність флавопротеїдних ферментів, пов'язаних з азотними обмінами, і бере участь у

ферментативній активізації молекулярного водню, який так чи інакше бере участь у відновленні азоту [64, 68].

При вивченні насінневої продуктивності гороху овочевого було виявлено, що бор та молібден значно покращують його біометричні показники: збільшують висоту рослини на 8-17 см, що покращує умови освітлення та аерації рослин; збільшують кількість складних листків на 5-12 % та площу асиміляційної поверхні на 12-21%. При цьому спостерігалось збільшення потужності шару асиміляційної поверхні та кількості хлоропластів в її клітинах. Підвищення врожайності відбувалось за рахунок збільшення кількості бобів на одній рослині та кількості сформованих зерен в одному бобі. Продуктивність сорту гороху овочевого залежить від комплексу елементів технології вирощування, серед яких строки сівби забезпечують формування оптимальної площі листової поверхні й тривалість фотосинтетичної активності [16, 75].

Проте застосування азотних, фосфорних і калійних добрив без використання регуляторів росту досить часто не забезпечує очікуваного результату. Показники врожайності та вмісту білка в зерні зростають за умови комплексного застосування [57, 58, 199, 200].

Сучасним напрямом підвищення врожайності і якості гороху овочевого є впровадження енергозберігаючих технологій із застосуванням регуляторів росту рослин [22, 310].

Для рослин дуже важливим є забезпечення їх мікроелементами і біологічно активними речовинами, що надходять до них разом із мікродобривами та регуляторами росту рослин, які нині вже є невід'ємною частиною сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, особливо при впровадженні нових високопродуктивних сортів зернобобових культур, в тому числі гороху овочевого, що вимагають збалансованого рівня живлення [23, 101, 306-309].

Одним із важливих елементів у технології збільшення врожаю сільськогосподарської продукції є застосування регуляторів росту та розвитку

рослин, які в дуже малих дозах здатні значно підвищувати рівень життєдіяльності рослин, посилювати їхню стійкість до хвороб, шкідників, несприятливих умов довкілля і тим самим сприяти збільшенню продуктивності та поліпшенню якості врожаю [72, 73, 93, 94].

Сьогодні у зв'язку з високою вартістю мінеральних добрив система живлення в основному звелась до двох її елементів: припосівної інкрустації насіння та позакореневого підживлення рослин. Навіть припосівне удобрення використовують у технологіях вирощування рослин не всі господарства. Тому виникла необхідність у зосередженні уваги і на цьому напрямку досліджень [24].

Сучасна технологія вирощування сільськогосподарських культур передбачає застосування хімічних елементів та речовин, які здатні регулювати ріст і розвиток рослин, – так званих регуляторів росту рослин.

Регулятори росту рослин – це природні або синтетичні сполуки, яким властива значна біологічна активність та які в мінімальних дозах змінюють фізіолого-біохімічні процеси, ріст і розвиток рослин, формування врожаю та, водночас, не мають токсичного ефекту. За екзогенного оброблення включаються до метаболічних процесів у рослинах та підвищують рівень їхньої життєдіяльності. Важливим аспектом дії регуляторів росту є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища [201, 202].

Ще в далекому 1880 році Ч. Дарвін припустив, що рослини теж можуть мати гормони, як і тварини. Він зазначав, що з роздратованих клітин поширюється імпульс, який стимулює поділ або розтягнення інших клітин у вигляді відповідної реакції. Хоча гормони не належать до поживних речовин, їхнє значення дуже важливе – під їхнім впливом на обмін речовин відбувається взаємозв'язок клітин, тканин і органів.

Гормони утворюються в рослинах у незначній кількості, в промисловому масштабі їх отримують методом синтезу. Застосування регуляторів росту відповідно до розроблених рекомендацій забезпечує

необхідний і безпечний вплив на рослину. Регулятори росту в низьких дозах стимулюють розвиток рослин, а в високих – гальмують (інгібують).

Природні речовини невеликої молекулярної маси, які виробляються в рослинах, здатні в організмі транспортуватися в інші органи, діючи регуляторами та координаторами росту розвитку й адаптації. Вони утворюються в тканинах, що активно ростуть, на верхівках коренів і стебел рослин. Фітогормони поділяють на п'ять класичних груп фітогормонів: ауксини, гібереліни, цитокініни, абсцизова кислота, етилен. Дія цих речовин та їхні особливості залежать від співвідношення і домінування гормонів у кожен період розвитку рослини [203]. Існує низка природних фітогормонів (поліаміни, брасиностероїди, жасмонати, олігосахариди, поліпептиди, саліцилова кислота, стриголактони тощо).

Фітогормонам притаманна поліфункційність. Спектр дії кожного з них дуже широкий, але пов'язаний з певним напрямком розвитку рослини, що умовно ділить фітогормони на стимулятори та інгібітори.

Ауксини – речовини, які виробляються в клітинах рослин, що стимулюють ростові процеси коренів рослин, розтягнення клітин у відрізки стебел, посилюючи цим їхнє зростання, поділ клітин у культурі рослинної тканини з амінокислоти. Вони діють на рослину багатофакторно на клітинному рівні. У малих концентраціях ауксини прискорюють ріст рослин, у великих – діють гнітюче.

Своїми дослідженнями вчені підтверджують, що синтетичні стимулятори росту рослин сприяють проростанню насіння, фотосинтезу, транспорту речовин, формоутворюючим процесам (покращення виповненості та розміру плодів), стійкості рослин до абіотичних (нестача води, низька або висока температура повітря) і біотичних факторів (шкідливі організми) [22-24].

Також, фундаментальними дослідженнями встановлено, що спільне застосування регуляторів росту рослин з гербіцидами, інсекто-фунгіцидами дозволяє зменшити на 20-25 % норми застосування пестицидів на гектар

посівів без зниження захисного ефекту [68, 91, 95].

В Україні та ряді інших країн останнім часом створенні біостимулятори росту рослин нового покоління, здатні підвищувати врожайність основних сільськогосподарських культур на 20-30% з поліпшенням якості вирощуваної продукції [69, 91].

Доведено, що ряд вітчизняних біостимуляторів за ефективністю не поступаються відомим закордонним, а за технологіями застосування перевищують їх. Так, за результатами багаторічної перевірки кращих українських біостимуляторів у Китаї, Німеччині, Казахстані та Білорусі, вони визнані, порівняно з іноземними, більш ефективними. Тому в цих країнах після відповідної реєстрації розпочалося їх впровадження [70, 95].

За дослідженнями Є.М. Колюсь [71], обробка регуляторами росту насіння овочевих рослин, а саме: огірків, капусти, томатів, баклажанів, солодкого перцю, моркви, столових буряків, цибулі, кавунів, дині та інших підвищує енергію проростання і польову схожість їх, сприяє появі дружніх сходів. Прискорюється ріст і розвиток рослин в початковий період: посилюється ріст зачаткового кореня і бокових пагонів, збільшується площа листової поверхні, вміст хлорофілу в листках, стимулюються фізіологічні процеси. Також доведено, що при обробці рослин стимуляторами росту прискорюється цвітіння, збільшується кількість квіток і зав'язей, прискорюється досягання плодів [71, 72, 91, 95].

Встановлено позитивний вплив регуляторів росту на життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів, у тому числі посилення розвитку фосформобілізуючих бактерій, бульбочкових бактерій, симбіотичних грибів, збільшення фосфатної активності та антибіотичного потенціалу ґрунту [72, 73, 93, 94].

Фундаментальними дослідженнями показано, що спільне застосування регуляторів росту рослин із сучасними гербіцидами та інсектофунгіцидами дає можливість зменшити на 20-25 % норму використання пестицидів на 1 гектар посівів, без зниження захисного ефекту. Отже, застосування

регуляторів росту рослин для обробки посівного матеріалу та рослин під час вегетації є надійним фактором поліпшення біологічних властивостей насіння та продуктивності посівів. Цей елемент технології доцільно включати як обов'язковий елемент у технологію вирощування овочевих культур [70, 92].

Під час збирання гороху механізованим способом дуже важливим є високий показник чистоти врожаю. Застосуванням ауксинів можна регулювати життєві процеси рослин для збільшення цього показника. Ауксини також зменшують опадання плодів до періоду збирання, внаслідок збільшення стресостійкості рослин. Використання ауксинів відкриває широкі можливості для регулювання фізіологічних процесів культурних рослин [204].

Японські вчені відкрили нову групу фітогормонів – гібереліни, що належать до класу речовин, які стимулюють ріст і розвиток рослин та сприяють швидшому проростанню насіння. Основною структурою гіберелінів вважають гіберелін ГК9 [205].

У життєвому процесі культур рівня природного гібереліну не вистачає для розвитку процесу цвітіння – рослинам необхідні умови довгого дня, а стимуляція гіберелінами прискорює цвітіння рослин. У деяких рослинах вони можуть перешкоджати зменшенню кількості хлорофілу і послаблювати акумуляцію каротиноїдів у плодах, посилювати процеси пазушних розгалужень, а в інших – пригнічувати синтез хлорофілу, подовжувати стебло і черешки листя, у карликових форм рослин збільшувати довжину міжвузлів і затримувати розгалуження вторинних пагонів [199, 206].

Серед класичних гормонів стимулюючої дії останніми були відкриті цитокініни. Вони беруть участь у багатьох фізіологічних процесах рослин – здатні стимулювати та регулювати поділ клітин у культурі, дозрівання хлоропластів, морфогенез пагона й кореня, лінійний ріст клітини, утворення додаткових бруньок і старіння – але не впливають на їхнє створення. Співвідношення ауксинів та цитокінінів є ключовим чинником поділу клітин і диференціювання тканин рослини [338].

Більш глибоке вивчення впливу цитокінінів на розвиток рослин показало, що вони підсилюють первинний вплив ауксинів на поділ клітин. Гормони можуть істотно покращувати схожість насінневого матеріалу, а також по-різному впливати на зростання різних частин рослин – посилювати вирощування надземних органів, а зростання коренів – стримувати. Так само неоднозначно цитокінін впливає на цвітіння рослин (зокрема в несприятливих умовах зростання) – активізує його у рослин короткого дня, а у довгоденних форм – гальмує [207].

Цитокініни та ауксини багато в чому схожі, проте мають й істотні відмінності. Головна відмінність цитокінінів – зовсім інша точка синтезу. Якщо ауксини синтезуються в апексі пагона, то цитокініни – у біохімічному маркері кінчика кореня. Ауксин транспортується по рослині зверху вниз і активно, а цитокініни – навпаки.

Наступним рослинним гормоном є абсцизова кислота (лат. *abscissus* — переривати), що індукує період спокою в бруньках і підтримує його в насінні. Може чинити вплив на геотропізм кореня та замикання продихів. Основний синтез абсцизової кислоти відбувається в листовому апараті рослини. Найбільша її кількість знаходиться в старому листі, зрілих плодах і насінні, набагато менше – в молодих органах. Абсцизова кислота послаблює вплив гормонів-стимуляторів, гальмує ріст рослин. Але періодично (дозрівання плодів і насіння) вона сама стимулює процес розвитку.

Синтез абсцизової кислоти відбувається у хлоропластах, а також в плодах, звідки вона транспортується в інші органи рослин, зокрема апекси, пригнічуючи процеси росту і стимулюючи перехід до стану спокою. У рослинних тканинах абсцизова кислота знаходиться у вільній або зв'язаній формах. Зв'язана форма – продукт взаємодії складного ефіру абсцизової кислоти і D-глюкози [208].

Рослинні тканини, виділяючи в малих кількостях етилен та ненасичений вуглеводень C_2H_4 , впливають на власне зростання. До теперішнього часу етилен як ендогенний регулятор росту рослин

залишається єдиним виявленим газоподібним фітогормоном.

Можливість існування ендогенних гормонів, які стимулюють перехід від утворення плодів до їхнього дозрівання. Було розроблено способи форсованого дозрівання плодів за допомогою етилену – шляхом оброблення ним недозрілих плодів аж до накопичення в плодах максимальної концентрації.

Для визначення впливу етилену на розвиток рослин низка науковців - хіміків ретельно вивчали участь його в метаболізмі, формуванні, дозріванні і опадання плодів, а також у реакції на стрес.

Етилен впливає на рослини подібно, як препарати ауксинів у високих дозах, але він не може стимулювати розтягнення клітин в ізольованих тканинах. Наразі вчені розробили нетоксичні препарати – гидрелом і дигидрелом, які швидко проникають всередину рослини і під час розпаду утворюють газоподібний етилен. Використання цих речовин стимулює більш швидке дозрівання культур зі збільшенням їхньої продуктивності.

Фітогормони іншої групи – брасиностероїди – активують розтягнення клітин, формування насіння, збільшують стресостійкість та імунітет рослин, стійкість до посухи. Американські вчені зауважили, що брасиностероїди позитивно взаємодіють майже з усіма гормонами росту рослин. Вони є головним гормоном, який контролює роботу решти фітогормонів. Ще одна функція брасиностероїдів – допомагає рослині краще засвоювати азот. Дослідження вчених Університету Південної Дакоти (США) довели, що без оброблення рослин препаратами, у складі яких є брасиностероїди, кукурудза засвоювала 40,3% азоту, а завдяки внесенню препарату на листки в нормі 1 л/га показник підвищився до 58% [209, 339, 340].

Група гормонів, які містять кремній, що впливає на товщину стебла, називається сілатрани. Ці властивості сполук кремнію знижують ймовірність вилягання рослин. Відомо, що кремній причетний до формування гумінових кислот. Оброблення рослин препаратами сілатранів може затримувати їхній розвиток [341].

Дослідники, зокрема В. Дорохов та Т. Складенко [210], О. Шевчук [211] стверджують, що застосування рослинних гормонів та їхніх синтетичних аналогів також впливає на схожість насіння, ріст і розвиток рослин.

Понад 70 років в сільському господарстві серед відомих регуляторів росту у практиці застосовують синтетичні інгібітори росту – ретарданти. Ретарданти були відкриті в середині ХХ-го століття і одержали свою назву від латинського слова *retare* – затримувати, уповільнювати. Ці речовини мають різну хімічну природу, однак їх об'єднує здатність гальмувати ріст рослин. З кожним роком список цих препаратів поповнюється.

Нині винайдено і вивчено майже 6 000 видів різних фізіологічно активних сполук (рослинного, мікробного, хімічного походження) регуляторів росту, але трохи більше за 100 з них знайшли практичне застосування в сільськогосподарській практиці. Використання регуляторів росту на посівах різних культур дає змогу зменшити витрати ручної праці та забезпечує ефективність механізму догляду і збирання продукції, сталий урожай та його високу якість.

Впровадження нових інтенсивних технологій виробництва сільськогосподарських культур значно посилило роль застосування регуляторів росту на посівах. Регулятори росту рослин – екологічно чисті, високоефективні препарати спрямованої дії. Тож обсяги виробництва і продажу регуляторів росту переважають виробництво і продаж усіх інших препаратів, які застосовують в сільському господарстві, і ці показники продовжують зростати.

Від дії ретардантів сповільнюється ріст осьових органів, що в результаті призводить до їхнього потовщення. Але на цьому вплив цих препаратів не обмежується, адже вони є поліфункційними. Ретарданти також здатні регулювати плодоношення, прискорювати процеси дозрівання культур, змінювати напрямок потоку асимілянтів і метаболітів в рослинах в бік посиленого відкладання їх у запасуючих органах, що призводить до збільшення врожайності культур. Вони загалом впливають на якість урожаю,

його збереження, а також на насінневу продуктивність рослин [207]. Не менш важливо і те, що регулюючи процеси росту і розвитку рослин, включаючись у процеси метаболізму, ретарданти здатні покращувати водний режим, суттєво підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів зовнішнього середовища, зокрема, до екстремальних температур, підвищують стійкість до посухи, спеки та заморозків [212].

Застосування ретардантів на злакових культурах дає змогу підвищувати їхню стійкість до вилягання. Вплив цих препаратів, зокрема етиленпродуцентів, сприяє високій врожайності плодкових, технічних, овочевих та ягідних культур [213]. В квітникарстві ретарданти широко використовують для укорочення пагонів декоративних рослин (наприклад, хризантем, пойнціани, петунії), в результаті чого ті набувають більш компактної форми [342, 343].

За даними деяких авторів, застосування рістрегуляторів на посівах гороху, сої, квасолі, ячменю і злакових кормових трав сприяє значному підвищенню активності симбіотичної та асоціативної азотфіксації [214, 346].

Бульбочкові бактерії позитивно впливають на бобові рослини не лише як азотфіксатори, але і як продуценти різного роду фізіологічно активних речовин, що активізують процеси їхнього росту і розвитку. Регулятори росту рослин впливають на формування і функціонування симбіотичних систем бобових культур і сприяють підвищенню їхньої продуктивності. Вони покращують нітрогеназну активність азотфіксуючих мікроорганізмів, що живуть в ґрунті та прикореневій зоні рослин. Зв'язування молекулярного азоту симбіотичними і ґрунтовими діазотрофними мікроорганізмами – єдиний екологічно безпечний і порівняно дешевий шлях забезпечити рослину елементами живлення. Інноваційним напрямом сучасної аграрної науки є розроблення агротехнологічних прийомів інтенсифікації біологічної фіксації азоту бобовими культурами, що має важливе значення для підвищення їхньої урожайності, зниження собівартості продукції та енерговитрат на виробництво, екологізації землеробства [215, 216].

Дослідження Інституту мікробіології і вірусології НААН України засвідчили, що за виправданого використання нових регуляторів росту з мінеральними добривами можливо зменшувати витрати від 20 до 30% без зниження захисного ефекту, що забезпечує значну економію засобів.

Дослідження Г. В. Павленка [217] встановили, що комплексне оброблення насіння сої рістстимулюючим препаратом Рексолін та регулятором росту Емістим С, у поєднанні із мінеральними азотними добривами та інокуляцією препаратом на основі активного штаму бульбочкових бактерій, сприяє формуванню максимального рівня врожайності, покращанню якості насіння та дає приріст в середньому на 32,4%, якщо порівнювати з контролем.

Регулятори росту рослин поділяють на групи, до яких входять препарати на основі різних активних інгредієнтів. Зокрема, виокремлюють активатори росту рослин на основі фізіологічно активних речовин, таких як ауксини, гібереліни, цитокініни, етилен, абсцизова, арахідонова, янтарна, амінофумарова кислоти, полісахариди, амінокислоти, вітаміни, сполуки метаболітів мікроорганізмів (препарати Емістим С, Біолан, Етрел, імуноцитопіт, Кендал, Келпак), на основі гумінових кислот та їхніх солей – (Гуміфілд, Гумін, Гумісол, Гумістар), лігносульфанатів і лігносульфонової кислот (Лігногумат), поліетилен-гліколю (ПЕГ – 400, ПЕГ – 1500), (Вимпел, Дорсай, Марс, ПлантаПег). Високою фізіологічною активністю характеризуються препарати на основі фульвових кислот (Фульвітал, Фульвікс, Агріфул). Надзвичайно велика група комбінованих регуляторів росту, які містять комплекс різних речовин: ПЕГ + гумати, гумінові речовини + мікро- і макроелементи, амінокислоти + мікро- і макроелементи, вітаміни + амінокислоти + полісахариди + гумінові кислоти (Віва), фітогормони + гумінові і фульвокислоти + вітаміни (Вермістим) [218].

Спільними польовими дослідженнями Вінницького державного аграрного університету та Вінницької обласної державної сільськогосподарської дослідної станції встановлено, що поєднання

комплексної обробки насіння молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, протруйником Вітавакс 200ФФ, та стимулятором росту Емістим С із застосуванням мінеральних добрив у дозі P₆₀K₆₀ сприяє формуванню максимальних показників кількості та маси бульбочок. Встановлено, що застосування середніх (N₆₀) та підвищених (N₉₀) доз азотних добрив на фосфорно-калійному фоні (P₆₀K₆₀) уповільнювало процес біологічної фіксації азоту в онтогенезі рослин гороху [219-221].

У польових дослідженнях Луганського державного аграрного університету на чорноземах звичайних слабо змитих, застосування мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₄₀ у поєднанні з ризоторфіном, стимулятором росту Емістим С та дворазовим підживленням азотом (N₃₀ та N₁₅), забезпечило найвищу врожайність зерна гороху на рівні 2,5-2,8 т/га, що більше на 0,19-0,29 т/га при порівнянні з контролем [8, 222, 223].

Як стверджують науковці, інокуляція насіння гороху високоактивним штамом бульбочкових бактерій забезпечує приріст урожаю 0,35-0,41 т/га, системи удобрення (дози з розрахунку на запланований рівень урожайності) – 0,33-0,49 т/га, система інтегрованого захисту – 0,51-0,71 т/га.

Поряд з цим, обробка насіння ризоторфіном та мікроелементами підвищує стійкість рослин проти корневих гнилей, аскохітозу, несправжньої борошнистої роси [206, 224, 225].

Препарат Альбіт містить очищені діючі речовини з ґрунтових бактерій *Bacillus megaterium* і *Pseudomonas aureofaciens*. У природних умовах вони живуть на коренях рослин, стимулюють їх ріст, захищають від хвороб і несприятливих умов зовнішнього середовища. До складу препарату також входить хвойний екстракт (терпенові кислоти), збалансований стартовий набір макро- і мікроелементів (N, P, K, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Na, B, Co, Ni, Cl, Ca, I, Se, Si).

Діюча речовина Альбіту – біополімер полі-бета-гідроксімасляна кислота (полі-бета-гідроксібутірат, ПГБ). Це природна запасна речовина корисних ґрунтових бактерій (подібно крохмалю в рослині, жиру і глікогену

у тварин). У клітинах бактерії-продуценту *Bacillus megaterium* вміст ПГБ досягає 77% від сухої біомаси. Друга бактерія, *Pseudomonas aureofaciens*, підсилює синтез ПГБ основним продуцентом. Деполімерази й інші ферменти, що виділяють *P. aureofaciens*, також переводять ПГБ у фізіологічно активну для рослин форму (олігомери, бета-амінобутират). При використанні препарату комплекс мінеральних солей, що міститься в ньому, впливає на рослини як стартова доза добрив [226].

Продукти трансформації полі-бета-гідроксімасляної кислоти володіють виразною фітогормональною (ауксиною) дією. Ауксинова активність Альбіту в робочих концентраціях препарату еквівалентна 10^{-3} М розчину індолілоцтової кислоти. Це веде до стимуляції росту рослин, розтягуванню клітин, закладці нових бруньок і пагонів. ПГБ і її похідні взаємодіють з рецепторами НАДФН-оксидазної системи рослин, розташованими на поверхні клітин. Посилення активності НАДФН-оксидази рослин веде до утворення супероксид-аніону й інших активних форм кисню (АФК) у підвищених, але не критичних для рослини концентраціях. Цей процес запускає експресію цілого комплексу рослинних антиоксидантних ферментів (супероксид-дисмутаза, пероксидаза, дегідроксиаскорбат-редуктаза, глутатион-редуктаза), здатних до детоксикації активних форм кисню. Підвищений рівень антиоксидантних ферментів у клітинах рослин також призводить до збільшення вмісту аскорбінової кислоти і хлорофілу (збільшення до 100% до контролю).

Оскільки практично будь-який стрес у рослині в остаточному підсумку веде до нагромадження АФК і ушкодженню хлорофілу, рослини, попередньо оброблені Альбітом, володіють підвищеною стресостійкістю. Збільшується стійкість у польових умовах до посухи, підвищеної температури, заморозкам, пестицидному стресу, хімічному забрудненню ґрунтів, засоленню тощо [227].

Активізація НАДФН-оксидази під впливом Альбіту призводить до синтезу супероксид-аніону і пероксиду (які володіють прямою біоцидною

дією стосовно прониклим у рослину патогенам), а також викликає синтез саліцилової кислоти – надзвичайно активної сигнальної сполуки. Вона імунізує рослини проти хвороб, тканини рослин здобувають неспецифічну стійкість до широкого кола патогенів (системна придбана стійкість). Завдяки цьому, ефект Альбіту нагадує дію системних фунгіцидів, з тією різницею, що вони, розповсюджуючись по рослині, чинять пряму біоцидну дію на фітопатогени. Альбіт викликає поширення природного сигнального метаболіту – саліцилової кислоти, у результаті чого стимулює розвиток органів не оброблених рослин.

Розробники Альбіту (наукова група Інституту біохімії і фізіології мікроорганізмів ім. Г.К. Скрябіна РАН і ТОВ НПФ "Альбіт") займаються виробництвом біопрепаратів уже більше 30 років, що дозволило накопичити великий досвід, врахувати численні побажання виробничників, створити препарат, що володіє широким спектром корисних властивостей [228].

На горосі Альбіт зареєстрований як регулятор росту, що підвищує польову схожість насіння, врожайність, стійкість рослин до фузаріозної кореневої гнилі (*Fusarium* spp., *Pythium debaryanum* Hesse, *Rhizoctonia* sp.). Він не містить у своєму складі живих мікроорганізмів, однак за рахунок регуляторної дії на природну мікрофлору сприяє збільшенню кількості бактерій роду *Azotobacter*. При цьому споживання азоту з ґрунту рослинами збільшується на 24-25%, фосфору – на 26-40%, калію – на 9-20%. Додаткове постачання рослин елементами живлення компенсує енергетичні витрати рослинного організму на імунізацію, прискорений ріст і розвиток, підвищення стресостійкості, що в кінцевому результаті підвищує врожайність культури [228, 229, 286].

Цей стимулятор росту збільшує польову схожість і енергію проростання насіння гороху, довжину пагонів і коренів, число продуктивних вузлів, бобів на рослину, кількість і масу насіння в них, підсилює активність цвітіння, знижує нагромадження радіонуклідів у врожаю [228].

Середня біологічна ефективність препарату Альбіт проти корневих гнилей гороху 41,4%, максимальна – 73%, що практично на рівні еталона (хімічний протруйник) або вище його. Фунгіцидна активність Альбіту відзначена при поширенні захворювання 90-100% [46].

Результати досліджень свідчать, що в середньому за всі роки проведення дослідів приріст врожайності гороху від застосування Альбіту складав 0,23 т/га, сої – 0,32, квасолі – 0,45 і сочевиці – 0,09 т/га. Найбільш ефективне сполучення передпосівної обробки насіння і посівів сільськогосподарських культур по вегетації.

За результатами здійснених раніше досліджень та спостережень [230] відомо, що для формування високопродуктивних посівів гороху важлива роль належить сорту. Сорт значною мірою визначає рівень урожайності культури, якість насіння та ефективність виробництва. Нові ефективні сорти продуктивніші за попередні, тому вагомим фактором підвищення врожайності та якості гороху посівного є використання нових високопродуктивних сортів. За останні 60 років, починаючи з 1944 року селекцією гороху успішно займається колишня Харківська селекційна станція (нині Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ). Інститут став провідною установою з селекції гороху в Україні, про що свідчать велика кількість створених і зареєстрованих сортів та постійно зростаючі посівні площі під ними. Селекціонери цілеспрямовано створювали більш урожайні та технологічні сорти з удосконаленням методики селекції.

Для підвищення врожайності та якості продукції сільськогосподарських культур застосовують сорт як засіб виробництва у сільському господарстві. Вимоги зводяться до кількох основних груп: стійкість до несприятливих умов середовища; висока і стійка врожайність за роками; висока екологічна пластичність; тривала і комплексна стійкість до хвороб і шкідників; придатність до інтенсивної технології, механізованого вирощування, збирання та переробки; висока якість продукції. Для кожної окремої культури перелік вимог можна збільшити [231].

Сорт рослин – це «сукупність культурних рослин, створених шляхом селекції, що наділені певними спадковими морфологічними, біологічними та господарськими ознаками і властивостями» [232].

Сортів гороху посівного зараз є дуже багато. Кожен має не лише переваги, але й недоліки. На території країни зареєстровані і вирощуються мозкові, луцильні і цукрові сорти. Усі вони мають різну врожайність, стійкість до шкідників і погодних умов.

Обираючи сорт, варто керуватись такими показниками, як урожайність, час досягання та період від повних сходів до початку технічної (споживчої) стиглості, період плодоношення, дружність досягання, а також вміст сухої речовини, загального цукру, білка, дегустаційна оцінка та стійкість до ураження хворобами. Порушення технології вирощування на одному з етапів онтогенезу не можна компенсувати на наступних без зниження продуктивності рослин. Основним резервом підвищення врожайності гороху є також науково-обґрунтоване використання родючості ґрунту, умов середовища і нових сортів. Старі сорти періодично замінюють на нові, тобто проводять сортозаміну і сортооновлення [223]. Кожен з них різний за смаковими характеристиками та особливостями вирощування.

Урахування об'єктивних факторів сучасного стану розвитку галузі рослинництва призвело до зміни пріоритетів селекції – до адаптивності, стійкості до шкідливих організмів, підвищення якості продукції і розширення сфери використання. За останні роки селекція гороху пройшла декілька якісних етапів зі створення сортів, які б гарантовано давали високі та сталі врожаї зерна. З ростом виробничої урожайності підвищилася і потенційна продуктивність. Для сортів, які вирощували в 40 – 70-х роках минулого століття, рівень урожайності не перевищував 3,0 т/га, натомість у 90-х роках урожайність сортів гороху посівного складала понад 4,0 т/га [233, 347].

Технологія вирощування сільськогосподарських культур не може бути незмінною. З метою створення оптимальних умов для росту й розвитку рослин гороху посівного залежно від умов довкілля, біологічних особливостей нових

сортів та рівня матеріально-технічного забезпечення її потрібно постійно удосконалювати [234, 235].

Зміна клімату та нестабільні погодні умови на сьогоднішній день призвели до того, що сорт повинен мати високу адаптивну здатність, що дозволить відновлювати процеси метаболізму після дії стресового чинника. Кожному сорту властиві певні критично-порогові параметри стійкості до стресів біотичного чи абіотичного характеру. Тому під час підбору сортів зернобобових культур, зокрема й гороху, для конкретних зон основним критерієм повинен бути рівень урожайності [236, 237].

До основних властивостей, що визначають рівень адаптивності сортів культури, належать: тип росту стебла, дружне дозрівання, стійкість до осипання, високий збиральний індекс, висока потенційна врожайність. Тому в процесі інтенсифікації виробництва постійно зростають вимоги до сортів, виникає потреба підбору більш пристосованих до конкретних умов вирощування сортів зернобобових культур, які забезпечать щорічно високу і сталу врожайність зерна [345].

Впровадження нових сортів у виробництво дозволяє більш ефективно використовувати матеріально-технічні ресурси і покращувати якість товарної і насінневої продукції. Елементи технології вирощування гороху мають бути спрямовані на створення на кожному етапі онтогенезу оптимальних умов для росту й розвитку рослин, інакше відбудеться зниження урожайності. Дотримання основних технологічних умов вирощування гороху дозволить реалізувати генетичний потенціал нових сортів та отримувати високі стабільні врожаї та високоякісне зерно [238].

Горох – культура раннього строку сівби. Його насіння не псується в прохолодному ґрунті, а сходи не бояться весняних заморозків. Ранні посіви менше страждають від грибних захворювань і шкідників, краще протидіяти згубній дії посухи. Ранні посіви дають і більш високий урожай. У поєднанні з до- й після-сходовими боронуваннями ранні строки сівби забезпечують збільшення врожаю на 0,35-0,50 т/га. Особливістю інтенсивної зональної

технології вирощування гороху є надто рання сівба в січневі й лютневі вікна при температурі ґрунту від 0 до 3°C. За такої сівби прямі витрати на виробництво насіння знижуються на 8,6, матеріальні – на 15,6%, приріст урожайності гороху досягає 0,7-0,9 т/га. Запізнення з сівбою на 5-7 днів призводить до зниження врожаю на 40 – 50% і більше і погіршує якість насіння [239].

Кращими способами сівби гороху визнані вузькорядний і рядковий. Для прискореного розмноження насіння нового сорту в зрошуваних умовах рекомендується широкорядна сівба з міжряддям 45 см і нормою висіву 400-450 тис./га насінин [240].

Норми висіву насіння досліджуваної культури залежать від зони вирощування, особливостей сорту, посівних характеристик насіння. Рекомендовані зональні норми висіву становлять: для Південного Степу України 0,9 – 1,0 млн. схожих насінин на 1 га, Лісостепу – 1,0 – 1,2 млн., Полісся – до 1,1 – 1,4 млн. Для низькорослих сортів норму висіву збільшують на 0,1 – 0,2 млн. насінин, а для високорослих приблизно на стільки ж зменшують. Крупнонасінні сорти зазвичай сіють рідше, ніж дрібнонасінні. За вузькорядної сівби або під час висівання насіння в сухий ґрунт норму висіву збільшують на 10 – 15% [241].

Норма висіву насіння в звичайних посівах змінюється від 0,8 до 1,8 млн. шт./га. Залежить вона від родючості ґрунту, агрофону, строків сівби і сорту. Так, максимальна продуктивність гороху одержана при нормі висіву насіння 0,9-1,2 млн. шт./га, збільшення норми висіву насіння від 1,2 до 1,8 млн. шт./га за дуже ранніх строків сівби підвищує урожайність на 0,6-0,7 т/га. У зарубіжних країнах оптимальне загущення гороху становить 0,8- 1,2 млн. шт./га схожих насінин. При такій нормі висіву спостерігається підвищена стійкість рослин проти вилягання.

Глибину загортання насіння диференціюють залежно від механічного складу ґрунту, енергії проростання насіння, строків і способів сівби. На

важких за механічним складом, схильних до запливання ґрунтах горох сіють на глибину 4-5 см, на середніх і легких – 5-8, на супіщаних – до 10 см.

Сівбу гороху слід проводити овочевими сівалками. З метою боротьби з хворобами, шкідниками і підвищення врожайності гороху його насіння перед сівбою обробляють протруйниками на основі тираму, нітрагіну і молібденовокислого амонію. Інокуляція насіння ризоторфіном на 2,0-4,2 ц/га підвищує урожайність та поліпшує його якість. Вміст білка зростає на 2-5% [240, 344].

Догляд за посівами гороху зводиться у післяпосівному коткуванні, боронуванні до сходів і при їх появі – у фазі 3-4 листочків у рослин [233].

Проводять післясходове одно–двофазне боронування у фазі зміцнілих сходів легкими та у фазі 2-3 листків середніми боронами. Боронуваннями знищується 80-85% бур'янів, тому немає потреби витратити гербіциди. Внаслідок післясходового боронування знищується значна частина рослин гороху (200-300 тис. шт./га), тому норму висіву насіння за цією технологією збільшують на 200-300 тис. зерен на 1 га. Всі інші прийоми догляду за посівами гороху такі самі, як при загальноприйнятій технології. Загалом розроблена технологія вирощування гороху менш енергоємна, ніж кукурудзи й цукрових буряків. Це пов'язано з тим, що він менш вимогливий до удобрення та не потребує особливого догляду, а до- і післясходові боронування малоенергоємні. Так, за два досходових і одне післясходове боронування затрачають 360-720, а при застосуванні гербіцидів 1600-1800 МДж/га.

Ефективним є застосування гербіцидів на посівах гороху із забур'яненістю багаторічними видами чисельністю від 2–3 екз./м² і більше. Також до ефективних заходів захисту культури від бур'янів належать досходове і післясходове внесення ґрунтових і страхових гербіцидів. До або після сівби гороху для контролю однорічних злакових і деяких двосім'ядольних бур'янів вносять ґрунтові гербіциди на основі діючих речовин: пендиметалін, прометрин, імазетапір, диметенамід-П, S-метолахлор.

Для обмеження чисельності однорічних бур'янів у фазі від двох листків і багаторічних злаків заввишки 10–15 см застосовують препарати на основі діючих речовин пропахізофоп і клетодим. Для контролю однорічних двосім'ядольних бур'янів застосовують препарати на основі таких діючих речовин, як бентазон, бентазон у поєднанні з МЦПА, 2-метил-4-хлорфеноксіоцтову кислоту у формі солей диметиламіну натрію та калію [220].

В останні роки розроблена безгербіцидна технологія вирощування гороху, яка розроблена науковцями Черкаського НВО „Еліта” і забезпечила отримання врожайності зерна 36 ц/га, соломи 40 ц/га за традиційною і відповідно 38 і 42 ц/га за безгербіцидною технологіями, а також акумулювання в урожаї енергії – відповідно 103940 і 109628 МДж/га. Суть технології полягає в тому, що при вирощуванні гороху проти бур'янів застосовують агротехнічні, а не хімічні заходи [224].

В умовах України найбільш шкодочинні на посівах гороху кореневі гнилі, пероноспороз і аскохітоз. Проти корневих гнилей і аскохітозу протруюють насіння за 3-4 тижні до сівби. Проти пероноспорозу, а також аскохітозу посіви гороху обробляють у фазі бутонізації 80%-м з.п. цинебу (2-4 кг/ га), танго 50%-м к.е. (0,6-0,8 кг/ га) [242].

На посівах гороху найпоширеніші бульбочкові довгоносики, попелиці, горохова плодожерка, вогнівки, трипси, гороховий комарик, горохова зернівка. Для захисту від бульбочкових довгоносиків на початку заселення шкідником проводять крайові обробки, а при збільшенні чисельності до 15-30 особин/м² застосовують суцільне обприскування в період вегетації препаратами карате (0,1-0,125 л/ га), фастак 10%-й к.е. (0,1-0,2 л/ га). Проти попелиць, які виявлені на краях поля і чисельність яких становить 10-15 шт. на одну рослину, проводять крайові обробки. Якщо попелиці розселилися по всьому полю, а чисельність їх досягла 20-30 особин на рослину, для суцільного обприскування застосовують децис, актеллік (50%-й к.е. 1 л/ га), Бі-58 новий (40%-й к.е. 1,5 л/га), карате (50%-й к.е. 0,1-0,125 л/га). Проти

горохової зернівки, вогнівок, плодожерки, трипсів посіви гороху в фазі цвітіння обприскують тими ж самими препаратами, що й проти попелиць [243].

Підводячи підсумки чисельних досліджень, присвячених зернобобовим культурам, можна зробити такі висновки:

1. Аналіз літературних джерел за тематикою досліджень вказує на необхідність удосконалення окремих елементів технології вирощування гороху овочевого, з метою підвищення врожайності та стабілізації його виробництва.

2. Потребує досконалого вивчення питання вибору сорту та реалізація його генетичного потенціалу за інтенсифікації технології вирощування;

3. Необхідно вивчити вплив дії мікродобрив, біопрепаратів, внесення мінеральних добрив та вапнування ґрунту на формування густоти рослин, їх збереженості, біометричні показники;

4. Крім того, необхідно дослідити синергічну взаємодію макро- і мікроелементів, біопрепаратів та меліорації ґрунту на формування врожайності та якості урожаю гороху овочевого в умовах Лісостепу правобережного. Саме тому нами була сформована робоча гіпотеза, яка передбачала вивчення нових елементів системи удобрення, обробки біопрепаратами та проведення вапнування ґрунту.

РОЗДІЛ 2.

РІСТ ТА РОЗВИТОК ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, ВАПНУВАННЯ ҐРУНТУ ТА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

2.1. Формування густоти посіву гороху овочевого залежно від сорткових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення

Густота посіву є вирішальним чинником формування урожайності сільськогосподарських культур і гороху овочевого, зокрема. Оптимальною для кожного сорту в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є така густота рослин, яка забезпечує максимальну їхню фотосинтетичну і симбіотичну діяльність, ефективне використання ґрунтової родючості, ріст індивідуальної продуктивності рослин і формування високої врожайності насіння [244].

В останні роки густоті рослин приділяється все більше уваги. Отримання високої польової схожості насіння гороху та максимальне збереження рослин до збирання – визначальний фактор формування високопродуктивних агрофітоценозів гороху [245].

Норма висіву кожної партії насіння залежить від його розміру (крупності), схожості, сорткових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов і складає від 150 до 350 кг/га. За несприятливих посушливих умов її збільшують на 10%. Оптимальна густота рослин – 80-130 рослин на 1 м² (ранньостиглі сорти – 120-130 шт., середньостиглі – 100-110 шт., пізньостиглі – 70-80 шт.). Збільшення густоти понад 130 рослин/м² призводить до зниження врожайності. Норма висіву 1,4 млн. насінин гороху овочевого була встановлена за оптимальною густотою рослин з врахуванням польової схожості насіння та збереженістю рослин у весняно-літній період [246, 247].

Збереженість рослин гороху овочевого (табл. 2.1, рис. 2.1, 2.2) залежить від технологічних прийомів вирощування, які вивчалися в досліді.

Таблиця 2.1

Густота рослин гороху овочевого залежно від сорту, вапнування та живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Кількість рослин		Польова схожість насіння, %	Збереже- ність рослин, %
		на період повних сходів, тис./га	перед збиранням, тис./га		
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	1231,4	1088,5	87,9	88,0
	0,5 норми вапна за г. к.	1245,3	1109,8	88,9	89,0
	1,0 норми вапна за г. к.	1258,8	1128,7	89,9	89,6
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	1264,1	1139,5	90,3	90,1
	0,5 норми вапна за г. к.	1276,6	1154,8	91,2	90,5
	1,0 норми вапна за г. к.	1285,5	1165,2	91,8	90,6
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	1263,2	1151,9	90,3	91,2
	0,5 норми вапна за г. к.	1274,4	1163,4	91,1	91,3
	1,0 норми вапна за г. к.	1286,7	1174,3	91,8	91,3
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	1265,5	1161,1	90,4	91,8
	0,5 норми вапна за г. к.	1275,3	1177,7	91,1	92,0
	1,0 норми вапна за г. к.	1281,1	1179,8	91,5	92,0
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	1235,6	1092,3	88,2	88,4
	0,5 норми вапна за г. к.	1247,1	1112,4	89,1	89,2
	1,0 норми вапна за г. к.	1260,6	1132,5	90,0	89,8
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	1267,3	1142,4	90,5	90,1
	0,5 норми вапна за г. к.	1278,2	1157,6	91,3	90,5
	1,0 норми вапна за г. к.	1285,5	1165,2	91,9	90,6
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	1266,7	1154,8	90,5	91,1
	0,5 норми вапна за г. к.	1277,5	1165,6	91,2	91,2
	1,0 норми вапна за г. к.	1289,4	1176,5	92,0	91,2
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	1268,1	1165,6	90,6	91,9
	0,5 норми вапна за г. к.	1279,2	1176,8	91,4	91,9
	1,0 норми вапна за г. к.	1284,8	1183,1	91,8	92,1

Густота рослин гороху овочевого залежала насамперед від передпосівної обробки насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, вапнування ґрунту та позакореневого підживлення рослин мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та мікродобривом Вуксал Кальцій, Бор у фазу бутонізації та від сортових особливостей [248].

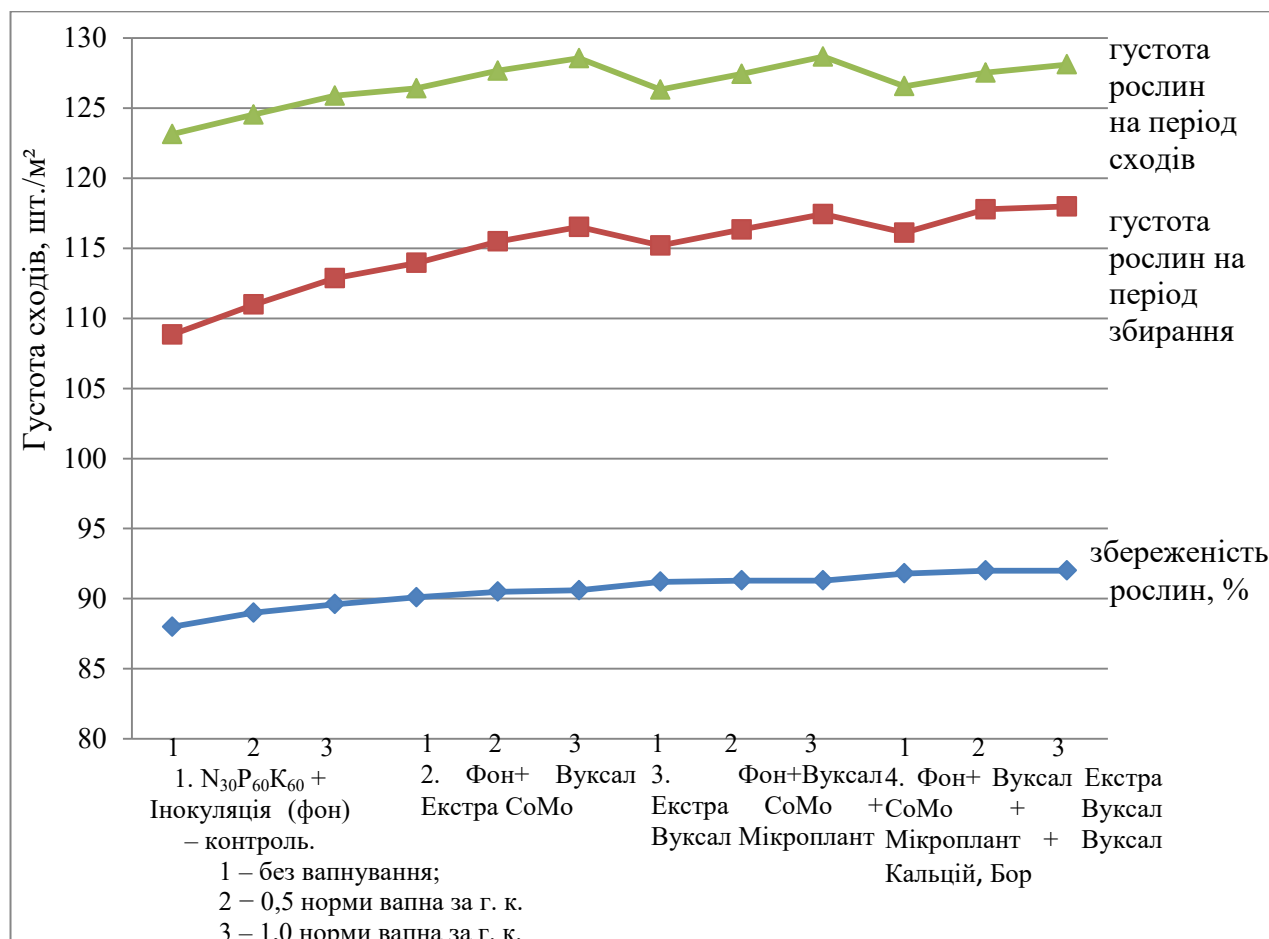


Рисунок 2.1 – Взаємозв'язок густоти сходів, густоти рослин перед збиранням та збереженість у сорту Скінадо залежно від вапнування та удобрення (середнє за 2017-2019 рр.)

Так на контрольному варіанті у сортів Скінадо та Сомервуд густота рослин на період збирання становила 1088,5 і 1092,3 тис./га, а за проведення вапнування ґрунту (0,5 норми за г. к.), густота рослин збільшилася до 1109,8 та 1142,4 тис./га, а за з внесення вапна (1,0 норми за г. к.), густота рослин збільшилася до 1128,7 та 1132,5 тис./га [248].

Проте, за передпосівної обробки насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо густина рослин збільшилася на всіх варіантах досліджу: без вапнування – на 51 і 50,1 тис/га (4,5 та 4,5%), так і на варіантах вапнуванням

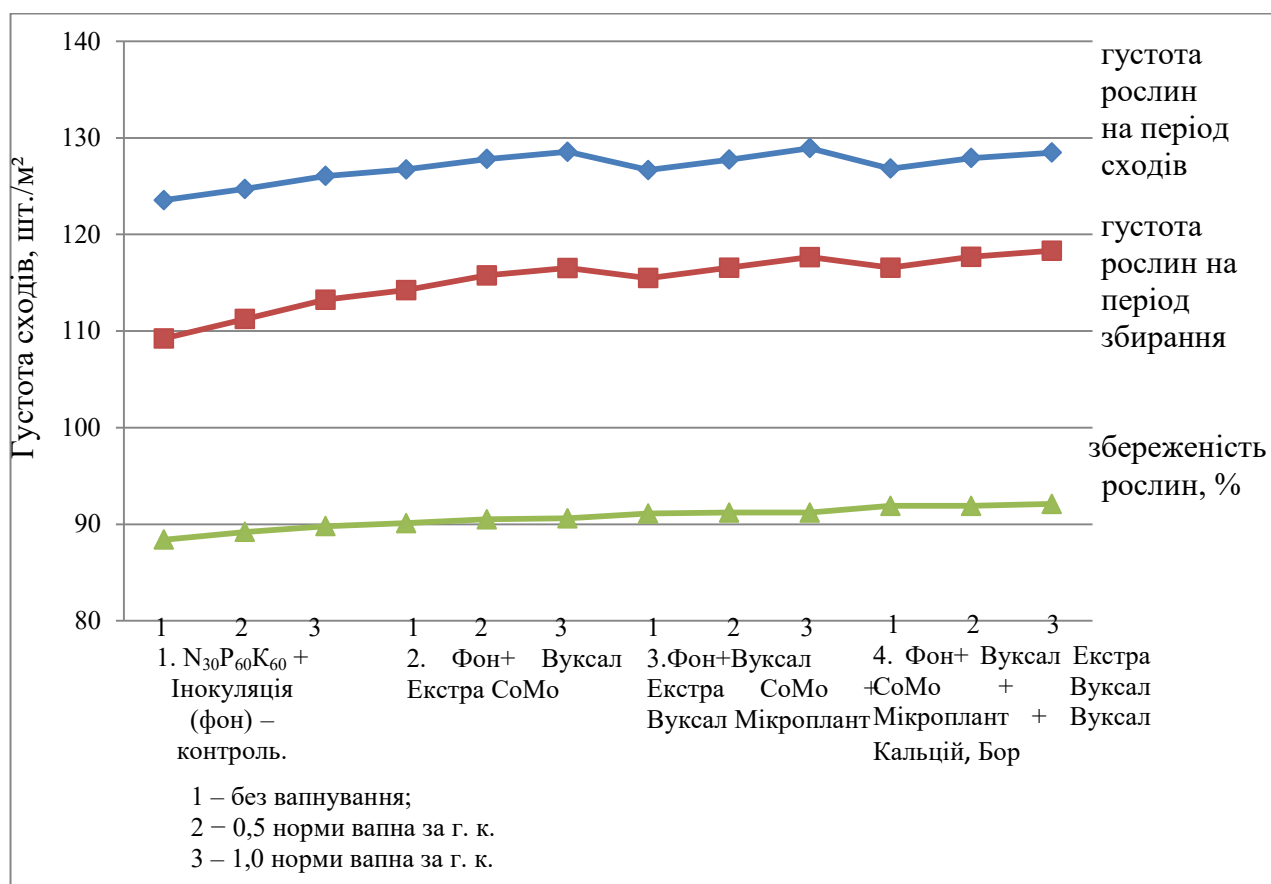


Рисунок 2.2 – Взаємозв’язок густоти сходів, густоти рослин перед збиранням та збереженість у сорту Сомервуд залежно від вапнування та удобрення (середнє за 2017-2019 рр.)

(0,5 норми за г. к.) – 45 та 45,2 тис/га (4,1 і 3,9%) та (1,0 норми за г. к.) – 36,5 і 32,7 тис/га (3,1 і 2,8%).

Більша густина рослин була на варіантах досліджу, де на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, проводили передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та позакореневі підживлення її мікродобривом Вуксал Мікроплант. Так густина рослин у сортів Скінадо та Сомервуд на варіанті досліджу без вапнування склала 1151,9 і 1154,8 тис. шт./га, за внесення вапна (0,5 норми за г. к.) – 1163,4 та 1157,6 тис.шт./га, за внесення вапна (1,0 норми за г. к.) – 1174,3 і 1176,5 тис. шт./га. Це вище порівняно із контрольним варіантом на 63, 4 і 62,5; 74,9 та 65,3;

85,8 і 84,2 тис. шт./га. Проте, кращий варіант досліду, з внесенням вапна (1 норми за г. к.), мінеральних добрив, передпосівною обробкою насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведення позакореневих підживлень мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації забезпечив густоту рослин у сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд на рівні 1179,8 і 1183,1 тис. шт./га. Це вище ніж на контролі на 91,3 і 90,8 тис. шт./га.

Польова схожість насіння була вищою на варіанті, де на фоні внесення мінеральних добрив проводили передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо з внесенням вапна (1 норми за г. к.) польова схожість склала у сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд – 91,8 та 91,9%, що вище ніж на контролі на 3,9 та 3,7% відповідно. Крім того, встановлено, що на формування густоти рослин гороху овочевого впливали гідротермічні умови року на час сівби. Нижча польова схожість була в умовах 2018 року, це можна пояснити меншою кількістю опадів, які випали у квітні – 15 мм, при середньому багаторічному показнику 36 мм. Кращі умови для формування збиральної густоти посівів гороху овочевого було отримано в умовах 2019 року, це пояснюється оптимальним режимом волого забезпечення, у критичний період росту й розвитку рослин. Найнижчі показники густоти посівів гороху овочевого було отримано в умовах 2017 року, цей рік був найбільш посушливим порівняно із іншими роками досліджень. Застосування мінеральних добрив з внесенням вапна, передпосівна обробка насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал, проведення позакореневих підживлень мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації мало позитивний вплив на збереженість рослин у період вегетації і до збирання.

2.2.Тривалість міжфазних періодів та висоти рослин гороху овочевого залежно від вапнування ґрунту та системи живлення

Тривалість міжфазного періоду гороху овочевого залежно від досліджуваних факторів наведена в таблиці 2.2, вона висвітлює вплив мінеральних добрив, проведення вапнування, передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал, позакореневих підживлень мікродобривом Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор на тривалість міжфазних періодів гороху овочевого.

Як свідчать дані таблиці 2.2, найпомітніший вплив на тривалість міжфазного періоду сходи – вусоутворення спричиняла обробка насіння Вуксал Екстра СоМо, яка подовжувала тривалість цього періоду на 1 добу у сорту Скінадо та на 2 доби у сорту Сомервуд.

У період вусоутворення – бутонізація за внесення вапна подовжувало фазу на 1-2 доби залежно від варіанта досліду. Крім того на тривалість періоду вусоутворення – бутонізація чинив вплив внесення мікродобрива Вуксал Мікроплант у період бутонізації, що подовжувало фазу на 1-2 доби.

Проте, тривалість цієї фази, також залежала у розрізі років вирощування від забезпеченості рослин вологою, і у період дефіциту вологи, тобто настання повітряно-ґрунтової посухи, негативно позначається на рості та розвитку рослин. Подібне явище спостерігали й у наступний період бутонізація – цвітіння. Проте, необхідно відмітити, що на тривалість періоду бутонізація – цвітіння відмічено значний вплив проведення позакореневих підживлень мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації, що сприяло подовженню періоду бутонізації – цвітіння на 2-3 доби порівняно із контрольним варіантом. Слід вказати, що проходження міжфазного періоду цвітіння – налив насіння і налив насіння – технічна стиглість насіння у всіх варіантах досліду практично не залежало від досліджуваних чинників.

Таблиця 2.2

Тривалість міжфазних періодів гороху овочевого залежно від застосування вапнування та удобрення

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Сівба – сходи	Сходи – вусоутворення	Вусоутворення – бутонізація	Бутонізація – цвітіння	Цвітіння – налив насіння	Налив насіння – молочна стиглість	Молочна стиглість – технічна стиглість	Сходи – збирання
Скінадо									
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	11	10	21	8	6	7	2	54
	0,5 норми вапна за г. к.	11	10	23	8	6	7	2	56
	1,0 норми вапна за г. к.	11	10	24	8	6	7	2	57
	Без вапнування	12	11	21	8	6	7	2	55
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	0,5 норми вапна за г. к.	12	11	23	8	6	7	2	57
	1,0 норми вапна за г. к.	12	11	24	8	6	7	2	58
	Без вапнування	12	11	21	9	6	7	2	56
	0,5 норми вапна за г. к.	12	11	23	9	6	7	2	58
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	1,0 норми вапна за г. к.	12	11	25	9	6	7	2	60
	Без вапнування	12	11	22	9	7	7	2	58
	0,5 норми вапна за г. к.	12	11	24	9	7	7	2	60
	1,0 норми вапна за г. к.	12	11	26	9	7	7	2	62
Сомервуд									
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	11	9	25	8	6	7	2	57
	0,5 норми вапна за г. к.	11	10	26	8	6	7	2	59
	1,0 норми вапна за г. к.	11	10	26	9	6	7	2	60
	Без вапнування	12	10	25	8	6	7	2	58
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	0,5 норми вапна за г. к.	12	11	25	9	6	7	2	60
	1,0 норми вапна за г. к.	12	11	26	9	6	7	2	61
	Без вапнування	12	10	25	9	6	7	2	59
	0,5 норми вапна за г. к.	12	11	25	10	6	7	2	61
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	1,0 норми вапна за г. к.	12	11	25	10	7	7	2	62
	Без вапнування	12	11	25	10	6	7	2	61
	0,5 норми вапна за г. к.	12	12	25	10	7	7	2	63
	1,0 норми вапна за г. к.	12	12	26	11	7	7	2	65

Щодо тривалості періоду технічної стиглості насіння, то він на всіх варіантах складав максимум 4 дні [248].

За результатами наших досліджень було встановлено, що тривалість періоду сходи-початок технічної стиглості сортів гороху овочевого залежав від гідротермічного режиму років досліджень, системи живлення, застосування вапнування (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Тривалість періоду сходи-початок технічної стиглості сортів гороху залежно від застосування вапнування та удобрення, діб

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	51	55	56	54±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	53	57	58	56±0,6
	1,0 норми вапна за г. к.	54	58	59	57±0,6
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	52	56	57	55±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	54	58	59	57±0,6
	1,0 норми вапна за г. к.	55	59	60	58±0,6
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	53	57	58	56±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	55	60	60	58±0,7
	1,0 норми вапна за г. к.	56	63	61	60±1,2
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	56	58	60	58±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	57	61	62	60±0,6
	1,0 норми вапна за г. к.	59	63	63	62±0,33
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	54	58	59	57±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	56	61	61	59±0,7
	1,0 норми вапна за г. к.	57	62	62	60±0,7
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	55	59	60	58±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	57	62	62	60±0,7
	1,0 норми вапна за г. к.	58	63	63	61±0,7
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	56	60	61	59±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	58	62	63	61±0,6
	1,0 норми вапна за г. к.	59	64	64	62±0,7
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	58	62	62	61±0,3
	0,5 норми вапна за г. к.	60	64	65	63±0,3
	1,0 норми вапна за г. к.	62	66	67	65±0,6

Примітка: * – довірчий інтервал середньої арифметичної на 1%-му рівні значущості

Незалежно від варіанта досліджень більш тривалий період сходо-початок технічної стиглості спостерігався в умовах 2019 року, це пов'язано із кращим вологозабезпеченням впродовж тривалості періоду сходо-початок технічної стиглості, при цьому період сходо-початок технічної стиглості змінювався від 56 до 67 діб. Менш тривалий період сходо-початок технічної стиглості спостерігався в умовах 2017 року і змінювався від 56 до 65 діб [248].

Несприятливі погодні умови в даний час є основною причиною зниження врожайності гороху [247]. Відомо, що у посушливі роки вегетація гороху може скорочуватися у півтора рази та відповідно скорочується період цвітіння на 7-10 днів, що призводить до зниження врожайності [244; 245].

Найменша тривалість періоду сходо-початок технічної стиглості спостерігалася на варіантах контролю, де на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, проводили передпосівну обробку насіння Ризобофітом і склали у сортів гороху овочевого Скінадо – 55 діб та Сомервуд – 58 діб. Проведення передпосівною обробки насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та передпосівної обробки насіння Ризобофітом приводила до подовження тривалості періоду сходо-початок технічної стиглості у сортів гороху овочевого Скінадо до 55 діб та Сомервуд до 58 діб (див. табл. 2.2, ст. 78). Більш тривалий період сходо-початок технічної стиглості спостерігався на варіантах досліду, де було застосовано мінеральні добрива, передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації і склав у сортів гороху овочевого Скінадо – 58 діб та Сомервуд – 61 добу.

Застосування вапнування (0,5 та 1,0 норми за г. к.) призводило до подовження періоду сходо-початок технічної стиглості на всіх варіантах досліду від 2-3 діб та 3-5 діб відповідно [248].

Різне співвідношення елементів структури врожаю сортів гороху призводить до формування різної врожайності. У гороху це густина рослин на час збирання, кількість бобів на рослину, кількість зерен в бобі, кількість зерен на рослину і маса 1000 зерен [249]. Завдяки оптимізації умов вирощування шляхом відповідного поєднання дії структурних елементів технології (сорт, система удобрення і захисту, інокуляція) можна досягти максимальної реалізації генетичного потенціалу сортів гороху [249].

Висота стебла сортів гороху овочевого насамперед залежала від гідротермічного режиму років досліджень, застосування вапнування та позакореневих підживлень та сортових особливостей. Значно вищі показники висоти рослин спостерігалися в умовах 2019 року і, залежно від варіанта досліджень, змінювалися від 79,7 см до 97 см у сорту Скінадо та від 78,6 до 95,8 см у сорту Сомервуд (табл. 2.4). Нижчу висоту рослин відмічено в умовах 2017 року, так у сорту Скінадо, висота змінювалася від 68,9 до 80,2 см, а у сорту Сомервуд від 70,2 до 85,3 см, це пов'язано із погіршенням вологозабезпечення у критичні періоди за фазами росту й розвитку рослин сортів гороху овочевого, порівняно з умовами 2019 року, які були більш сприятливими за умовами зволоження.

Найнижчі показники висоти рослин спостерігалися на варіантах контролю, де на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, проводили передпосівну обробку насіння Ризобофітом, і склала у рослин гороху овочевого сорту Скінадо – 75,5 см, а у сорту Сомервуд – 74,7 см.

Застосування вапнування ґрунту на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом призводило до підвищення висоти рослин у сорту Скінадо та Сомервуд відповідно на 2,4; 2,9 і 4,8; 5,5 см відповідно за вапнування ґрунту (0,5 та 1,0 норми за г. к.). Однак, більший вплив на формування висоти рослин забезпечувала передпосівна обробка насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та

**Висота рослин сортів гороху овочевого залежно від застосування
вапнування та удобрення, діб**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	68,9	77,8	79,7	75,5±3,3
	0,5 норми вапна за г. к.	71,4	80,2	82,3	77,9±3,3
	1,0 норми вапна за г. к.	72,6	83,4	85,0	80,3±3,9
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	72,9	80,2	83,1	78,7±3,0
	0,5 норми вапна за г. к.	74,7	83,2	85,4	81,1±3,3
	1,0 норми вапна за г. к.	75,9	85,9	87,2	83,0±3,6
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	73,4	83,1	86,3	80,9±3,9
	0,5 норми вапна за г. к.	75,6	86,4	89,4	83,8±4,2
	1,0 норми вапна за г. к.	77,8	88,8	91,7	86,1±4,2
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	76,9	85,7	89,9	84,2±3,3
	0,5 норми вапна за г. к.	78,7	88,6	93,4	86,9±4,3
	1,0 норми вапна за г. к.	80,2	92,5	97,0	89,9±5,0
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	70,2	75,4	78,6	74,7±2,4
	0,5 норми вапна за г. к.	73,2	78,1	81,5	77,6±2,4
	1,0 норми вапна за г. к.	75,1	81,2	84,2	80,2±2,7
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	74,8	78,4	82,3	78,5±2,2
	0,5 норми вапна за г. к.	76,4	81,3	84,2	80,8±2,3
	1,0 норми вапна за г. к.	77,8	83,4	86,1	82,4±2,4
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	77,7	81,5	85,2	81,5±2,2
	0,5 норми вапна за г. к.	79,8	84,6	88,6	84,3±2,5
	1,0 норми вапна за г. к.	82,9	86,7	90,3	86,5±2,1
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	80,5	83,8	88,5	84,3±2,3
	0,5 норми вапна за г. к.	83,6	88,2	92,3	88,0±2,5
	1,0 норми вапна за г. к.	85,3	91,6	95,8	90,9±3,1

Примітка: * – довірчий інтервал середньої арифметичної на 1%-му рівні значущості.

передпосівної обробки насіння Ризобофітом і була вищою у сортів гороху Скінадо та Сомервуд на 3,2 та 3,8 см порівняно із контролем. Найвищі показники висоти рослин сортів гороху овочевого без вапнування спостерігалися на варіантах досліду, де було застосовано мінеральні добрива, передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час

бутонізації і склала у сортів гороху овочевого Скінадо – 84,2 см та Сомервуд – 84,3 см.

Придатність сортів до механізованого збирання та стійкість до вилягання вивчають у двох несуміжних повтореннях у фазі настання повної технічної стиглості. Для цього в п'яти місцях ділянки за п'ятьма рослинами визначають фактичну висоту рослин, довжину стебла та висоту прикріплення нижніх бобів (відстань від поверхні ґрунту до верхівки першого бобу). Стійкість сорту до вилягання визначають за відношенням середньої фактичної висоти рослин до середньої довжини рослин у відсотках і виражають у балах: 9 – 100%; 7 – 70%; 5 – 50%, 3 – 30%; 1 – 20% [249].

За стійкістю до вилягання сорти гороху овочевого показали найвищі показники на контрольному варіанті, стійкість до вилягання у сортів Скінадо і Сомервуд змінювалася від 8 до 9 балів, а середній показник склав 8,3 бала (табл. 2.5).

Аналогічні показники було отримано і на варіанті, де було проведено передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та передпосівної обробки насіння Ризобофітом, від 8 до 9 балів.

Незначне зниження стійкості до вилягання спостерігалось на варіанті досліду, де було застосовано мінеральні добрива, передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси у сортів гороху овочевого Скінадо – 7-8 балів та Сомервуд – 7-8 балів.

Практично на одному рівні з попереднім варіантом спостерігалася стійкість до вилягання на варіанті, де було застосовано мінеральні добрива, передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено вапнування та позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор

**Стійкість до вилягання сортів гороху овочевого залежно від
застосування вапнування та удобрення, бал**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	9	8	8	8,3±0,7
	0,5 норми вапна за г. к.	9	8	8	8,3±0,7
	1,0 норми вапна за г. к.	9	8	8	8,3±0,7
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	9	8	8	8,3±0,7
	0,5 норми вапна за г. к.	9	8	8	8,3±0,7
	1,0 норми вапна за г. к.	9	8	8	8,3±0,7
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	8	7	7	7,3±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	8	7	7	7,3±0,6
	1,0 норми вапна за г. к.	8	7	7	7,3±0,6
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	8	7	7	7,3±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	8	7	7	7,3±0,6
	1,0 норми вапна за г. к.	8	7	7	7,3±0,5
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	9	8	8	8,3±0,7
	0,5 норми вапна за г. к.	9	8	8	8,3±0,7
	1,0 норми вапна за г. к.	9	8	8	8,3±0,7
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	9	8	8	8,3±0,7
	0,5 норми вапна за г. к.	9	8	8	8,3±0,7
	1,0 норми вапна за г. к.	9	8	8	8,3±0,7
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	8	7	8	7,7±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	8	7	8	7,7±0,6
	1,0 норми вапна за г. к.	8	7	8	7,7±0,6
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	8	7	8	7,7±0,5
	0,5 норми вапна за г. к.	8	7	8	7,7±0,5
	1,0 норми вапна за г. к.	8	7	7	7,3±0,5

Примітка: * – довірчий інтервал середньої арифметичної на 1%-му рівні значущості.

під час бутонізації у сортів гороху овочевого Скінадо – 7-8 балів та Сомервуд – переважно 8 балів.

На основі результатів досліджень цього розділу можна зробити такі висновки:

1. Найбільша густина рослин отримана на варіант досліду, де на фоні контролю було проведено внесення вапна (1 норми за г. к.), передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, позакореневі підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації, це забезпечило густоту рослин –1179,8 і 1183,1 тис./га у сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд, що вище ніж на контролі на 91,3 і 90,8 тис. шт./га.

2. Польова схожість насіння була вищою на варіанті, де на фоні внесення мінеральних добрив проводили передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо з внесенням вапна (1 норми за г. к.) при цьому польова схожість склала у сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд – 91,8 та 91,9%, що вище ніж на контролі на 3,9 та 3,7% відповідно.

3. Вищою була збереженість рослин на варіанті досліду, з внесенням вапна (1 норми за г. к.), мінеральних добрив, передпосівною обробкою насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведення позакореневих підживлень мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації і склала 92,0% та 92,1% у сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд.

4. Більш тривалий період сходи-початок технічної стиглості спостерігався на варіантах досліду, де було застосовано мінеральні добрива, передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації і склав у сортів гороху овочевого Скінадо – 58 діб та Сомервуд – 61 добу. Застосування вапнування (0,5 та 1,0 норми за г. к.) призводило до подовження періоду сходи-початок технічної стиглості на всіх варіантах досліду від 2-3 діб та 3-5 діб відповідно.

5. Найвищі показники висоти рослин сортів гороху овочевого спостерігалися на варіантах досліду, де було застосовано мінеральні добрива,

вапнування 1 нормою вапна, передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації і склала у сортів гороху овочевого Скінадо – 89,9 см та Сомервуд – 90,9 см.

6. За стійкістю до вилягання сорти гороху овочевого показали найвищі показники на контрольному варіанті, стійкість до вилягання у сортів Скінадо і Сомервуд змінювалася від 8 до 9 балів, а середній показник склав 8,3 бала. Аналогічні показники було отримано і на варіанті, де було проведено вапнування з 0,5 та 1,0 н. вапна за г.к., передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та передпосівної обробки насіння Ризобофітом, від 8 до 9 балів. Незначне зниження стійкості до вилягання спостерігалось на варіанті досліду, де було застосовано мінеральні добрива, передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси у сортів гороху овочевого Скінадо – 7-8 балів та Сомервуд – 7-8 балів.

РОЗДІЛ 3.

ФОТОСИНТЕТИЧНА АКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, ВАПНУВАННЯ ГРУНТУ ТА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

3.1. Динаміка формування площі листкової поверхні залежно від сортних особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення

Глибоке та всебічне вивчення фотосинтезу і його взаємозв'язку з іншими процесами життєдіяльності створює міцну наукову базу для теоретичного планування та практичного підвищення продуктивності галузі рослинництва, що є важливим напрямком досліджень сучасної аграрної науки [250].

Відомо, що 90-95% сухої речовини врожаю культурних рослин утворюється завдяки фотосинтезу, який проходить у зелених листках під впливом засвоєної сонячної енергії вуглекислого газу та води [251].

Особливістю фотосинтезу є те, що асимілюючи CO₂ зелені рослини виділяють в атмосферу O₂, тобто походження кисню є біогенне.

Одним з основних шляхів підвищення продуктивності фотосинтезу є збільшення площі асимілюючих органів – листків. Встановлено, що підживлення рослин збільшує розміри листкової поверхні, а також покращує фізіологічні особливості фотосинтетичного апарату – здатність поглинати і засвоювати енергію променів.

З погляду А. J. Simkina [250], формування максимальної врожайності культурних рослин відбувається за оптимального розміру площі листків, яка знаходиться у діапазоні від 40 до 50 тис. м²/га. Проте це твердження не є аксіомою, позаяк дослідженнями інших вчених [251] доведено факт накопичення енергії фотосинтезу рослинами не лише листовою поверхнею, але і стеблами та генеративними органами.

Фотосинтез відбувається в зелених органах рослин і, насамперед, в листках, тому величина площі листкової поверхні дуже важлива [252].

За результатами наших досліджень встановлено, що на формування площі листової поверхні значний вплив мали проведення позакореневих підживлень, вапнування та передпосівної обробки насіння мікроелементами.

У середньому за період проведення досліджень найменша площа листової поверхні була на контрольному варіанті і становила у фазу цвітіння 42,5 тис. м²/га у сорту Скінадо та 44,3 тис. м²/га у сорту Сомервуд (табл. 3.1), де було внесено мінеральні добрива N₃₀P₆₀K₆₀, та проведено передпосівну обробку насіння Ризобофітом. Підвищення площі листової поверхні спостерігалось на варіанті досліду, де було застосовано передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні застосування мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд порівняно із контролем на 10,3 тис. м²/га більше. Застосування позакореневого підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси на фоні внесення мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо забезпечила підвищення площі листової поверхні гороху овочевого сортів Скінадо і Сомервуд на 15,4 і 15,5 тис. м²/га порівняно ніж на контрольному варіанті. Максимальна площа листової поверхні у сортів Скінадо – 64,6 і Сомервуд – 67,2 тис. м²/га була отримана на варіанті досліду, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це на 22,1 і 22,9 тис. м²/га більше ніж на контролі у сортів Скінадо і Сомервуд.

Таким чином, застосування мікродобрив Вуксал Екстра СоМо за передпосівної обробки насіння, проведення позакореневих підживлень мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації забезпечувало підвищення

Таблиця 3.1

Динаміка наростання асиміляційної поверхні рослин гороху овочевого залежно від застосування вапнування та системи живлення, тис. м²/га (середнє за 2017-2019 рр.)

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Фенологічна фаза			
		3–листіків	Бутонізація	Цвітіння	Технічна стиглість
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	4,7	31,7	42,5	21,2
	0,5 норми вапна за г. к.	4,9	32,8	44,4	22,4
	1,0 норми вапна за г. к.	5,1	33,4	45,0	24,3
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	5,6	39,8	52,8	25,1
	0,5 норми вапна за г. к.	5,7	40,6	53,3	26,8
	1,0 норми вапна за г. к.	5,7	41,1	54,1	27,6
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	5,7	47,4	57,9	29,0
	0,5 норми вапна за г. к.	5,9	47,9	58,6	29,8
	1,0 норми вапна за г. к.	6,0	48,4	59,4	30,6
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	5,7	47,6	62,9	31,8
	0,5 норми вапна за г. к.	5,9	47,9	63,4	32,8
	1,0 норми вапна за г. к.	6,0	48,3	64,6	33,7
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	4,8	33,4	44,3	23,1
	0,5 норми вапна за г. к.	5,0	34,2	45,1	24,3
	1,0 норми вапна за г. к.	5,2	35,0	45,9	25,7
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	5,7	42,7	54,6	27,5
	0,5 норми вапна за г. к.	5,8	43,5	55,2	28,8
	1,0 норми вапна за г. к.	5,8	44,0	55,9	29,2
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	5,9	49,6	59,8	30,2
	0,5 норми вапна за г. к.	6,0	50,4	60,4	31,1
	1,0 норми вапна за г. к.	6,2	51,2	61,2	32,9
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	5,9	50,1	66,3	34,8
	0,5 норми вапна за г. к.	6,0	50,9	66,9	35,7
	1,0 норми вапна за г. к.	6,2	51,6	67,2	36,4

площі листкової поверхні за рахунок посилення вегетативного росту та підвищення темпів наростання листкової поверхні. Проведення вапнування також сприяло підвищенню площі листкової поверхні рослин за рахунок опосередкованого впливу на реакцію ґрунтового розчину та поліпшення процесів азотфіксації в ґрунті.

У період технічної стиглості сортів гороху овочевого спостерігалось зниження площі листкової поверхні у всіх варіантах дослідів, що пов'язано, на нашу думку, із стадійним старінням гороху. Проте, найвища площа листкової поверхні була отримана на варіанті дослідів, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобіфітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. І склала у фазу технічної стиглості у сортів гороху овочевого Скінадо – 33,7, а у сорту Сомервуд – 36,4 тис. м²/га, що на 12,5 та 13,3 тис. м²/га більше ніж на контролі.

Величина фотоасиміляційної поверхні посівів прямо впливає на урожайність сільськогосподарських культур і є важливим діагностичним показником.

Індекс листкової поверхні (ІЛП) гороху овочевого значно підвищувався від застосування позакореневих підживлень, меншою мірою індекс листкової поверхні змінювався від проведення вапнування. Однак сумісне застосування позакореневого підживлення та проведення вапнування суттєво підвищує індекс листкової поверхні гороху овочевого (табл. 3.2). Це пов'язано із безпосередньою дією мікроелементів за обробки насіння та проведення позакореневих підживлень. Крім того, опосередкованою дією меліоранта за рахунок покращення симбіотичної діяльності рослин.

При проходженні наступних фаз розвитку зафіксовано активне формування площі листкової поверхні рослин гороху овочевого, було застосовано вапнування та позакореневі підживлення, про що свідчить

Таблиця 3.2

**Індекс листкової поверхні гороху овочевого залежно від застосування
вапнування та системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Фази розвитку				
		2-3 прилист- ки	5-6 прилист- ки	бутона- ція	цвітіння	Технічна стиглість
Скінадо						
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	0,47	0,68	3,17	4,25	2,12
	0,5 норми вапна за г.к.	0,49	0,72	3,28	4,44	2,24
	1,0 норми вапна за г. к.	0,51	0,74	3,34	4,50	2,43
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	0,56	0,77	3,98	5,28	2,51
	0,5 норми вапна за г.к.	0,57	0,79	4,06	5,33	2,68
	1,0 норми вапна за г. к.	0,57	0,8	4,11	5,41	2,76
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	0,57	0,81	4,74	5,79	2,90
	0,5 норми вапна за г.к.	0,59	0,83	4,79	5,86	2,98
	1,0 норми вапна за г. к.	0,60	0,85	4,84	5,94	3,06
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	0,57	0,81	4,76	6,29	3,18
	0,5 норми вапна за г.к.	0,59	0,83	4,79	6,34	3,28
	1,0 норми вапна за г. к.	0,60	0,86	4,83	6,46	3,37
Сомервуд						
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	0,48	0,71	3,34	4,43	2,31
	0,5 норми вапна за г.к.	0,50	0,73	3,42	4,51	2,43
	1,0 норми вапна за г. к.	0,52	0,75	3,5	4,59	2,57
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	0,57	0,79	4,27	5,46	2,75
	0,5 норми вапна за г.к.	0,58	0,81	4,35	5,52	2,88
	1,0 норми вапна за г. к.	0,58	0,83	4,40	5,59	2,92
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	0,59	0,82	4,96	5,98	3,02
	0,5 норми вапна за г.к.	0,60	0,85	5,04	6,04	3,11
	1,0 норми вапна за г. к.	0,62	0,86	5,12	6,12	3,29
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	0,59	0,82	5,01	6,63	3,48
	0,5 норми вапна за г.к.	0,60	0,85	5,09	6,69	3,57
	1,0 норми вапна за г. к.	0,62	0,86	5,16	6,72	3,64

збільшені значення ІЛП дослідних варіантів посівів порівняно з контрольними посівами. Вищий, порівняно із контролем, індекс листкової поверхні гороху овочевого сортів Скінадо та Сомервуд було отримано на варіанті досліду, де на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, проводили передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо. Так індекс листкової поверхні у фазі 2-3 прилистків склав відповідно по сортах 0,56 та 0,57, а у фазі 5-6 прилистків 0,77 та 0,79, у фазі бутонізації 3,98 і 4,27, у фазу цвітіння 5,28 і 5,46 та у фазі технічної стиглості 2,51 і 2,75. Значно вищий індекс листкової поверхні отримано на варіанті досліду, де на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, проводили передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та проведено позакореневі підживлення у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал Мікроплант. При цьому індекс листкової поверхні у фазі 2-3 склав 0,57 у сорту Скінадо та 0,59 – у сорту Сомервуд, у фазі 5-6 прилистків 0,81 та 0,82 у фазі бутонізації 4,74 та 4,96 і у фазі цвітіння 5,79 у сорту Скінадо та 5,98 – у сорту Сомервуд. Дещо вищим індекс листкової поверхні був у фазі технічної стиглості і становив у сорту Скінадо – 2,9, а у сорту Сомервуд – 3,02. Ймовірно збільшена площа листкової поверхні посівів гороху оброблених мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, Вуксал Мікроплант, Вуксал Кальцій, Бор залишалася до фази утворення бобів.

Найвищий індекс листкової поверхні рослин сортів гороху овочевого спостерігалися на варіантах досліду, де було застосовано мінеральні добрива передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації складав 4,76 у сорту Скінадо та 5,01 у сорту Сомервуд. Це у послідуєчому знайшло своє відображення у показниках листкового індексу у фазі цвітіння та утворення бобів. Листковий індекс у фазі цвітіння та технічної стиглості складав у сорту Скінадо 6,29; 3,18. У сорту Сомервуд у

ці фази індекс листкової поверхні був вищим і показав 6,63 у фазу цвітіння, а у фазу технічної стиглості – 3,48. Таким чином, індекс листкової поверхні від застосування вапнування та позакореневих підживлень підвищувався порівняно із контролем на 12-28% у залежності від варіанта досліду.

Вміст хлорофілу в листках гороху овочевого більшою мірою залежав від фази розвитку рослин, а також дії мікроелементів за проведення обробки насіння, позакореневих підживлень, а також дії меліоранта за рахунок покращення симбіотичної діяльності рослин (табл. 3.3).

Вміст хлорофілу в листках підвищувався до фази бутонізації на контрольному варіанті, де на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, проводили передпосівну обробку насіння Ризобофітом, без вапнування від 401 до 575 ум. од. у сорту Скінадо та від 422 до 594 ум. од. у сорту Сомервуд. Максимальне значення від фази 2-3 прилистків до бутонізації було отримано на варіанті, де застосовано вапнування (1,0 норми за г. к.), мінеральні добрива в нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації від 433 до 619 ум. од. у сорту Скінадо та від 462 до 649 ум. од. у сорту Сомервуд.

У фазі цвітіння спостерігалось зниження показників вмісту хлорофілу навіть на кращому варіанті, де було застосовано вапнування (1,0 норми за г.к.), внесено мінеральні добрива в нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, здійснено передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації – 574 ум. од. у сорту Скінадо та 603 ум. од. у сорту Сомервуд.

У фазі 2-3 прилистків на варіанті досліду, де на фоні контрольного варіанта було проведено обробку насіння мікроелементами Вуксал Екстра СоМо вміст хлорофілу в листках порівняно із контрольним варіантом підвищився на 4,6-5,3 %, у сортів Скінадо та Сомервуд.

Вміст хлорофілу (ум. од.) в листках гороху овочевого залежно від застосування вапнування та системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Фази розвитку				
		2-3 прилист- ки	5-6 прилист- ки	бутона- ція	цвітіння	утворе- ння бобів
Скінадо						
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	401	473	555	529	518
	0,5 норми вапна за г.к.	403	477	559	534	524
	1,0 норми вапна за г. к.	406	482	554	539	530
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	423	485	588	543	532
	0,5 норми вапна за г.к.	427	492	594	549	539
	1,0 норми вапна за г. к.	431	501	602	556	546
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	426	498	598	554	543
	0,5 норми вапна за г.к.	429	506	605	560	549
	1,0 норми вапна за г. к.	433	516	617	566	560
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	426	498	606	559	554
	0,5 норми вапна за г.к.	429	506	612	568	561
	1,0 норми вапна за г. к.	433	516	619	574	569
Сомервуд						
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	422	482	564	548	529
	0,5 норми вапна за г.к.	423	498	572	553	538
	1,0 норми вапна за г. к.	425	501	581	559	544
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	442	516	618	561	545
	0,5 норми вапна за г.к.	448	524	624	578	551
	1,0 норми вапна за г. к.	453	529	631	586	560
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	452	527	632	574	557
	0,5 норми вапна за г.к.	458	540	641	589	564
	1,0 норми вапна за г. к.	462	545	650	596	568
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	452	527	634	587	571
	0,5 норми вапна за г.к.	458	540	641	595	577
	1,0 норми вапна за г. к.	462	545	649	603	582

На варіанті досліду, де на фоні контрольного варіанта було застосовано вапнування (1,0 норми за г. к.), насіння оброблене мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та проведено позакореневі підживлення мікродобривом

Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси вміст хлорофілу підвищився на 6,3 та 8,1%, у сортів Скінадо та Сомервуд.

Найвищі показники вмісту хлорофілу в листках порівняно із контрольним варіантом було отримано у фазу бутонізації на варіанті дослід, де на фоні контрольного варіанта було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.), оброблене насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та проведено позакореневі підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації на 11,6 та 11,5%. У фазу цвітіння відмічається зниження вмісту хлорофілу, що пов'язано із переходом від вегетативного до репродуктивного розвитку рослини.

Так найвищий вміст хлорофілу у варіанті дослід, де на фоні контрольного варіанта було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.), обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та проведено позакореневі підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор зменшився на 45 та 46 ум. од порівняно із показниками вмісту хлорофілу у фазу бутонізації. Ще нижчі показники вмісту хлорофілу спостерігалися у фазу утворення бобів на цьому ж варіанті дослід був на 50 та 67 ум. од. менше порівняно із фазою бутонізації.

3.2. Динаміка формування фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності залежно від вапнування ґрунту та системи живлення

Від площі листкової поверхні рослин та тривалості міжфазних періодів залежить величина фотосинтетичного потенціалу. Потрібно зазначити, що на думку А.А. Ничипоровича висока продуктивність посівів сільськогосподарських культур можлива за умови, що фотосинтетичний потенціал буде більше 2 млн. м²×діб/га за кожні 100 днів вегетації [250].

Фотосинтетична продуктивність посівів сільськогосподарських культур, у тому числі і гороху овочевого, визначається не тільки величиною площі листкової поверхні, а й тривалістю її активної роботи. Дані показники об'єднуючись складають фотосинтетичний потенціал, що характеризує фенотипічні особливості рослин, площу листової поверхні та темпи її розвитку за весь період вегетації з врахуванням гідротермічних умов. За допомогою фотосинтетичного потенціалу можна достовірно оцінити фотосинтетичну продуктивність посівів, він у більшій мірі показує реальні можливості посівів формувати органічну речовину ніж площа листкової поверхні рослин [250].

Поряд із цим на формування величини фотосинтетичного потенціалу посіву впливають цілий ряд факторів, таких як погодні умови року, генетико-біологічні особливості вирощуваних сортів, система удобрення, агротехнічні елементи технології вирощування, система захисту посіву від бур'янів, шкідників і хвороб.

Фотосинтетичний потенціал посіву визначають, знаючи величину площі листкової поверхні на один гектар посіву окремо за кожний період вегетації. При цьому посіви вважаються добрими, коли фотосинтетичний потенціал їх становить 2,2-3,0 млн. м² діб/га [250].

За результатами проведення наших досліджень слід відмітити, що фотосинтетичний потенціал сортів збільшувався впродовж усього вегетаційного періоду і залежав від сортових особливостей, внесення мінеральних добрив, проведення передпосівного обробки насіння інокулянтном, застосування комплексу мікроелементів та гідротермічних умов проведення досліджень.

За роки досліджень у середньому за період повні сходи-технічна стиглість на контрольному варіанті фотосинтетичний потенціал у сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд становив 2,039 та 2,254 млн. м² діб /га (табл. 3.4).

**Фотосинтетичний потенціал посіву гороху овочевого залежно від
застосування вапнування та системи живлення, млн. м² діб /га
(середнє за 2017-2019 рр.)**

Удобрєння (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Міжфазні періоди			
		Повні сходи – 3-й трійчастий листок	Повні сходи – бутонізація	Повні сходи цвітіння	Повні сходи – технічна стиглість
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль. –	Без вапнування	0,167	0,455	1,132	2,039
	0,5 норми вапна за г. к.	0,175	0,471	1,194	2,094
	1,0 норми вапна за г. к.	0,186	0,482	1,218	2,138
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	0,183	0,567	1,314	2,511
	0,5 норми вапна за г. к.	0,189	0,578	1,339	2,572
	1,0 норми вапна за г. к.	0,195	0,585	1,396	2,612
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	0,193	0,661	1,431	2869
	0,5 норми вапна за г. к.	0,199	0,672	1,450	2912
	1,0 норми вапна за г. к.	0,207	0,680	1,472	2953
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	0,206	0,669	1,549	3,021
	0,5 норми вапна за г. к.	0,213	0,673	1,565	3,039
	1,0 норми вапна за г. к.	0,221	0,679	1,588	3,078
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль. –	Без вапнування	0,179	0,477	1,199	2,254
	0,5 норми вапна за г. к.	0,188	0,490	1,212	2,289
	1,0 норми вапна за г. к.	0,197	0,502	1,229	2,311
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	0,194	0,605	1,421	2,784
	0,5 норми вапна за г. к.	0,201	0,616	1,438	2,830
	1,0 норми вапна за г. к.	0,209	0,622	1,459	2,866
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	0,203	0,693	1,551	3,119
	0,5 норми вапна за г. к.	0,212	0,705	1,577	3,183
	1,0 норми вапна за г. к.	0,219	0,718	1,599	3,231
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	0,221	0,703	1,711	3,339
	0,5 норми вапна за г. к.	0,229	0,711	1,732	3,392
	1,0 норми вапна за г. к.	0,235	0,723	1,750	3,427

За проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні застосування мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд порівняно із контролем фотосинтетичний потенціал

збільшився на 0,472 і 0,530 млн. м² діб /га.

Застосування позакореневого підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо забезпечило підвищення у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд фотосинтетичного потенціалу на 0,830 та 0,865 млн. м² діб /га порівняно із контролем.

Максимальні показники фотосинтетичного потенціалу у сортів Скінадо – 3,078 і Сомервуд –3,427 млн. м² діб /га було отримана на варіанті досліду, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це на 1,020 та 1,173 млн. м² діб /га більше ніж на контролі. Крім позитивного впливу мікроелементів на формування фотосинтетичного потенціалу посівів мало проведення вапнування (0,5 та 1,0 норми за г. к.).

Так на всіх варіантах досліду спостерігалось підвищення показників фотосинтетичного потенціалу від 43 і 35 до 68 та 64 діб/га у сортів Скінадо і Сомервуд за внесення вапна (0,5 норми за г. к.) та від 84 і 54 до 101 та 112 у сортів Скінадо і Сомервуд за внесення вапна (1,0 норми за г. к.).

Таким чином, передпосівна обробка насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, у поєднанні із позакореневими підживленнями Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом сприяли формуванню

максимальних показників фотосинтетичного потенціалу як для сорту Скінадо – 3,078, так і для сорту Сомервуд – 3,427 млн. м² діб /га [253].

Крім величини площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу посівів, надзвичайно важливим показником фотосинтетичної продуктивності є чиста продуктивність фотосинтезу, який вказує на динаміку накопичення сухої речовини. Чиста продуктивність фотосинтезу – це маса сухої речовини, що синтезувалась за певний проміжок часу, в перерахунку на одиницю площі листків у ценозі. Таким чином, даний показник виражає продуктивну здатність до фотосинтезу одиниці площі листової поверхні за певний інтервал часу. Чиста продуктивність фотосинтезу – досить пластична ознака, яка піддається суттєвим змінам під впливом факторів навколишнього середовища, виходячи з чого він є специфічним для різних видів і сортів [252].

Застосування мінеральних добрив та обробка насіння Ризобіофітом, мікроелементами Вуксал Екстра СоМо із позакореновими підживленнями комплексом мікроелементів Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації мали позитивний вплив на інтенсивність нагромадження сухої речовини посівами гороху овочевого і, як результат, сприяли зростанню показника чистої продуктивності фотосинтезу.

Слід відмітити, що найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу за період від повних сходів до початку цвітіння у сортів Скінадо і Сомервуд – 5,08 і 5,3 г/м² за добу спостерігалися на варіанті досліду, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобіофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо (рис. 3.1, 3.2) та застосовано позакоренові підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації, це на 0,98 і 1,0 г/м² за добу більше ніж на контролі. Підвищення показників чистої продуктивності на цьому варіанті пов'язано із безпосереднім впливом комплексна суспензія з високим вмістом мікроелементів за використання

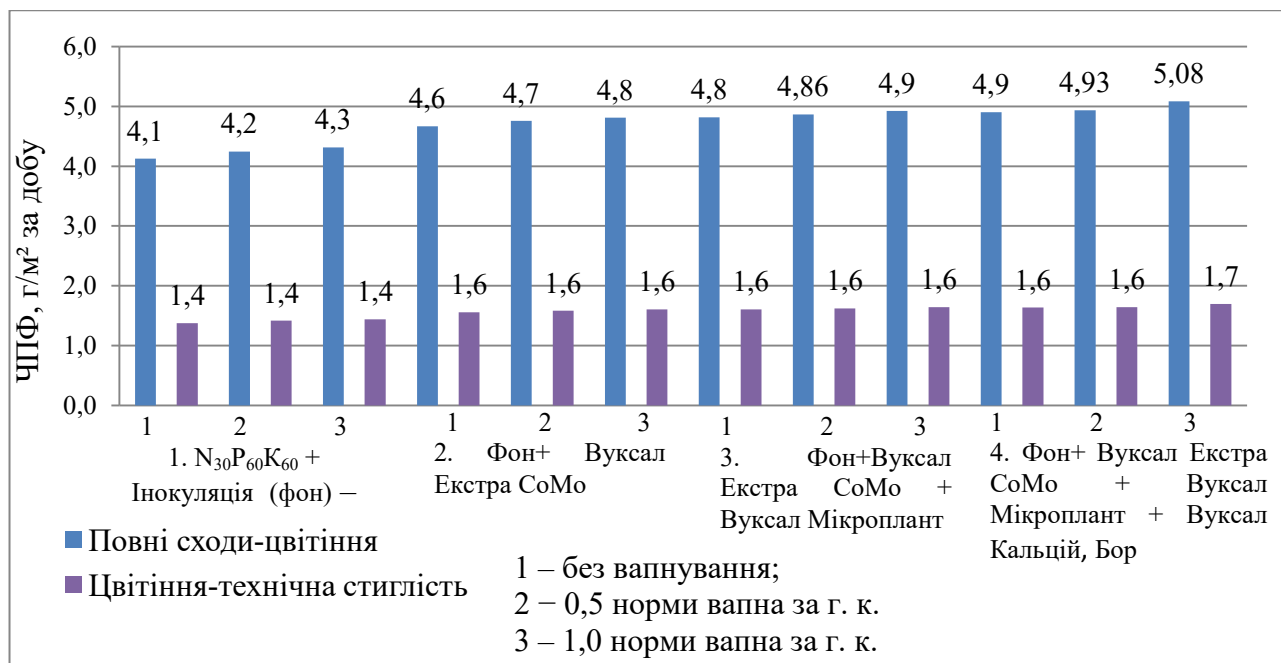


Рисунок 3.1 – Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу рослин гороху сорту Скінадо залежно від застосування вапнування та системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

мікродобрива Вуксал Екстра СоМо та проведення позакорневих підживлень Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор на покращення

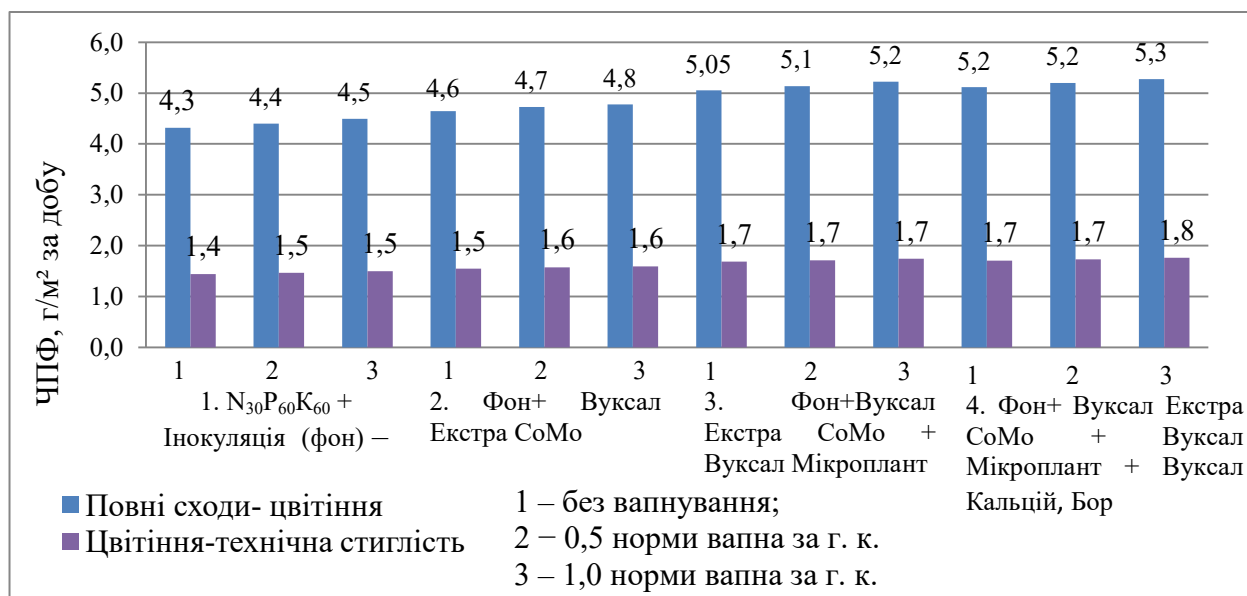


Рисунок 3.2 – Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу рослин гороху сорту Сомервуд залежно від застосування вапнування та системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

процесів росту й розвитку рослин, так і симбіотичної діяльності азотфіксуючих бактерій завдяки мікроелементам. На нашу думку, це пояснюється інтенсивним наростанням вегетативної маси, проте у цей період ще недостатня площа асиміляційної поверхні листків, а це створює умови для кращого проникнення фотосинтетично-активної радіації і до листків нижнього ярусу. Починаючи від фази цвітіння до технічної стиглості інтенсивність чистої продуктивності фотосинтезу значно зменшилася на всіх варіантах дослідів від 1,4 до 1,7 г/м² за добу у сорту Скінадо та від 1,4 до 1,8 г/м² за добу у сорту Сомервуд.

3.3. Динаміка формування сухої речовини та фотосинтетичної активної радіації залежно від вапнування та системи живлення

Фотосинтез є основним джерелом синтезу і нагромадження рослинами органічної речовини внаслідок поглинання сонячного світла і вуглекислого газу. Урожайність сільськогосподарських культур формується завдяки засвоєнню ними поживних речовин і їх переробки в процесі внутрішнього обміну, а також, процесах росту та розвитку. Близько 90 – 95 % маси сухої речовини урожаю формується за рахунок фотосинтетичних процесів, що змінюються в часі та залежать від особливостей біології культури, сорту, віку рослин та умов зовнішнього середовища [252].

Відомо, що ріст і розвиток рослин, у тому числі й гороху овочевого залежить від наявності та засвоєння рослинами елементів живлення із ґрунту та проходження ними процесу фотосинтезу. Із погіршенням проходження етапів процесу одного із складових змінює проходження і функції іншого, які є одним цілим процесом живлення рослини. Наростання сухої речовини залежно від вапнування та позакореневих підживлень сягає максимальних показників у фазі технічної стиглості (табл. 3.5).

Найнижчі показники наростання сухої речовини відмічено на варіанті дослідів, де було внесено мінеральні добрив N₃₀P₆₀K₆₀, та проведено передпосівну обробку насіння Ризобіфітом у фазі технічної стиглості у

**Динаміка накопичення сухої речовини рослин гороху залежно від
вапнування та системи живлення, т/га (середнє за 2017-2019 рр.)**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Фенологічна фаза			
		повні сходи - 3-й листок	3-й листок- бутонізація	бутоніза ція - цвітіння	повні сходи - технічна стиглість
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	1,08	3,40	4,14	4,81
	0,5 норми вапна за г. к.	1,13	3,51	4,25	4,99
	1,0 норми вапна за г. к.	1,18	3,62	4,32	5,39
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	1,29	3,75	4,37	5,48
	0,5 норми вапна за г. к.	1,34	3,81	4,53	5,57
	1,0 норми вапна за г. к.	1,36	3,92	4,67	5,65
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	1,32	4,07	4,76	5,71
	0,5 норми вапна за г. к.	1,36	4,14	4,91	5,82
	1,0 норми вапна за г. к.	1,39	4,22	5,09	5,88
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	1,33	4,29	5,17	5,94
	0,5 норми вапна за г. к.	1,37	4,42	5,22	6,12
	1,0 норми вапна за г. к.	1,40	4,51	5,34	6,23
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	1,19	4,21	4,93	5,96
	0,5 норми вапна за г. к.	1,23	4,38	5,11	6,11
	1,0 норми вапна за г. к.	1,26	4,49	5,19	6,22
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	1,31	4,68	5,26	6,34
	0,5 норми вапна за г. к.	1,34	4,86	5,32	6,45
	1,0 норми вапна за г. к.	1,39	5,04	5,40	6,57
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	1,44	5,21	5,49	6,65
	0,5 норми вапна за г. к.	1,50	5,38	5,57	6,74
	1,0 норми вапна за г. к.	1,55	5,49	5,69	6,87
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	1,59	5,67	5,89	7,06
	0,5 норми вапна за г. к.	1,64	5,76	6,14	7,25
	1,0 норми вапна за г. к.	1,69	5,87	6,25	7,39

сортів гороху овочевого сорту Скінадо – 4,81 і Сомервуд – 5,96 т/га.

За проведення вапнування, показники наростання сухої речовини підвищилися. За проведення вапнування (0,5 та 1,0 норми за г. к.) у сортів гороху овочевого Скінадо – 4,99 і 5,39 та Сомервуд – 6,11 і 6,22 т/га. Це на 0,18 та 0,58; 0,15 і 0,26 т/га більше. Однак, вищі показники наростання сухої речовини відмічено на варіантах досліду, де було проведено обробку насіння комплексом мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом. При цьому наростання сухої речовини склало у сортів гороху овочевого Скінадо – 5,48, а у сорту Сомервуд – 6,34 т/га, що на 0,67 та 0,38 т/га вище ніж на контролі. Вищі показники наростання сухої речовини було відмічено на варіанті досліду, де було застосовано внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та обробка насіння Ризобофітом, мікроелементами Вуксал Екстра СоМо із позакореневими підживленнями комплексом мікроелементів Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси. При цьому накопичення сухої речовини склало у сортів гороху Скінадо – 5,71 та Сомервуд – 6,65 т/га, що вище ніж на контролі на 0,9 та 0,69 т/га.

Максимальні показники наростання сухої речовини було відмічено на варіанті досліду у сортів Скінадо – 6,23 і Сомервуд – 7,39 т/га було отримано на варіанті досліду, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це на 1,42 та 1,43 т/га більше ніж на контролі. На рис. 3.3 показано вплив вапнування та позакореневих підживлень на накопичення сухої маси надземної маси гороху овочевого у фазу технічної стиглості [253].

Із рисунка 3.3 видно, що відбувається поступове підвищення маси сухої речовини від контрольного варіанта досліду (на фоні внесення мінеральних

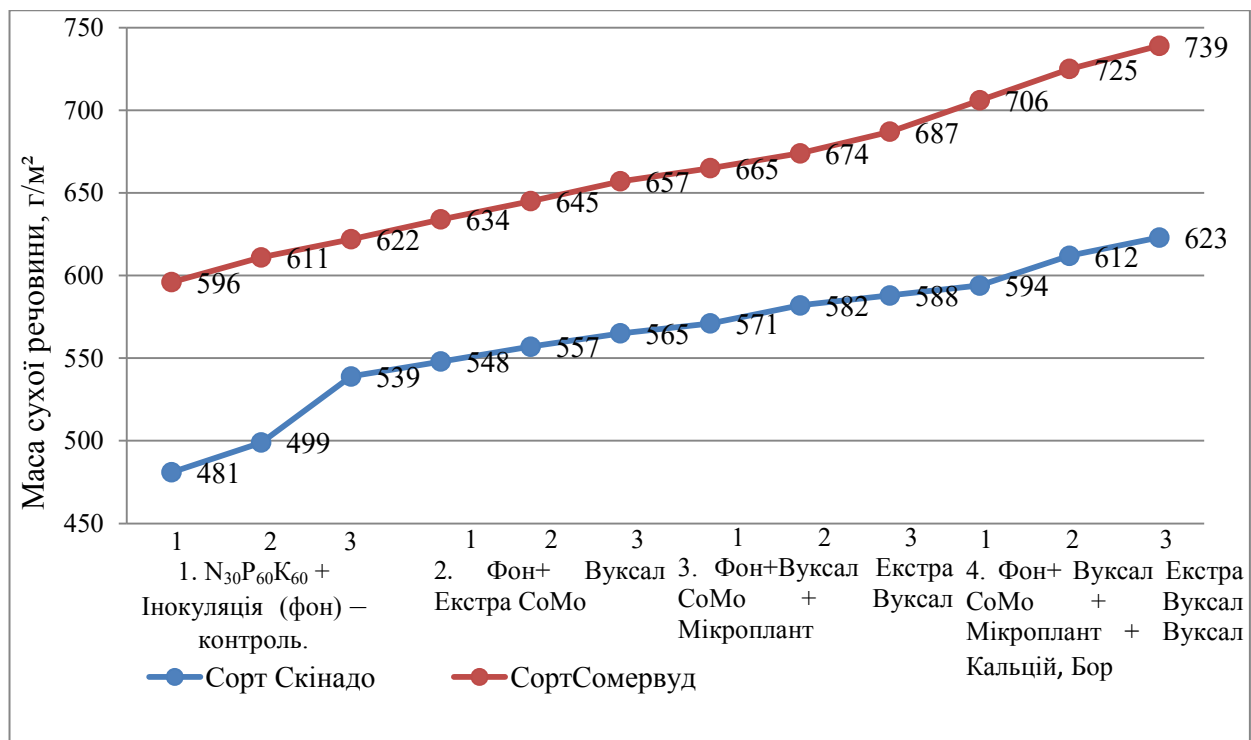


Рисунок 3.3 – Вплив вапнування та системи живлення на накопичення сухої надземної маси у фазу технічної стиглості гороху овочевого, г/м² (середнє за 2017-2019 рр.)

добрив N₃₀P₆₀K₆₀, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом) у сорту Скінадо – 481 та Сомервуд – 596 г/м², до 623 і 739 г/м² у варіанта дослідів, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. У результаті проведених нами досліджень встановлено високої сили кореляційний зв'язок ($r=0,95$ і $0,94$), коефіцієнт детермінації при цьому склав $0,90$ і $0,89$ між фотосинтетичним потенціалом за період сходи-технічна стиглість, млн. м² діб/га і урожайністю в абсолютно сухій речовині основної продукції, т/га (рис. 3.4, 3.5). Виявлені залежності відповідно описуються наступними рівняннями лінійної регресії (2.1) для сорту Скінадо і Сомервуд (2.2):

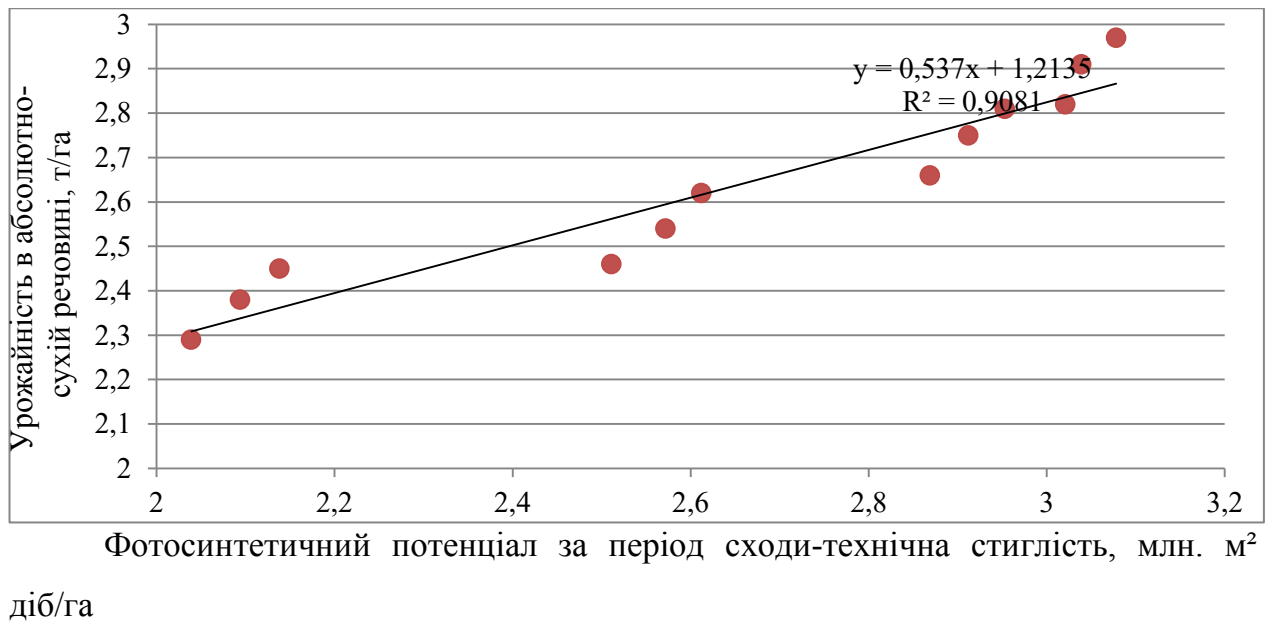


Рисунок 3.4 – Залежність урожайності в абсолютно сухій речовині гороху овочевого сорту Скінадо від фотосинтетичного потенціалу рослин за період сходів-технічна стиглість

$$y = 0,537x + 1,2135 \quad (2.1)$$

$$y = 0,4622x + 1,809 \quad (2.2),$$

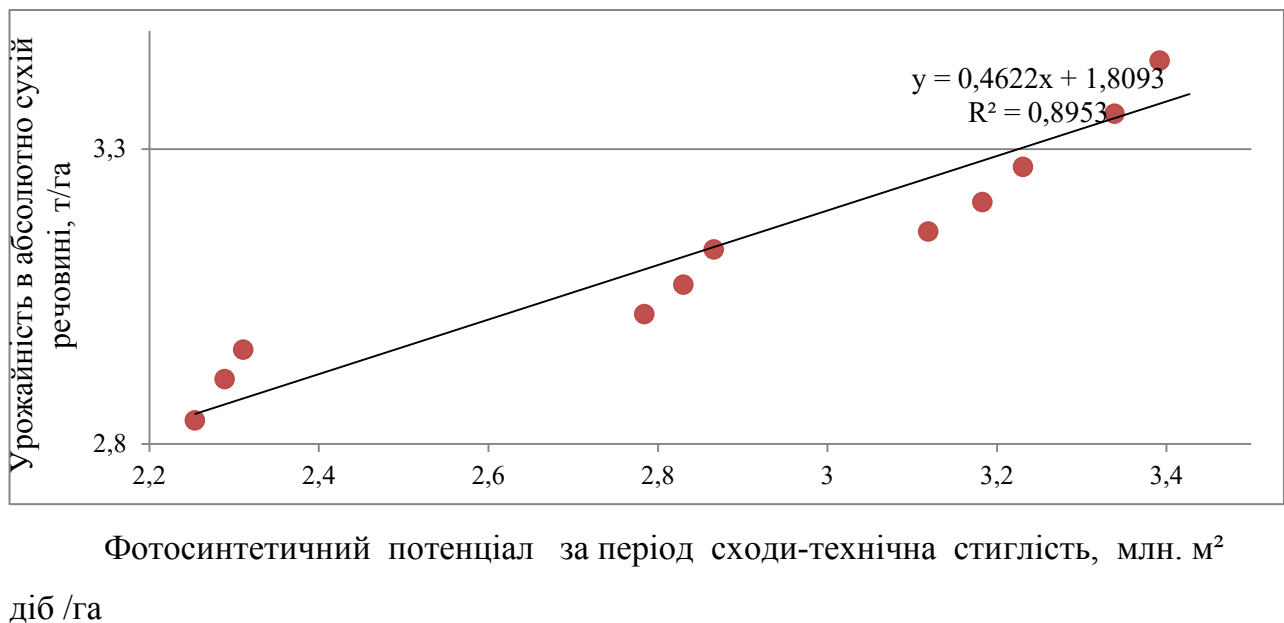


Рисунок 3.5 – Залежність врожайності в абсолютно сухій речовині гороху овочевого сорту Сомервуд залежно від фотосинтетичного потенціалу рослин за період сходів-технічна стиглість

y – урожайність в абсолютно сухій речовині, т/га x – фотосинтетичний потенціал, млн. м² діб /га.

У результаті досліджень, встановлено високої сили кореляційні зв'язки між площею асиміляційної поверхні рослин та кількістю бобів на рослині у сортів гороху. Коефіцієнти кореляції склали у сорту Скінадо – ($r=0,95$) і Сомервуд – ($r=0,98$), коефіцієнти детермінації склали 0,92 та 0,96 (рис. 3.6, 3.7).

Виявлені залежності відповідно описуються наступними рівняннями лінійної регресії (2.3) для сорту Скінадо і Сомервуд (2.4):

$$y = 6,9593x - 26,44 \quad (2.3)$$

$$y = 8,8038x - 41,886 \quad (2.4),$$

де y – кількість бобів на рослині, шт. x – площа асиміляційної поверхні, тис. м²/га

Науковці зазначають, що продуктивність посівів сільськогосподарських культур залежить в основному від фотосинтетичної діяльності рослин. Остання визначається показником коефіцієнта корисної

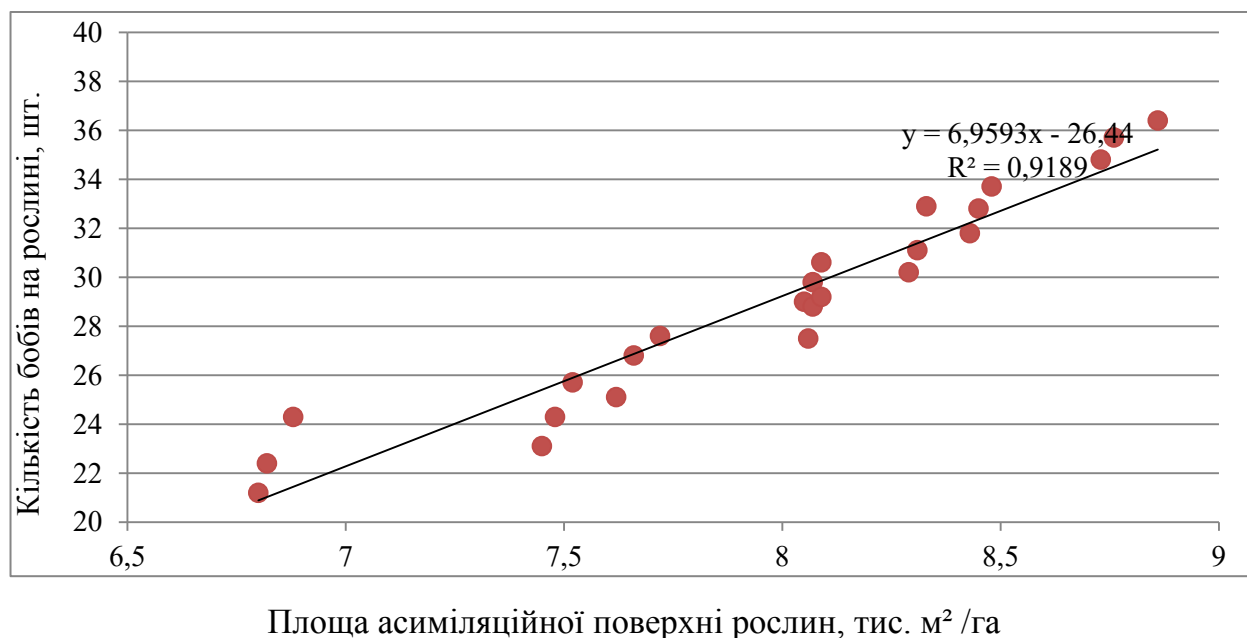


Рисунок 3.6 – Залежність кількості бобів від площі асиміляційної поверхні рослин гороху овочевого сорту Скінадо у фазу технологічної стиглості

дії фотосинтезу, який розраховується відношенням енергії органічних сполук урожаю до енергії, що надійшла на посів (або була поглинута зеленим листям) за період вегетації від сходів до збирання врожаю.

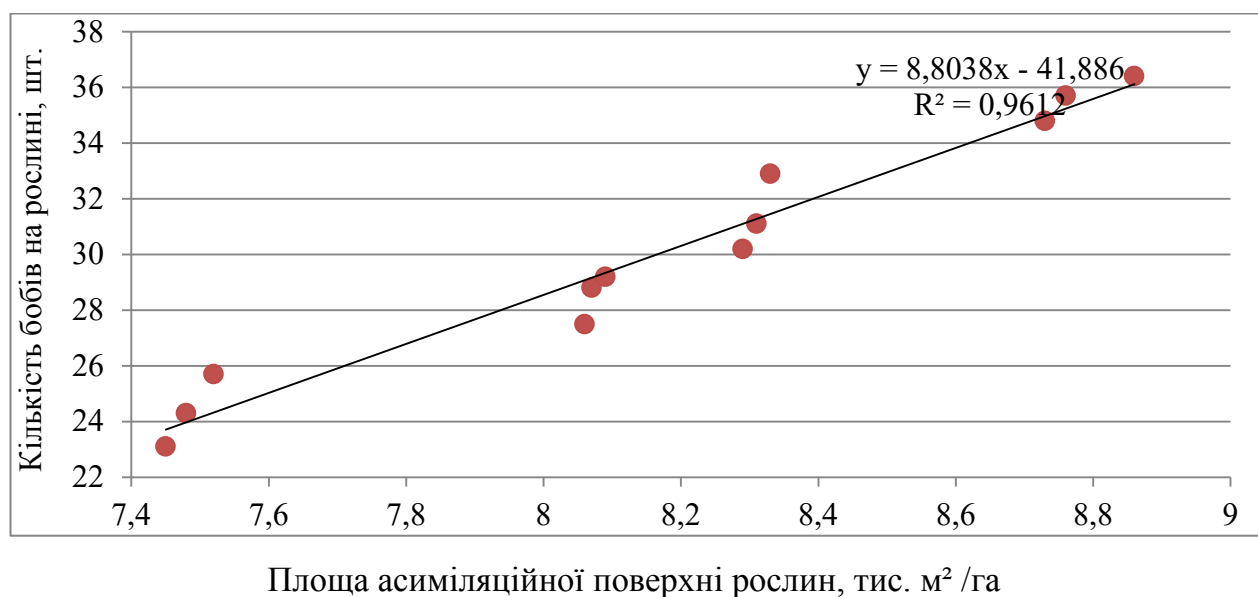


Рисунок 3.7 – Залежність кількості бобів від площі асиміляційної поверхні рослин сорту Сомервуд у фазу технологічної стиглості

Встановлено, що чим вищий коефіцієнт корисної дії фотосинтезу посіву, тим інтенсивніше нагромаджується органічна речовина рослин і вищим є урожай. Використання енергії сонячної радіації на побудову органічних сполук урожаю залежить від умов мінерального живлення, водного та світлового режимів рослин у посівах. Коефіцієнт корисної дії фотосинтезу залежить насамперед від кількості ФАР, яка надходить на посіви в період вегетації. Теоретично коефіцієнт використання листям енергії сонячної радіації на фотосинтез може досягати 20% [252].

За результатами наших досліджень встановлено (табл. 3.6), що коефіцієнт використання ФАР на контролі, де було внесено мінеральні добрива N₃₀P₆₀K₆₀, та проведено передпосівний обробіток насіння Ризобофітом складав 0,91 % – сорту Скінадо та 1,32 % – у сорту Сомервуд.

За поліпшення умов вирощування, зокрема проведення вапнування (0,5 та 1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀ та

Коефіцієнт використання ФАР посівами рослин гороху овочевого залежно від вапнування та системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

Удобрєння (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Фенологічна фаза		
		Суша речовина, т/га	Зв'язана енергія, МДж/га	Коефіцієнт використання ФАР, %
Скінадо				
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль. –	Без вапнування	4,81	94925,4	0,91
	0,5 норми вапна за г. к.	4,99	98477,7	0,94
	1,0 норми вапна за г. к.	5,39	106371,1	1,10
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	5,48	108147,8	1,14
	0,5 норми вапна за г. к.	5,57	109924	1,15
	1,0 норми вапна за г. к.	5,65	111502,8	1,18
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	5,71	112686,9	1,22
	0,5 норми вапна за г. к.	5,82	114857,7	1,25
	1,0 норми вапна за г. к.	5,88	116041,8	1,26
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	5,94	117225,9	1,30
	0,5 норми вапна за г. к.	6,12	120778,2	1,35
	1,0 норми вапна за г. к.	6,23	122949,1	1,38
Сомервуд				
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль. –	Без вапнування	5,96	117620,6	1,32
	0,5 норми вапна за г. к.	6,11	120580,9	1,36
	1,0 норми вапна за г. к.	6,22	122757,1	1,39
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	6,34	125119,9	1,48
	0,5 норми вапна за г. к.	6,45	127290,8	1,50
	1,0 норми вапна за г. к.	6,57	129569,0	1,54
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	6,65	131237,8	1,61
	0,5 норми вапна за г. к.	6,74	133013,9	1,63
	1,0 норми вапна за г. к.	6,87	135579,5	1,68
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	7,06	139329,1	1,79
	0,5 норми вапна за г. к.	7,25	143078,8	1,85
	1,0 норми вапна за г. к.	7,39	145841,7	1,89

Проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом коефіцієнт використання ФАР становив 0,94 і 1,1; 1,36 та 1,39 %. Вищі коефіцієнт використання ФАР відмічено на варіантах досліду, де було проведено обробку насіння комплексом мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом. При цьому коефіцієнт використання ФАР склав у сортів гороху овочевого Скінадо – 1,14, а у сорту Сомервуд – 1,48 %, що на 0,23 та 0,16 т/га вище ніж на контролі.

Підвищення коефіцієнтів використання ФАР відмічено на варіанті досліду, де було застосовано внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та обробка насіння Ризобофітом, мікроелементами Вуксал Екстра СоМо із позакореновими підживленнями комплексом мікроелементів Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної. При цьому коефіцієнти використання ФАР становили у сортів гороху Скінадо – 1,22 та Сомервуд – 1,61%, що вище ніж на контролі на 0,31 та 0,29 %.

Максимальні показники коефіцієнтів використання ФАР було відмічено на варіанті досліду, у сортів Скінадо – 1,38 і Сомервуд – 1,89 %, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це на 0,47 та 0,57% вище ніж контролі.

На основі результатів досліджень можна зробити такі висновки:

1. Застосування мікродобрив Вуксал Екстра СоМо за передпосівної обробки насіння, проведення позакоренових підживлень мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації забезпечувало на фоні контролю підвищення площі листової поверхні за рахунок посилення вегетативного росту та підвищення

темпів наростання листкової поверхні на 28-37% залежно від фази розвитку рослин у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд.

2. Проведення вапнування також сприяло підвищенню площі листкової поверхні рослин від 2,5 до 7,8% залежно від фази розвитку за рахунок опосередкованого впливу на реакцію ґрунтового розчину та поліпшення процесів азотфіксації в ґрунті.

3. Найвищий індекс листкової поверхні рослин сортів гороху овочевого спостерігалися на варіантах досліду, де було застосовано мінеральні добрива передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації складав 4,76 у сорту Скінадо та 5,01 у сорту Сомервуд. Це у послідуєчому знайшло своє відображення у показниках листкового індексу у фазі цвітіння та утворення бобів. Листковий індекс у фазі цвітіння та технічної стиглості складав у сорту Скінадо 6,29; 3,18. У сорту Сомервуд у ці фази індекс листкової поверхні був вищим і показав 6,63 у фазу цвітіння, а у фазі технічної стиглості – 3,48.

4. Вміст хлорофілу в листках більшою мірою залежав від фази розвитку рослин, а також дії мікроелементів за проведення обробки насіння, позакореневих підживлень, а також дії меліоранта. Максимальне значення від фази 2-3 прилистків до бутонізації було отримано на варіанті, де застосовано вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні контролю та обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації від 433 до 619 ум. од. у сорту Скінадо та від 462 до 649 ум. од. у сорту Сомервуд. На цьому ж варіанті досліду було відмічено максимальні показники фотосинтетичного потенціалу у сортів Скінадо – 3,078 і Сомервуд – 3,427 млн. м² діб /га за період повні сходи-технічна стиглість, а також найвищі показники чистої продуктивності

фотосинтезу за період від повних сходів до початку цвітіння у сортів Скінадо і Сомервуд – 5,08 і 5,3 г/м²

5. Відмічено поступове підвищення маси сухої речовини від контрольного варіанта досліду (на фоні внесення мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом) у сорту Скінадо – 481 та Сомервуд – 596 г/м², до 623 і 739 г/м² у варіанта досліду, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації.

6. Встановлено високої сили кореляційний зв'язок ($r=0,95$ і $0,94$), коефіцієнт детермінації при цьому склав $0,90$ і $0,89$ між фотосинтетичним потенціалом за період сходи-технічна стиглість, млн. м² діб/га і урожайністю в абсолютно сухій речовині. Встановлено високої сили кореляційні зв'язки між площею асиміляційної поверхні та кількістю бобів на рослині. Коефіцієнти кореляції у сорту Скінадо – ($r=0,95$) і Сомервуд – ($r=0,98$).

7. Максимальні показники коефіцієнтів використання ФАР було відмічено на варіанті досліду, у сортів Скінадо – 1,38 і Сомервуд – 1,89 %, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор. Це на 0,47 та 0,57% вище ніж на контролі.

РОЗДІЛ 4.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТА СИМБІОТИЧНА АКТИВНІСТЬ КОРЕНЕВИХ БУЛЬБОЧОК ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, ВАПНУВАННЯ ҐРУНТУ ТА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

4.1. Динаміка кількості та маси бульбочок азотфіксуючих бактерій на коренях рослин гороху овочевого

Багато дослідників вважають, що інокуляція сприяє швидкому заселенню кореневої системи бактеріями-азотфіксаторами, утворенню бульбочок на коренях незалежно від умов середовища. Виділяють також сортову чутливість бобових рослин за швидкістю проникнення активних штамів бульбочкових бактерій до паренхіми коренів, хоча даний показник залежить не тільки від генотипу конкретного сорту, але і від виду або штаму бактерій [254, 255].

На розвиток симбіотичних бактерій в бульбочках коренів бобових рослин виявлено також певний вплив рівня інтенсифікації технології вирощування.

Потужний розвиток симбіотичного апарату зернобобових культур залежить не лише від ефективної взаємодії генотипів рослини господаря та бульбочкових бактерій в певних умовах вирощування, але і від того, що на його інтенсивність можна чинити певний вплив окремими елементами технології вирощування, а саме: використанням бактеріальних препаратів, різних доз мінеральних добрив та способів застосування мікродобрив, стимуляторів росту рослин [256].

Симбіотична фіксація азоту розпочинається у фазі двох-трьох листків, досягає максимуму в період бутонізації-початку цвітіння, і припиняється з настанням фази наливу зерна [257, 258].

У дослідженнях В.С. Пилипенко [257], найбільше бульбочок формувалось за внесення в основне удобрення невисоких норм $N_{30}P_{60}K_{60}$, а

підвищення норми до $N_{90}P_{90}K_{60}$ зумовлює зниження кількості бульбочкових бактерій. У гороху максимальна маса бульбочок була сформована у фазі гілкування. Період азотфіксації у гороху був коротшим (порівняно з соєю) і характеризувався високою активністю симбіотичного апарату.

У гороху овочевому більшість азотовмісних білкових сполук як у вегетативній масі, так і в насінні утворюється за рахунок фіксації азоту повітря за допомогою бульбочкових бактерій, які розвиваються на його кореневій системі. Паличкоподібні анаеробні бактерії у вільному стані не здатні самостійно фіксувати азот, тому це явище відбувається завдяки складному біохімічному процесові взаємодії між ними та рослиною [259].

Внаслідок взаємовигідного симбіозу рослина постачає бактеріям продукти фотосинтезу, які використовуються на будову їх тіла (особливо на початкових етапах онтогенезу), вони забезпечують рослину на 50–90% її потреби в азотному живленні.

За даними окремих дослідників, горох у симбіозі з бульбочковими азотфіксуючими бактеріями здатний засвоювати до 200 кг/га біологічного азоту, з якого до 60–75% йде на формування врожаю, а 25–40% залишається в ґрунті з післяжнивними залишками рослин підвищуючи його родючість [259].

Таким чином, внесення стартових доз азотних добрив на початку вегетаційного періоду сприяє забезпеченню рослин азотом, однак у послідуєчому, при недостатній його кількості, рослини за допомогою бульбочкових бактерій розпочинають синтезувати біологічний азот, який використовують самі та нагромаджують його у ґрунті для наступних культур.

Тому внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ сприяло досить інтенсивному формуванню, як кількості так і масі бульбочок (табл. 4.1), які відіграють важливе значення у забезпеченні рослин біологічним азотом. Максимальна кількість бульбочок у сортів Скінадо та Соммервуд як загальна так і активна формується у фазу бутонізації-цвітіння, так на контрольному варіанті без проведення

**Динаміка кількості бульбочок на коренях рослин гороху
овочевого залежно від вапнування та системи живлення, шт.
(середнє 2017-2019 рр.)**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Фази розвитку		
		Галуження	бутонізація- цвітіння	технічна стиглість
Скінадо				
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль. –	Без вапнування	8,5*/5,8**	11,8*/10,0**	10,6*/5,5**
	0,5 норми вапна за г. к.	8,8*/5,9**	12,2*/11,0**	11,1*/5,7**
	1,0 норми вапна за г. к.	9,2*/6,3**	12,5*/11,0**	11,5*/6,0**
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	11,2*/7,4**	16,7*/15,0**	12,6*/6,4**
	0,5 норми вапна за г. к.	11,6*/8,1**	17,2*/15,3**	13,2*/6,9**
	1,0 норми вапна за г. к.	12,1*/8,3**	17,6*/15,5**	13,9*/7,1**
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	11,7*/8,2**	18,3*/16,5**	14,5*/7,5**
	0,5 норми вапна за г. к.	12,1*/8,4**	18,7*/16,6**	15,1*/7,7**
	1,0 норми вапна за г. к.	12,4*/8,6**	19,5*/17,6**	15,5*/8,1**
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	11,6*/8,2**	19,1*/17,0**	15,1*/7,7**
	0,5 норми вапна за г. к.	12,1*/8,4**	19,6*/17,7**	15,6*/8,1**
	1,0 норми вапна за г. к.	12,5*/8,5**	20,1*/18,1**	16,2*/8,3**
Сомервуд				
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль. –	Без вапнування	8,7*/6,1**	12,0*/10,6**	10,9*/5,7**
	0,5 норми вапна за г. к.	8,9*/6,3**	12,4*/11,2**	11,3*/5,8**
	1,0 норми вапна за г. к.	9,3*/6,4**	12,8*/11,4**	11,9*/6,2**
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	11,7*/7,7**	17,1*/14,5**	13,2*/6,7**
	0,5 норми вапна за г. к.	12,0*/8,3**	17,6*/15,8**	13,7*/7,1**
	1,0 норми вапна за г. к.	12,5*/8,5**	17,9*/16,7**	14,2*/7,2**
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	12,2*/8,4**	18,6*/17,1**	14,9*/7,8**
	0,5 норми вапна за г. к.	12,4*/8,4**	19,2*/17,5**	15,6*/8,0**
	1,0 норми вапна за г. к.	12,9*/8,8**	19,9*/17,8**	16,2*/8,4**
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	12,3*/8,5**	19,7*/17,7**	15,6*/8,0**
	0,5 норми вапна за г. к.	12,4*/8,4**	20,4*/17,9**	16,2*/8,4**
	1,0 норми вапна за г. к.	12,8*/8,8**	20,8*/18,7**	16,7*/8,5**

* Чисельник – загальна кількість бульбочок, шт.

** Знаменник – кількість активних бульбочок, шт.

вапнування загальна кількість активних бульбочок склала 11,8 та 12,0 шт., а активних 10,0 і 10,6 шт. на рослину [260].

Проведення вапнування (0,5 та 1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та передпосівної обробки насіння Ризобофітом підвищувало на 0,4 і 0,7 та 0,4 і 0,8 шт. загальну та на 0,6 і 0,8 шт. активну кількість бульбочок на рослині, відповідно по сортах. Це вказує на сприятливу дію меліоранта щодо покращення симбіотичної діяльності рослин (рис. 4.1 та 4.2).

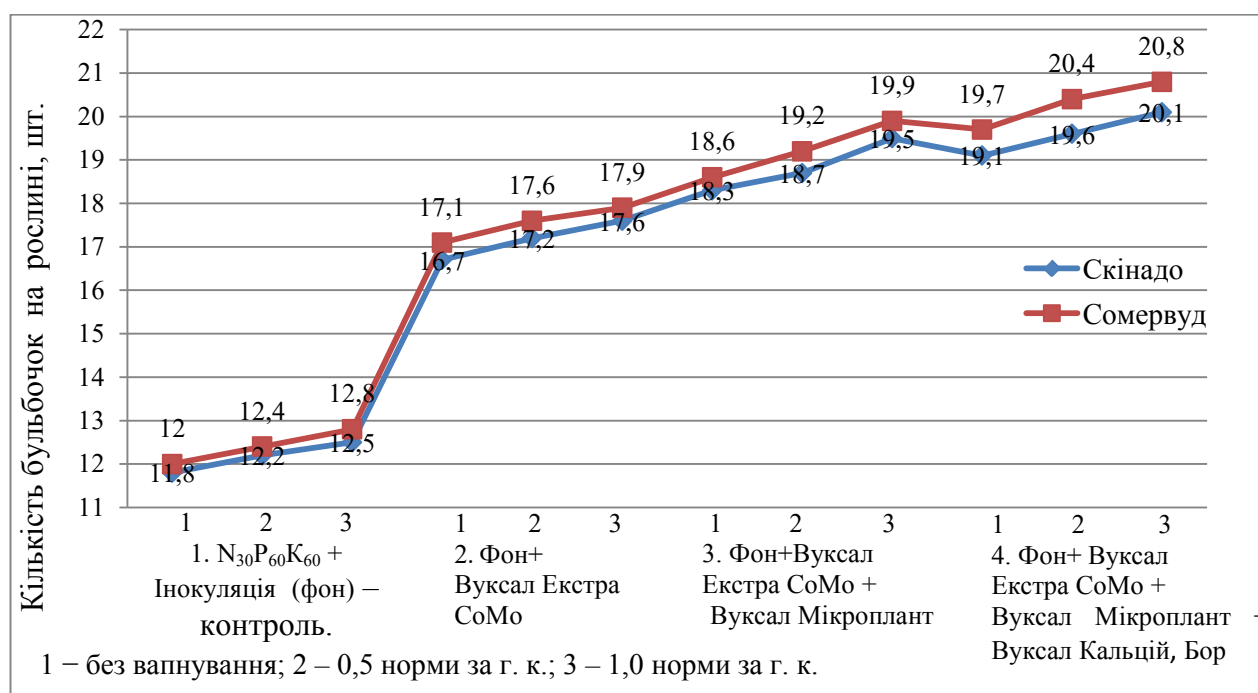


Рисунок 4.1 – Вплив вапнування та системи живлення на кількість бульбочок азотфіксуючих бактерій в фазу бутонізації-цвітіння, шт./рослину (середнє за 2017–2019 рр.)

Проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо сприяло покращенню процесу фіксації атмосферного азоту бульбочкових бактерій за рахунок мікроелементів молібден і кобальт. Це підвищило загальну кількість бульбочок до 4,9 та 5,1 шт., та активних бульбочок на 3,9 та 5,0 шт. Крім того, проведення позакореневого підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант на фоні контрольного варіанту підвищувало загальну кількість бульбочок на 6,5 та 6,6 шт., а

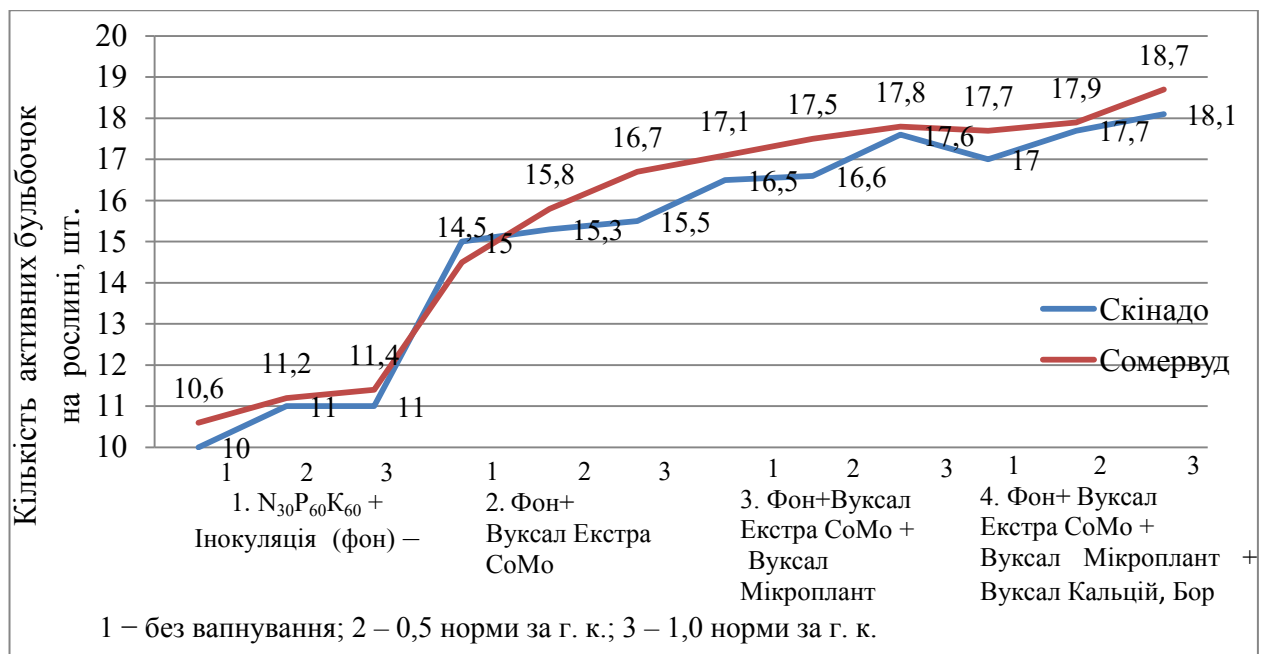


Рисунок 4.2 – Вплив вапнування та системи живлення на кількість активних бульбочок азотфіксуючих бактерій в фазу бутонізації-цвітіння, шт. (середнє за 2017–2019 рр.)

активних на 6,5 шт. Максимальні показники як загальної так і активної кількості бульбочок було отримано на варіанті досліду, де проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проведено передпосівну обробку насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо і проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Загальна кількість бульбочок склала 20,1 і 20,8 шт., у тому числі активних – 18,1 і 18,7 шт., що на 7,6 і 8,8 та на 8,1 шт. більше порівняно із контрольним варіантом у сортів Скінадо та Сомервуд відповідно [260].

Встановлено, що сорти гороху овочевого незначною мірою відрізнялися за симбіотичною активністю бульбочкових бактерій (табл. 4.2). Провівши порівняльний аналіз досліджуваних сортів необхідно відмітити, що сорт Сомервуд формував дещо вищу кількість бульбочок та відповідно більшу масу. Симбіотична активність бульбочкових бактерій

Маса бульбочок на коренях рослин гороху овочевого залежно від вапнування та системи живлення, г/рослину (середнє за 2017-2019 рр.)

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Фази розвитку		
		галуження	бутонізація- цвітіння	технічна стиглість
Скінадо				
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль. –	Без вапнування	0,14*/0,1**	0,21*/0,17**	0,19*/0,11**
	0,5 норми вапна за г. к.	0,16*/0,12**	0,22*/0,18**	0,2*/0,12**
	1,0 норми вапна за г. к.	0,17*/0,13**	0,23*/0,2**	0,21*/0,12**
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	0,2*/0,14**	0,33*/0,28**	0,23*/0,14**
	0,5 норми вапна за г. к.	0,21*/0,15**	0,35*/0,31**	0,25*/0,15**
	1,0 норми вапна за г. к.	0,22*/0,15**	0,37*/0,33**	0,26*/0,15**
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	0,21*/0,15**	0,39*/0,35**	0,27*/0,16**
	0,5 норми вапна за г. к.	0,22*/0,16**	0,4*/0,36**	0,29*/0,17**
	1,0 норми вапна за г. к.	0,23*/0,16**	0,44*/0,40**	0,31*/0,18**
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	0,21*/0,15**	0,42*/0,38**	0,29*/0,17**
	0,5 норми вапна за г. к.	0,22*/0,16**	0,44*/0,41**	0,31*/0,18**
	1,0 норми вапна за г. к.	0,23*/0,17**	0,45*/0,42**	0,33*/0,19**
Сомервуд				
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль. –	Без вапнування	0,15*/0,12**	0,21*/0,18**	0,21*/0,12**
	0,5 норми вапна за г. к.	0,16*/0,13**	0,23*/0,20**	0,21*/0,12**
	1,0 норми вапна за г. к.	0,17*/0,13**	0,24*/0,21**	0,22*/0,15**
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	0,22*/0,15**	0,34*/0,30**	0,25*/0,15**
	0,5 норми вапна за г. к.	0,22*/0,16**	0,37*/0,33**	0,26*/0,16**
	1,0 норми вапна за г. к.	0,23*/0,16**	0,38*/0,34**	0,27*/0,17**
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	0,22*/0,16**	0,4*/0,36**	0,29*/0,19**
	0,5 норми вапна за г. к.	0,23*/0,17**	0,42*/0,38**	0,32*/0,19**
	1,0 норми вапна за г. к.	0,25*/0,18**	0,45*/0,41**	0,33*/0,20**
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	0,23*/0,17**	0,44*/0,40**	0,31*/0,19**
	0,5 норми вапна за г. к.	0,23*/0,17**	0,46*/0,42**	0,33*/0,2**
	1,0 норми вапна за г. к.	0,24*/0,18**	0,47*/0,44**	0,34*/0,2**

* Чисельник – загальна кількість бульбочок, шт.

** Знаменник – кількість активних бульбочок, шт.

сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд була більш сприятливою у фазу бутонізації-цвітіння за сівби інокуюваним насінням обробленим мікроелементами Вуксал Екстра СоМо на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$, проведення вапнування (1,0 норми за г. к.), позакорневих підживлень Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор (рис. 4.3 та 4.4). При цьому, як загальна так і активна маса бульбочок із рослини була вищою порівняно із контрольним варіантом на 0,22 і 0,23 та 0,22 і 0,23 г/рослину у сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд [260].

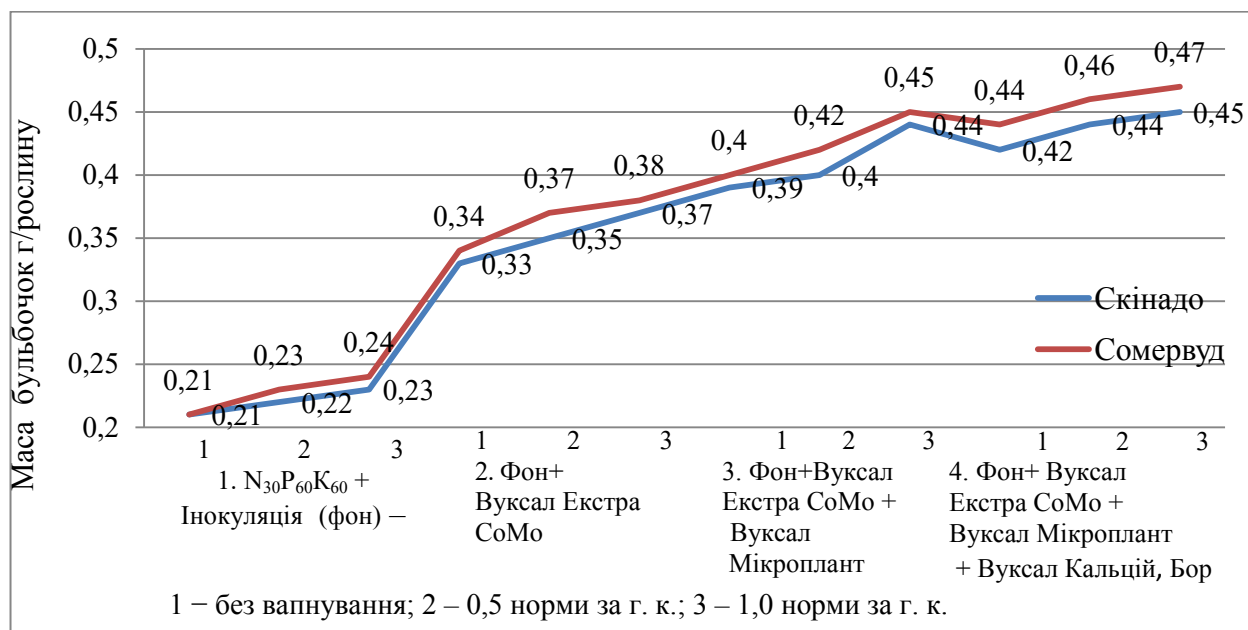


Рисунок 4.3 – Вплив вапнування та системи живлення на масу бульбочок азотфіксуючих бактерій в фазу бутонізації-цвітіння, г/ рослину (середнє за 2017–2019 рр.)

Проведення вапнування (0,5 та 1,0 норми за г. к.) незалежно від варіанта досліджень сприяло покращенню симбіотичної діяльності рослин та підвищувало масу бульбочок у фазу бутонізації-цвітіння від 0,01 до 0,05 та від 0,02 до 0,03 г/рослину, як загальну, так і активну від 0,01 до 0,04 та 0,02 до 0,03 г/рослину у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд. У фазу технічної стиглості відмічено зниження як загальної так і активної маси бульбочок, що пов'язано із біологічним (стадійним) старінням гороху овочевого, а також частково із ущільненням ґрунту.

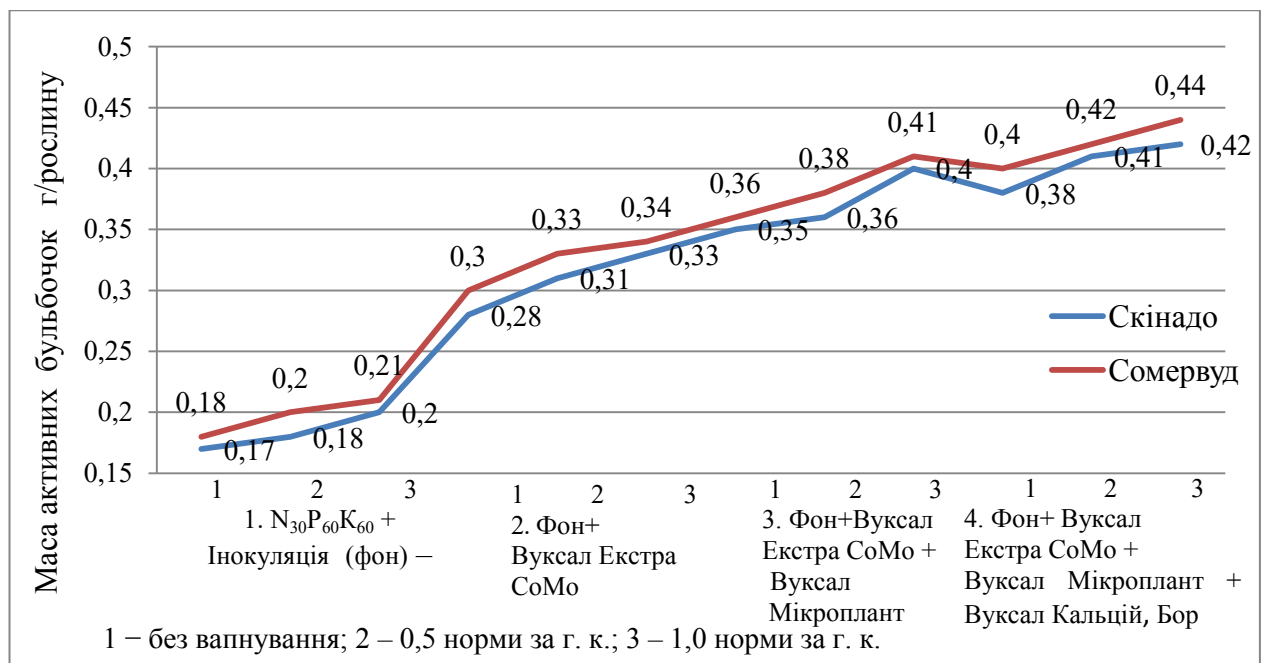


Рисунок 4.4 – Вплив вапнування та системи живлення на масу активних бульбочок азотфіксуючих бактерій в фазу бутонізації-цвітіння, г/ рослину (середнє за 2017–2019 рр.)

Так симбіотична активність бульбочкових бактерій сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд у більш сприятливій фазі технічної стиглості за сівби інокульованим насінням обробленим мікроелементами Вуксал Екстра СоМо на фоні мінерального удобрення N₃₀P₆₀K₆₀, проведення вапнування (1,0 норми за г. к.), позакорневих підживлень Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор зменшилася порівняно із симбіотичною активністю у фазу бутонізації-цвітіння до 0,33 і 0,34 та до 0,19 і 0,20. Це на 0,12 і 0,13 та на 0,23 і 0,24 г/рослину менше [260].

4.2. Формування загального і активного симбіотичних потенціалів залежно від технологічних прийомів вирощування

Вапнування та позакореневі підживлення впливали на формування загального і симбіотичного потенціалу та його продуктивність (табл. 4.3; рис. 4.5-4.8). Найдовший період симбіозу, як загального так і активного відмічено на варіанті досліді, де було проведено сівбу

**Формування загального та активного симбіотичних потенціалів гороху
залежно від вапнування та системи живлення
(середнє за 2017-2019 рр.)**

Удобрєння (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Тривалість симбіозу, дїб		Симбіотичний потенціал, тис. кг дїб / га	
		загальний	активний	загальний	активний
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль. –	Без вапнування	30,8	22,2	6,03	3,1
	0,5 норми вапна за г. к.	32,5	23,4	6,9	3,6
	1,0 норми вапна за г. к.	33,1	23,8	7,6	4,0
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	31,4	22,6	9,1	4,8
	0,5 норми вапна за г. к.	32,5	23,4	10,1	5,5
	1,0 норми вапна за г. к.	33,6	24,2	11,1	5,9
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	32,5	23,4	10,9	5,9
	0,5 норми вапна за г. к.	33,1	23,8	11,7	6,4
	1,0 норми вапна за г. к.	34,2	24,6	13,1	7,1
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	33,6	24,2	12,0	6,6
	0,5 норми вапна за г. к.	34,8	25,1	13,3	7,4
	1,0 норми вапна за г. к.	35,3	25,4	14,0	7,8
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль. –	Без вапнування	32,5	23,4	6,7	3,6
	0,5 норми вапна за г. к.	34,2	24,6	7,6	4,1
	1,0 норми вапна за г. к.	34,8	25,1	8,3	4,6
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	34,5	23,8	10,6	5,4
	0,5 норми вапна за г. к.	34,2	24,6	11,2	6,2
	1,0 норми вапна за г. к.	35,4	25,5	12,1	6,6
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	34,2	24,6	12,0	6,7
	0,5 норми вапна за г. к.	34,8	25,0	13,1	7,2
	1,0 норми вапна за г. к.	35,3	25,4	14,3	7,8
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	35,4	25,5	13,5	7,5
	0,5 норми вапна за г. к.	36,5	26,3	14,6	8,2
	1,0 норми вапна за г. к.	37,1	26,7	15,4	8,6

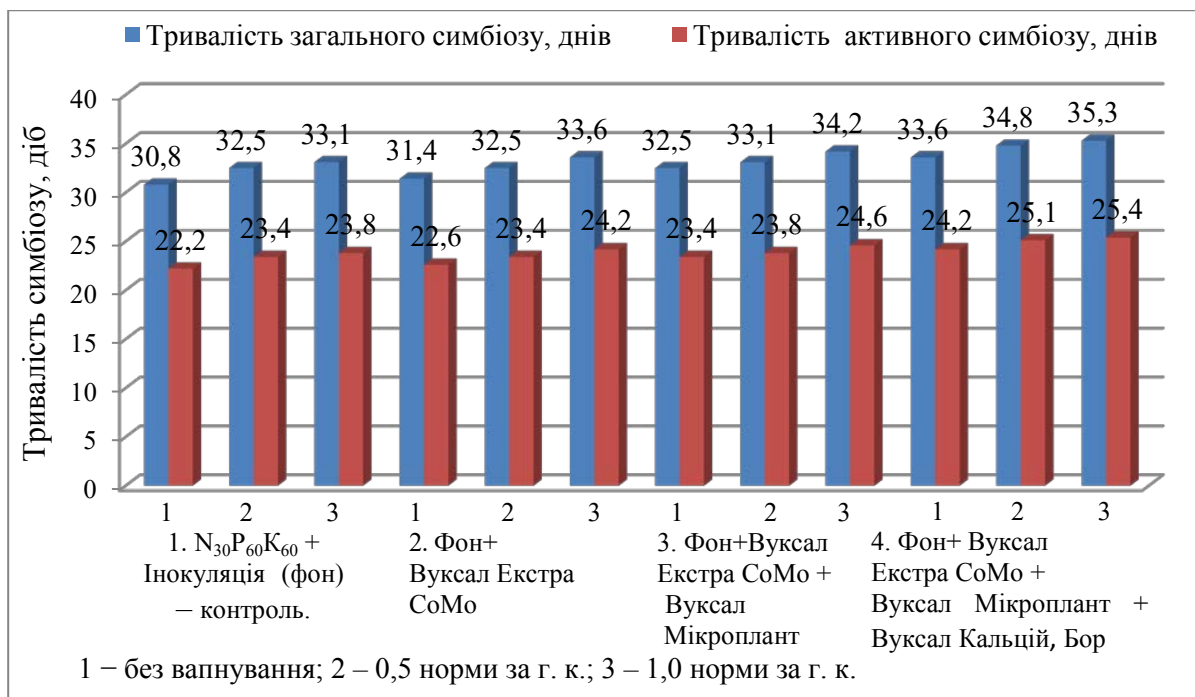


Рисунок 4.5 – Тривалість загального і активного симбіозів, днів у сорту гороху овочевого Скінадо залежно від вапнування та системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

інокульованим насінням обробленим мікроелементами Вуксал Екстра СоМо на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$, вапнування (1,0 норми за г. к.), позакореневих підживлень Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор відповідно 35,3 та 37,1 та 25,4 і 26,7 діб у сортів Скінадо і Сомервуд. Це на 2,2 і 4,6; 1,6 діб більше ніж на контролі з проведенням вапнування.

Нижчі показники загального і симбіотичного потенціалу було отримано на варіанті досліді, де було проведено на фоні контролю обробку насіння мікроелементами Вуксал Екстра СоМо та позакореневі підживлення Вуксал Мікроплант – 34,2 та 35,3; 24,5 і 25,4 діб у сортів Скінадо і Сомервуд. Коротший період симбіозу, як загального так і активного було відмічено на варіанті досліді, де було проведено сівбу інокульованим насінням обробленим мікроелементами Вуксал Екстра СоМо на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$, вапнування (1,0 норми за г. к.) – 33,6 та 35,4; 24,2 і 25,5 діб. Тривалість симбіозу та маса бульбочок визначають показники загального (ЗСП) та активного (АСП) симбіотичного потенціалів.

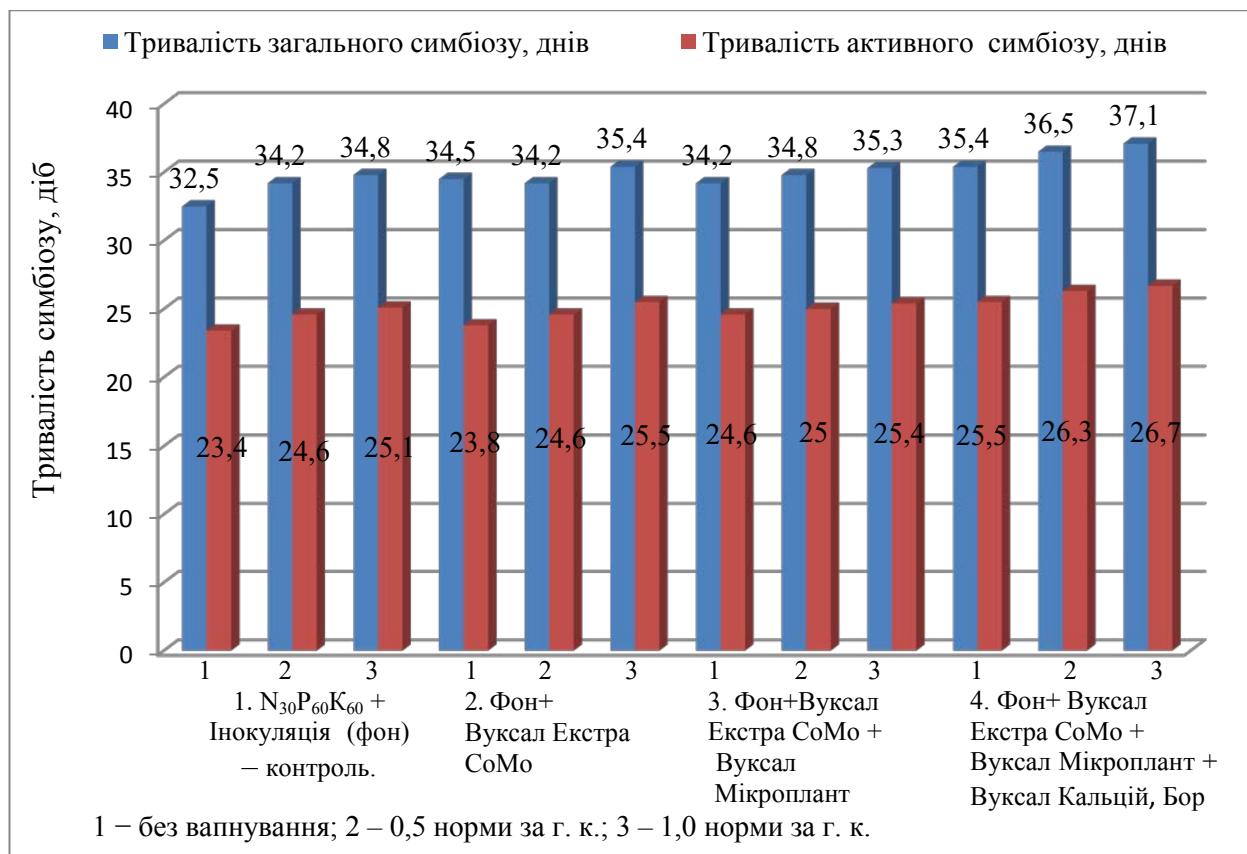


Рисунок 4.6 – Тривалість загального і активного симбіозів, діб у сорту гороху овочевого Сомервуд залежно від вапнування та системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

Таким чином, найвищі показники загального та активного симбіотичного потенціалів отримано на варіанті досліді, де проведено сівбу інокульованим насінням обробленим мікроелементами Вуксал Екстра СоМо на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$, вапнування (1,0 норми за г. к.), позакореневих підживлень Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор. При цьому показники симбіотичного і активного потенціалів у сортів Скінадо і Сомервуд склали 14,0 і 15,4 та 7,8 і 8,6 тис. кг діб / га. Це більше порівняно із контролем на 7,97 та 8,7 і 4,7 і 5,0 тис. кг діб / га, відповідно за сортами.

За значенням активного симбіотичного потенціалу (АСП) та питомої активності симбіозу визначали кількість симбіотично фіксованого азоту

Питома активність симбіозу (ПАС) – це кількість азоту повітря, що фіксує один кілограмом сирих бульбочок на добу [260].

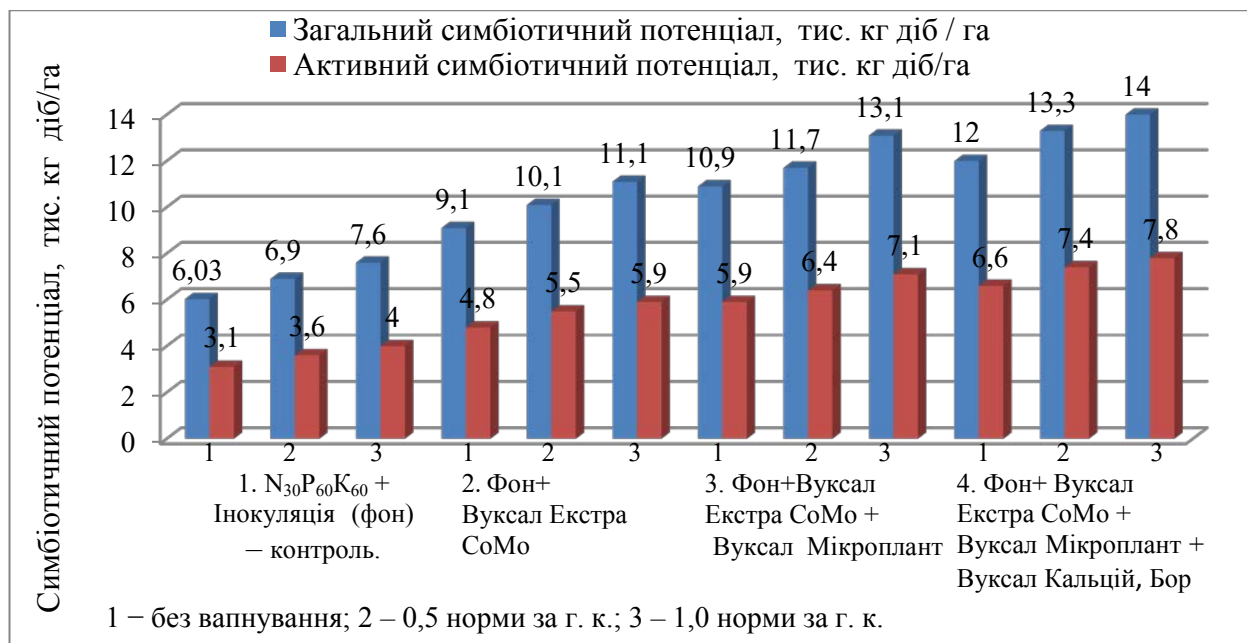


Рисунок 4.7 – Тривалість загального і активного симбіотичних потенціалів сорту Скінадо залежно від вапнування та системи живлення, тис. кг діб/га (середнє за 2017-2019 рр.)

У результаті наших досліджень встановлено, що кількість симбіотично фіксованого азоту значно залежала від обробки насіння мікроелементами, (табл. 4.4, рис. 4.9, 4.10)

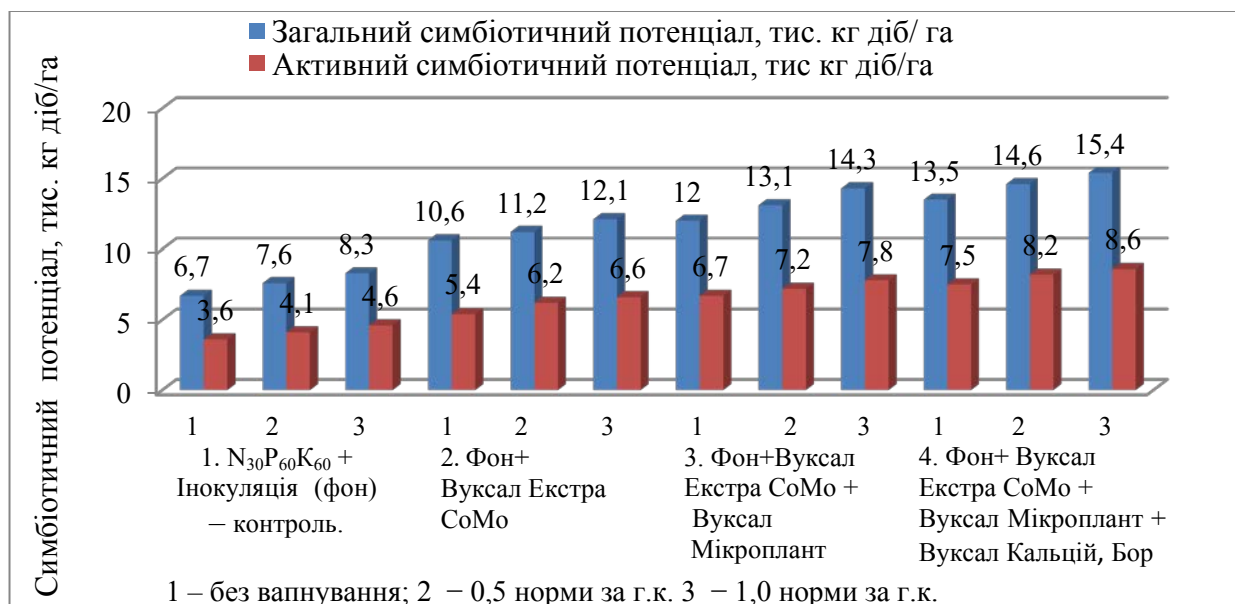


Рисунок 4.8 – Тривалість загального і активного симбіотичних потенціалів сорту гороху овочевого Сомервуд, залежно від вапнування та системи живлення, тис. кг діб/га (середнє за 2017-2019 рр.)

Таблиця 4.4

Кількість симбіотично фіксованого азоту горохом овочевим, залежно від вапнування та системи живлення, кг/га (середнє за 2017-2019 рр.)

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Фіксовано біологічного азоту, кг/га
Скінадо		
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	58,9
	0,5 норми вапна за г. к.	68,4
	1,0 норми вапна за г. к.	76,0
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	91,2
	0,5 норми вапна за г. к.	104,5
	1,0 норми вапна за г. к.	112,1
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	112,1
	0,5 норми вапна за г. к.	121,6
	1,0 норми вапна за г. к.	134,9
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	125,4
	0,5 норми вапна за г. к.	140,6
	1,0 норми вапна за г. к.	148,2
Сомервуд		
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	72
	0,5 норми вапна за г. к.	82
	1,0 норми вапна за г. к.	92
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	108
	0,5 норми вапна за г. к.	124
	1,0 норми вапна за г. к.	132
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	134
	0,5 норми вапна за г. к.	144
	1,0 норми вапна за г. к.	156
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	150
	0,5 норми вапна за г. к.	164
	1,0 норми вапна за г. к.	172

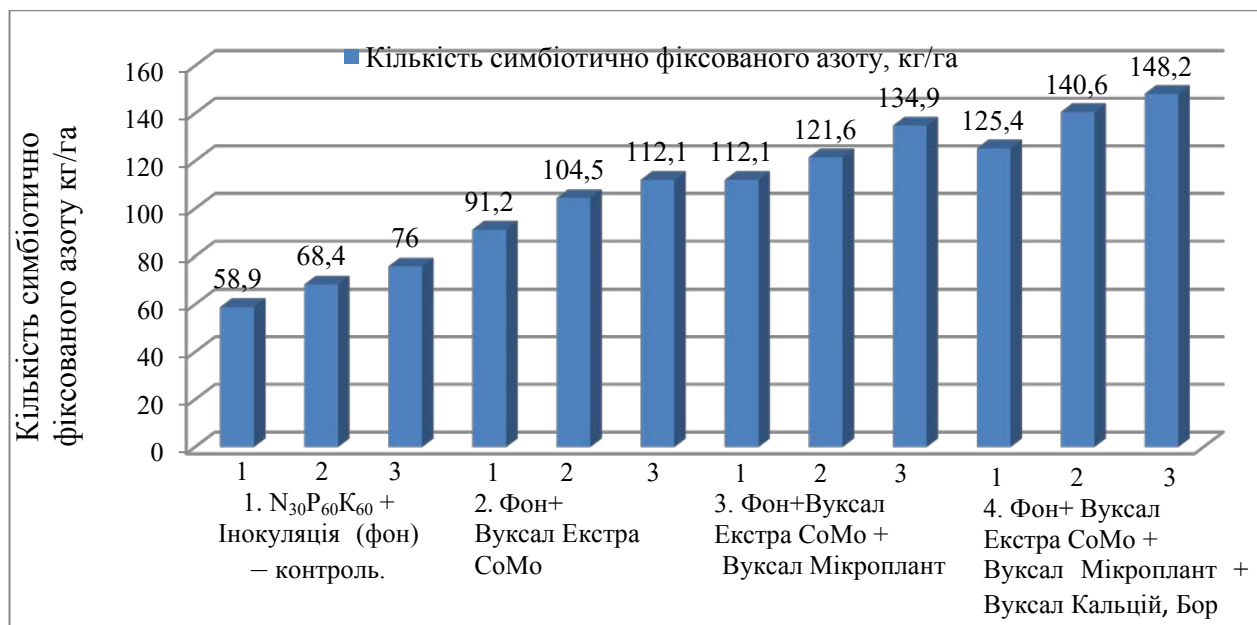


Рисунок 4.9 – Кількість симбіотично фіксованого азоту рослинами гороху овочевого Скінадо залежно від вапнування та системи живлення, кг/га (середнє за 2017-2019 рр.)

вапнування ґрунту та позакоренових підживлень. Кількість симбіотично фіксованого азоту залежала від варіанту досліджень і змінювалася від 58,9 до 148,2 кг/га у сорту Скінадо та від 72 до 172 кг/га у сорту Сомервуд.

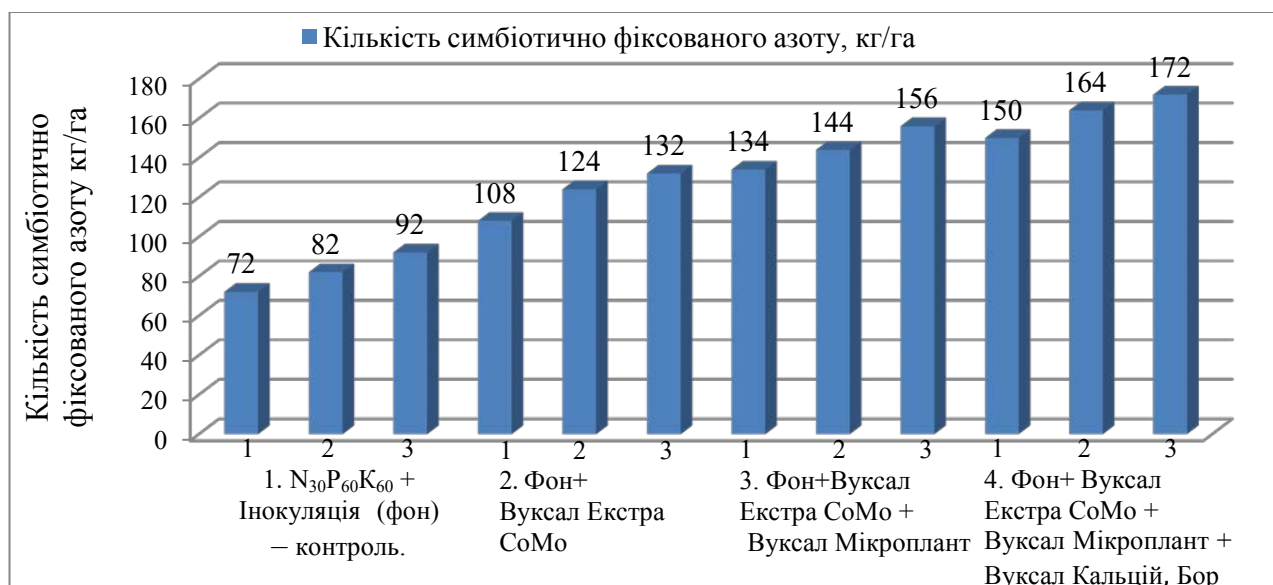


Рисунок 4.10 – Кількість симбіотично фіксованого азоту рослинами гороху овочевого Сомервуд залежно від вапнування та системи живлення, кг/га (середнє за 2017-2019 рр.)

Максимальні показники симбіотично фіксованого азоту було отримано на варіанті досліду, де на фоні контролю було проведено вапнування ґрунту (1,0 норми за г. к.), обробку насіння мікроелементами Вуксал Екстра СоМо, позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час вегетації та Вуксал Кальцій, Бор у фазу бутонізації – 148,2 та 172 кг/га у сортів Скінадо та Сомервуд, відповідно.

Окрім показників симбіотичної активності впродовж періоду досліджень та варіантів досліду з такою ж закономірністю змінювалися і маса коренів у сортів гороху (табл. 4.5). Встановлено, що цей показник залежав від біологічних особливостей сорту та погодних умов у роки вирощування, проведення вапнування, внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобіфітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, позакореневих підживлень мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Найбільш розвинутою коренева система сортів гороху сформувалася у сприятливому за гідротермічним режимом 2019 року.

З огляду на дослідження, горох овочевий формував добре розвинену кореневу систему, яка проникає в ґрунт на глибину до 50-60 см. Коренева система стрижнева і добре розгалужена в орному шарі ґрунту. Проте, вона проникала значно глибше і її заглиблення в ґрунт визначали в шарі 0–30 см. Спостереження показали, що бокові корінці рослин гороху овочевого із значними галуженнями становили основну її масу (до 65–75 %), при цьому коренева система була добре розвинена і залежно від сорту, вапнування ґрунту, обробки насіння мікроелементами та проведення позакореневих підживлень визначалася кращим розвитком. Так як на цих варіантах досліду спостерігався кращий розвиток рослин, а відповідно і кореневої системи. Показники накопичення сухої маси кореневої системи: у шарі ґрунту 0–30 см у сортів Скінадо та Сомервуд на контролі – 1,53 і 1,59 т/га, з послідуєчим його збільшенням на фоні вапнування ґрунту (0,5 норми

Маса коренів сортів гороху овочевого у шарі ґрунту 0–30 см (фаза цвітіння), т/га залежно від вапнування та системи живлення

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	2017	2018	2019	Середнє
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	1,48	1,53	1,57	1,53
	0,5 норми вапна за г. к.	1,53	1,57	1,63	1,58
	1,0 норми вапна за г. к.	1,57	1,62	1,68	1,62
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	1,59	1,59	1,67	1,62
	0,5 норми вапна за г. к.	1,64	1,64	1,72	1,67
	1,0 норми вапна за г. к.	1,69	1,69	1,76	1,71
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	1,68	1,67	1,75	1,7
	0,5 норми вапна за г. к.	1,73	1,74	1,79	1,75
	1,0 норми вапна за г. к.	1,78	1,77	1,84	1,79
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	1,76	1,76	1,82	1,78
	0,5 норми вапна за г. к.	1,78	1,8	1,85	1,81
	1,0 норми вапна за г. к.	1,84	1,83	1,87	1,85
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	1,53	1,59	1,64	1,59
	0,5 норми вапна за г. к.	1,56	1,64	1,68	1,63
	1,0 норми вапна за г. к.	1,62	1,68	1,73	1,68
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	1,61	1,66	1,71	1,66
	0,5 норми вапна за г. к.	1,67	1,71	1,75	1,71
	1,0 норми вапна за г. к.	1,72	1,75	1,79	1,75
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	1,70	1,73	1,78	1,74
	0,5 норми вапна за г. к.	1,76	1,77	1,84	1,79
	1,0 норми вапна за г. к.	1,81	1,81	1,88	1,83
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	1,84	1,83	1,91	1,86
	0,5 норми вапна за г. к.	1,89	1,88	1,96	1,91
	1,0 норми вапна за г. к.	1,89	1,88	1,96	1,91

за г. к.) – 1,58 і 1,63 та (1,0 норми за г. к.) – 1,62 та 1,68 т/га.

За передпосівної обробки насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні вапнування ґрунту (0,5 норми за г. к.) – 1,67 і 1,71 та (1,0 норми за г. к.) – 1,71 і 1,75 т/га. Це на 0,11 і 0,08 та 0,09 0,07 т/га вище ніж на контролі.

Вищі показники щодо накопичення сухої маси кореневої системи у шарі ґрунту 0-30 см спостерігалися на варіанті досліджу, де на фоні обробки насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та проведення вапнування ґрунту (1,0 норми за г. к.), проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси – 1,79 та 1,83 т/га. Це на 0,17 та 0,15 т/га вище ніж на контролі у сортів Скінадо і Сомервуд. Найвищі показники накопичення сухої маси кореневої системи у шарі ґрунту 0-30 см було отримано на варіанті досліджу, де на фоні обробки насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та проведення вапнування ґрунту (1,0 норми за г. к.), проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси, проведено підживлення у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал Кальцій, Бор – 1,85 і 1,91 т/га або на 0,23 т/га вище ніж на контролі.

Крім того, показники накопичення сухої маси кореневої системи у шарі ґрунту 0-30 см відрізнялися залежно від року вирощування культури. Найвищими вони були незалежно від варіанта досліджень у 2019 році і змінювалися від 1,57 до 1,96 т/га, дещо нижчими в умовах 2018 року і змінювалися від 1,53 до 1,88 т/га. Практично на одному рівні із показниками 2018 року відмічено значення накопичення сухої маси кореневої системи у шарі ґрунту 0-30 см у 2017 року, значення яких змінювалося від 1,48 до 1,89 т/га.

На основі розділу можна зробити такі висновки:

1. Максимальні показники, як загальної так і активної кількості бульбочок, а також їх маси було отримано у сортів Скінадо і Сомервуд на варіанті досліджу, де проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівна обробка насіння

Ризобіфітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо і проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Загальна кількість бульбочок склала 20,1 і 20,8 шт., у тому числі активних – 18,1 і 18,7 шт./рослину, як і маса бульбочок – 0,45 і 0,47 г/рослину, у тому числі активних – 0,42 і 0,44 г/рослину. На цьому варіанті досліджень, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) отримано найдовший період симбіозу, як загального так і активного відповідно 35,3 та 37,1 та 25,4 і 26,7 днів. Це на 2,2 і 4,6; 1,6 днів більше ніж на контролі з проведенням вапнування у сортів Скінадо і Сомервуд. При цьому показники симбіотичного і активного потенціалів у сортів Скінадо і Сомервуд склали 14,0 і 15,4 та 7,8 і 8,6 тис. кг діб / га. Це більше порівняно із контролем на 7,97 та 8,7 і 4,7 і 5,0 тис. кг діб / га, відповідно за сортами.

2. Кількість симбіотично фіксованого азоту значно залежала від обробки насіння мікроелементами, вапнування ґрунту та позакореневих підживлень. Вона змінювалася від 58,9 до 148,2 кг/га у сорту Скінадо та від 72 до 172 кг/га у сорту Сомервуд. Максимальні показники симбіотично фіксованого азоту, відповідно за сортами Скінадо і Сомервуд було отримано на четвертому варіанті досліду, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.), як і найвищі показники накопичення сухої маси кореневої системи у шарі ґрунту 0-30 см – 1,85 і 1,91 т/га або на 0,23 т/га вище ніж на контролі.

РОЗДІЛ 5.

УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВАПНУВАННЯ ТА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

5.1. Вплив елементів технології вирощування на структуру врожаю гороху овочевого

Вивчення потенційних можливостей генотипу і фактичної реалізації його репродуктивних можливостей в агроценозі має важливе теоретичне і практичне значення для виявлення екологічної пластичності популяції та можливостей культури, визначення селекційних і агротехнічних заходів максимально повного і раціонального їх використання. З одного боку репродукційний процес гороху може лімітуватися метеорологічними умовами вегетаційного періоду, з іншого – агротехнічними факторами і особливостями морфогенотипу рослин [261].

Наприклад, кількість зерен в бобі гороху посівного сильно залежить від теплового стресу і дефіциту вологи. Починаючи з 80-х років ХХ століття, селекція гороху овочевого була направлена на збільшення числа бобів на вузлі і числа насінин у бобі. І, як результат - значне підвищення насінневої продуктивності гороху, але загальна біомаса рослин при цьому істотно не змінилася [262].

Недоліками такої архітектоніки рослин гороху овочевого є обмеження продуктивності в зв'язку з малим числом продуктивних вузлів, нестабільністю урожайності, сильної ураженості хворобами. Це значно скоротило кількість вжитих в селекції ознак, що призвело до обмеження використання генетичної мінливості, від якої залежить можливість підвищення рівня потенційної продуктивності. Саме з цієї причини спостерігається деяке сповільнення в зростанні потенційної продуктивності сортів. У теперішній час потенційна врожайність зеленого горошку районованих сортів, при високій його якості, становить 4,5-8,0 т / га. І цей показник не змінився за останні 30 років. У зв'язку з цим, в найближчій

перспективі селекція гороху овочевого повинна бути спрямована на підвищення врожайності і якості зеленого горошку, стійкості до абіотичних факторів середовища. Це можливо при створенні принципово нових сортів, сутність яких зводиться до зміни співвідношення генеративної частини до ценозу, що пов'язано зі збільшенням збирального індексу, від якого і залежить, головним чином, урожайність сортів [262, 263].

Один із способів – це збільшення кількості продуктивних вузлів, що змінює співвідношення непродуктивної і репродуктивної частин на користь останньої. Продуктивна частина повинна становити не менше половини загальної довжини рослини. У несприятливих умовах середовища підвищене число продуктивних вузлів буде відігравати роль буфера. Однак ознака «число продуктивних вузлів» в селекції гороху овочевого практично не використовується в силу ряду причин. По-перше, високий потенціал врожайності за рахунок збільшення генеративних вузлів поєднується з подовженим репродуктивним періодом, нерівномірністю дозрівання, схильністю до переростання [348-353].

По-друге, велика кількість продуктивних вузлів сприяє отриманню різноякісного зеленого горошку. По-третє, ознака має високий ступінь фенотипової мінливості по роках, від 15-18 до 40%, що ускладнює роботу з відбору [349].

Залежність довжини бобів рослин сортів гороху овочевого від сортових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення наведена в таблиці 5.1. Довжина бобів гороху овочевого залежала від гідротермічного режиму у період вегетації років досліджень. Вищою вона була в умовах 2019 року і коливалася від 8,23 до 8,95 см у сорту Скінадо та від 8,19 до 8,95 см у сорту Сомервуд в умовах 2019 року, нижча довжина бобів спостерігалася в умовах 2017 року і змінювалася у сорту Скінадо від 7,22 до 8,23 см, а у сорту Сомервуд від 7,12 до 8,74 см. За результатами наших досліджень на довжину бобів значний вплив мала система живлення мікродобривами Вуксал. Передпосівна обробка насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо

на фоні застосування мінеральних добрив та передпосівної обробки насіння Ризобіфітом сприяла підвищенню довжини бобів у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд порівняно із контролем на 0,14 і 0,29 см відповідно.

Таблиця 5.1

**Довжина боба гороху овочевого залежно від застосування
вапнування та системи живлення, см**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	7,22	7,93	8,23	7,79±,29
	0,5 норми вапна за г. к.	7,25	7,95	8,24	7,81±0,29
	1,0 норми вапна за г. к.	7,26	7,97	8,25	7,83±0,29
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	7,34	8,02	8,43	7,93±0,32
	0,5 норми вапна за г. к.	7,35	8,05	8,44	7,94±0,32
	1,0 норми вапна за г. к.	7,35	8,05	8,45	7,95±0,32
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	8,12	8,25	8,52	8,29±0,12
	0,5 норми вапна за г. к.	8,14	8,26	8,55	8,32±0,12
	1,0 норми вапна за г. к.	8,15	8,26	8,61	8,34±0,14
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	8,21	8,53	8,95	8,56±0,21
	0,5 норми вапна за г. к.	8,23	8,53	8,95	8,57±0,21
	1,0 норми вапна за г. к.	8,23	8,54	8,95	8,57±0,21
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	7,12	7,32	8,19	7,54±0,33
	0,5 норми вапна за г. к.	7,12	7,33	8,19	7,55±0,33
	1,0 норми вапна за г. к.	7,14	7,34	8,21	7,56±0,33
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	7,23	7,93	8,35	7,83±0,33
	0,5 норми вапна за г. к.	7,24	7,93	8,36	7,84±0,33
	1,0 норми вапна за г. к.	7,29	7,95	8,37	7,87±0,31
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	7,96	8,02	8,53	8,17±0,18
	0,5 норми вапна за г. к.	8,08	8,02	8,53	8,21±0,16
	1,0 норми вапна за г. к.	8,08	8,05	8,54	8,22±0,16
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	8,72	8,83	8,93	8,83±0,06
	0,5 норми вапна за г. к.	8,73	8,85	8,94	8,84±0,06
	1,0 норми вапна за г. к.	8,74	8,86	8,95	8,85±0,06

Проведення позакореневого підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси на фоні застосування мінеральних добрив та передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо сприяла підвищенню довжини бобів сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд на 0,5 і 0,63 см порівняно із контрольним варіантом.

Дещо вищі значення довжини бобів отримано на варіанті досліду, де було застосовано мінеральні добрива, передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації і склала у сортів гороху овочевого Скінадо – 8,56 см і Сомервуд – 8,83 см, що на 0,77 та 1,29 см більше порівняно із контролем.

Кількість насінин у бобі гороху овочевого залежно від застосування вапнування та позакорневих підживлень наведені у (табл. 5.2).

Відомо, що продуктивність рослин є комплексом фізіологічних, морфологічних та інших ознак і властивостей.

Кількість насінин у бобі залежала від гідротермічного режиму років досліджень, які впливали на формування елементів структури врожаю, проходження процесів запилення і запліднення, тощо.

Кількість насінин у бобі гороху овочевого змінювалася залежно від вологозабезпечення у критичні періоди за фазами росту й розвитку. Найвища кількість насінин у бобі спостерігалася в умовах 2019 року і змінювалася від 7,48 до 8,49 шт. у сорту Скінадо та від 7,37 до 8,48 шт. у сорту Сомервуд. Менша мінливість кількості насінин у бобах спостерігалася в умовах 2017 року і змінювалася від 6,41 до 7,52 шт. у сорту Скінадо та від 6,31 до 8,12 шт. у сорту Сомервуд. На варіанті досліду на фоні внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом забезпечило кількість насінин у бобах сортах Скінадо – 6,99 та Сомервуд – 6,81 шт.

**Кількість насінин у бобі гороху овочевого залежно від застосування
вапнування та системи живлення, шт.**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	6,41	7,08	7,48	6,99±0,31
	0,5 норми вапна за г. к.	6,43	7,09	7,48	7,0±0,31
	1,0 норми вапна за г. к.	6,44	7,17	7,49	7,03±0,31
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	6,82	7,38	7,77	7,32±0,28
	0,5 норми вапна за г. к.	6,83	7,39	7,77	7,33±0,27
	1,0 норми вапна за г. к.	6,83	7,41	7,78	7,34±0,28
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	7,32	7,58	7,97	7,62±0,19
	0,5 норми вапна за г. к.	7,33	7,59	7,97	7,63±0,19
	1,0 норми вапна за г. к.	7,33	7,59	8,01	7,64±0,19
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	7,51	7,97	8,48	7,99±0,28
	0,5 норми вапна за г. к.	7,52	7,97	8,48	7,99±0,28
	1,0 норми вапна за г. к.	7,52	7,99	8,49	8,0±0,28
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	6,31	6,77	7,37	6,81±0,31
	0,5 норми вапна за г. к.	6,31	6,78	7,38	6,82±0,31
	1,0 норми вапна за г. к.	6,32	6,79	7,38	6,83±0,31
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	6,52	7,08	7,68	7,09±0,33
	0,5 норми вапна за г. к.	6,53	7,08	7,68	7,11±0,33
	1,0 норми вапна за г. к.	6,61	7,11	7,69	7,31±0,33
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	7,11	7,38	7,97	7,49±0,25
	0,5 норми вапна за г. к.	7,23	7,38	7,97	7,53±0,23
	1,0 норми вапна за г. к.	7,23	7,41	7,98	7,54±0,23
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	8,11	8,29	8,47	8,29±0,1
	0,5 норми вапна за г. к.	8,12	8,31	8,48	8,30±0,1
	1,0 норми вапна за г. к.	8,12	8,31	8,48	8,30±0,1

Передпосівна обробка насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні застосування мінеральних добрив та передпосівної обробки насіння Ризобофітом в середньому за роки дослідження сприяла збільшенню кількості насінин у бобі у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд порівняно із контролем на 0,33 і 0,30 шт. відповідно.

Застосування позакореневого підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси на фоні внесення мінеральних добрив та передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо забезпечила збільшення кількості насінин у бобі сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд на 0,63 і 0,68 шт. порівняно із контрольним варіантом.

Найвища кількість насінин у бобі отримана на варіанті досліду, без вапнування, де було внесено мінеральні добрива, проведено передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації у сортів гороху овочевого Скінадо – 7,99 і Сомервуд – 8,29 шт., що на 1,0 та 1,48 шт. більше порівняно із контролем.

Слід відмітити, що застосування вапнування (0,5 та 1,0 норми за г. к) також сприяла підвищенню озерненості бобів, проте у меншій мірі.

Кількість насінин у бобі гороху овочевого залежала насамперед, від застосування позакореневих підживлень та вапнування, що пов'язано із складними та повільними процесами, які відбуваються в ґрунті та сприяють нейтралізації його кислотності та як наслідок – підвищенню азотфіксації.

Кількість бобів на рослині гороху овочевого залежно від застосування вапнування та позакореневих підживлень показано в (табл. 5.3).

Встановлено, що кількість бобів на рослині сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд залежала від гідротермічного режиму років досліджень, застосування позакореневих підживлень та вапнування.

**Кількість бобів на рослині гороху овочевого залежно від застосування
вапнування та системи живлення, шт.**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	6,53	6,82	7,06	6,8±0,15
	0,5 норми вапна за г. к.	6,53	6,84	7,08	6,82±0,16
	1,0 норми вапна за г. к.	6,54	6,91	7,18	6,88±0,18
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	7,12	7,53	8,22	7,62±0,32
	0,5 норми вапна за г. к.	7,14	7,55	8,31	7,66±0,34
	1,0 норми вапна за г. к.	7,22	7,61	8,32	7,72±0,32
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	7,52	8,12	8,52	8,05±0,29
	0,5 норми вапна за г. к.	7,54	8,14	8,54	8,07±0,29
	1,0 норми вапна за г. к.	7,55	8,15	8,56	8,09±0,29
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	8,14	8,32	8,82	8,43±0,21
	0,5 норми вапна за г. к.	8,15	8,35	8,84	8,45±0,21
	1,0 норми вапна за г. к.	8,17	8,42	8,85	8,48±0,21
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	7,12	7,53	7,72	7,45±0,18
	0,5 норми вапна за г. к.	7,14	7,55	7,75	7,48±0,18
	1,0 норми вапна за г. к.	7,21	7,58	7,76	7,52±0,16
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	7,34	8,21	8,62	8,06±0,37
	0,5 норми вапна за г. к.	7,35	8,22	8,64	8,07±0,38
	1,0 норми вапна за г. к.	7,37	8,24	8,65	8,09±0,38
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	7,71	8,34	8,82	8,29±0,32
	0,5 норми вапна за г. к.	7,72	8,36	8,84	8,31±0,32
	1,0 норми вапна за г. к.	7,74	8,39	8,85	8,33±0,32
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	8,34	8,64	9,23	8,73±0,26
	0,5 норми вапна за г. к.	8,36	8,68	9,25	8,76±0,26
	1,0 норми вапна за г. к.	8,51	8,72	9,34	8,86±0,25

Більша кількість бобів на рослині спостерігалася в умовах 2019 року і змінювалася залежно від варіанта досліджень від 7,06 шт. до 8,85 шт. у сорту Скінадо та від 7,72 шт. до 9,34 шт. у сорту Сомервуд.

Менша кількість бобів на рослині спостерігалася в умовах 2017 року і змінювалася залежно від варіанта досліджень від 6,53 до 8,17 шт. у сорту Скінадо та від 7,12 до 8,51 шт. в умовах 2017 року. Вагомим чинником підвищення кількості бобів на рослині було проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та позакореневих підживлень мікродобривами Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор.

Подібну зміну можна пояснити тим, що мікроелементи подовжували фазу цвітіння гороху, зменшували втрати квіток на верхніх ярусах рослин, що зумовлювало збільшення загальної кількості бобів.

Так на контрольному варіанті, в середньому по роках, де було проведено внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та передпосівної обробки насіння Ризобофітом, кількість бобів на рослині у сортів Скінадо – 6,8 шт., а у Сомервуд – 7,45 шт.

Передпосівна обробка насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні застосування мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом сприяла збільшенню кількості насінин у бобі в сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд порівняно із контролем на 0,82 і 0,61 шт. відповідно. Застосування позакореневого підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо забезпечила збільшення кількості бобів у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд на 1,25 і 0,84 шт. порівняно із контрольним варіантом. Однак найбільша кількість бобів на рослині без вапнування була отримана на варіанті досліду, де було внесено мінеральні добрива $N_{30}P_{60}K_{60}$, проведено передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту

вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації у сортів гороху овочевого Скінадо – 8,43 і Сомервуд – 8,73 шт., що на 1,63 та 1,28 шт. більше порівняно із контролем.

За сумісного застосування вапнування (1,0 норми за г. к.) разом із внесенням мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, застосування позакореневих підживлень мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації забезпечило формування більшої кількості бобів у сортів гороху овочевого Скінадо – 8,48 і Сомервуд – 8,86 шт., що на 1,68 та 1,41 шт. більше порівняно із контролем.

Кількість насінин на рослині є комплексною ознакою, яка залежить від кількості бобів на рослині та кількості насінин в бобі. Крім того, даний показник досить чітко відображає якість процесу запилення і запліднення, абортивності квіток і бобів у рослин залежно від гідротермічного режиму років досліджень та застосування технологічних прийомів вирощування.

За результатами наших досліджень кількість насінин на рослині залежала від гідротермічного режиму років досліджень і змінювалася в умовах 2019 року від 52,81 шт. до 79,20 шт., а в умовах 2017 року, який характеризувався менш сприятливим гідротермічним режимом кількість бобів на варіантах дослідів змінювалася від 41,85 до 69,11 шт. (табл. 5.4).

На контрольному варіанті, де було проведено внесення норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та передпосівної обробки насіння Ризобофітом, кількість насінин на рослині склала у сортів Скінадо – 47,64 шт., а у Сомервуд – 50,92 шт.

За передпосівної обробки насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні застосування мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом забезпечила збільшення кількості насінин на рослині в сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд порівняно із контролем на 8,35 і 6,47 шт. відповідно.

**Кількість насінин на рослині гороху овочевого залежно від застосування
вапнування та системи живлення, шт.**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	41,85	48,28	52,81	47,64±3,2
	0,5 норми вапна за г. к.	41,98	48,49	52,95	47,81±3,2
	1,0 норми вапна за г. к.	41,99	49,54	53,77	48,39±3,5
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	48,56	55,57	63,86	55,99±4,4
	0,5 норми вапна за г. к.	48,76	55,79	64,56	56,37±4,6
	1,0 норми вапна за г. к.	49,31	56,39	64,72	56,81±4,5
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	55,04	61,54	67,91	61,49±3,7
	0,5 норми вапна за г. к.	55,26	61,78	68,06	61,72±3,7
	1,0 норми вапна за г. к.	55,34	61,85	68,56	61,91±3,8
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	61,13	66,31	74,79	67,41±4,0
	0,5 норми вапна за г. к.	61,28	66,54	74,96	67,59±4,0
	1,0 норми вапна за г. к.	61,43	67,28	75,13	67,94±4,0
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	44,92	50,97	56,89	50,92±3,5
	0,5 норми вапна за г. к.	45,05	51,19	57,19	51,14±3,4
	1,0 норми вапна за г. к.	45,56	51,47	57,27	51,43±5,3
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	47,86	58,13	66,20	57,39±5,3
	0,5 норми вапна за г. к.	47,99	58,20	66,36	57,51±5,3
	1,0 норми вапна за г. к.	48,72	58,58	66,52	57,94±5,1
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	54,82	61,53	70,29	62,21±4,5
	0,5 норми вапна за г. к.	55,82	61,69	70,46	62,65±4,3
	1,0 норми вапна за г. к.	55,96	62,17	70,62	62,92±4,2
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	67,64	71,63	78,18	72,48±3,1
	0,5 норми вапна за г. к.	67,88	72,13	78,44	72,82±3,1
	1,0 норми вапна за г. к.	69,11	72,46	79,20	73,59±3,0

Застосування позакореневого підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо забезпечила збільшення кількості насінин на рослині у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд на 13,85 і 11,29 шт. порівняно із контрольним варіантом.

Найбільша кількість насінин на рослині без вапнування була отримана на варіанті досліду, де було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо. У сортів гороху овочевого Скінадо – 67,41 і Сомервуд – 72,48 шт., що на 19,77 та 21,56 шт. більше порівняно із контролем.

Застосування вапнування (0,5 і 1,0 норми за г. к.) приводило до помірного підвищення кількості насінин на рослині. Найкращий варіант, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації забезпечив найвищу кількість насінин на рослині у сортів Скінадо – 67,94 і Сомервуд – 73,59 шт., це вище ніж на контролі на 20,3 та 22,67 шт., відповідно [265, 266].

Формування високих і сталих врожаїв бобових культур, в тому числі і гороху – значно складніший процес, ніж в інших культур. Це пов'язано зі слабкою можливістю регулювання кількості плодоносних стебел, з поступовою і тривалою диференціацією генеративних органів і особливо з істотною залежністю їх розвитку від зовнішніх умов [262].

Маса 1000 насінин за результатами наших досліджень залежала від вологозабезпечення та температурного режиму (табл. 5.5) впродовж періоду

**Маса 1000 насінин гороху овочевого залежно від застосування
вапнування та системи живлення, г**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	149	152	155	152±1,73
	0,5 норми вапна за г. к.	152	154	157	154±1,45
	1,0 норми вапна за г. к.	155	156	158	156±0,88
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	153	155	157	155±1,15
	0,5 норми вапна за г. к.	155	158	159	157±1,2
	1,0 норми вапна за г. к.	158	160	161	159,7±0,88
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	156	158	159	157,7±0,88
	0,5 норми вапна за г. к.	159	161	162	160,7±0,88
	1,0 норми вапна за г. к.	162	164	164	163,3±0,67
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	159	160	162	160,3±0,88
	0,5 норми вапна за г. к.	162	164	165	163,7±0,88
	1,0 норми вапна за г. к.	165	167	168	166,7±0,88
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	177	181	185	181±2,3
	0,5 норми вапна за г. к.	179	181	187	182,3±2,4
	1,0 норми вапна за г. к.	183	183	188	184,7±1,67
2. Фон+Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	178	184	188	183,3±2,9
	0,5 норми вапна за г. к.	182	185	190	185,7±2,3
	1,0 норми вапна за г. к.	185	185	191	187±2,0
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	180	188	192	186,7±3,5
	0,5 норми вапна за г. к.	185	189	194	189,3±2,6
	1,0 норми вапна за г. к.	188	189	195	190,7±2,2
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	182	193	196	190,3±4,3
	0,5 норми вапна за г. к.	185	195	197	192,3±3,7
	1,0 норми вапна за г. к.	188	195	199	194±3,2

сходи-технічна стиглість бобів. Так вища маса 1000 насінин спостерігалася в умовах 2019 року і змінювалася від 155 до 168 г у сорту Скінадо та від 185 до 199 г у сорту Сомервуд. Необхідно відмітити, що маса 1000 насінин залежала від вапнування (0,5 і 1,0 норми за г. к.) і підвищувалася зі збільшенням норми за г.к. у всіх варіантах дослідів на 2-3 г (0,5 норми за г. к.) і на 4-6 г (1,0 норми за г. к.). Більша маса 1000 насінин на рослині була отримана на варіанті дослідів, де було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо. У сортів гороху овочевого Скінадо – 160,3 і Сомервуд – 190,3 г, що на 8,3 та 9,7 г більше порівняно із контролем (рис. 5.1. 5.2).

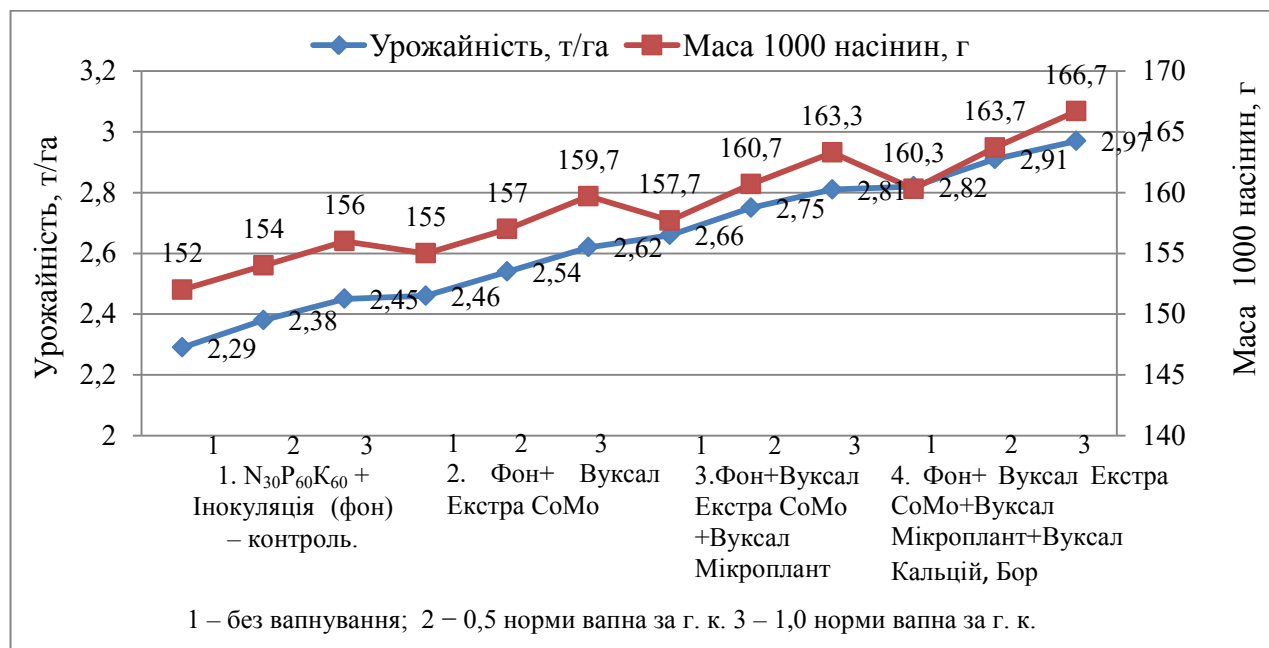


Рисунок 5.1 – Залежність урожайності від маси 1000 насінин гороху овочевого сорту Скінадо та проведення вапнування ґрунту і системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

Кращим виявився варіант дослідів, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра

СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації, що забезпечило найвищу масу 1000 насінин у сортів Скінадо – 166,7 і Сомервуд – 194,0 г, це вище ніж на контролі на 14,7 та 13,0 .

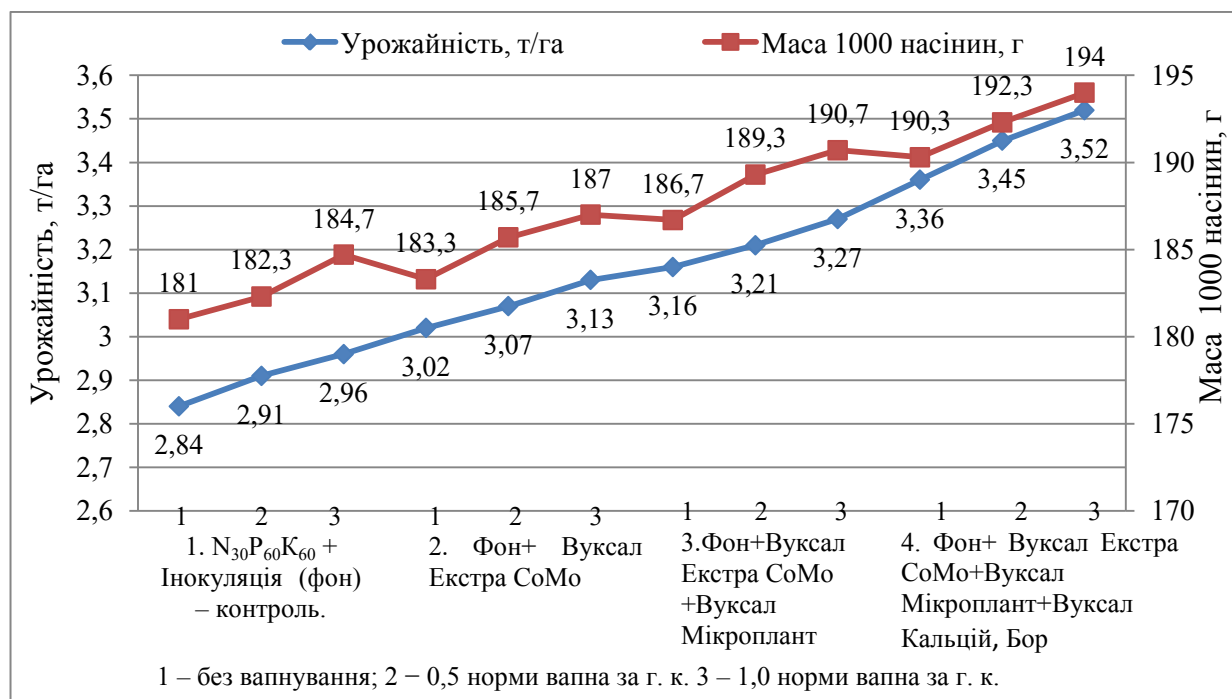


Рисунок 5.2 – Залежність урожайності від маси 1000 насінин гороху овочевого сорту Сомервуд та проведення вапнування ґрунту і системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

Насіннева продуктивність гороху овочевого є полігенною ознакою, яка відображає вплив метеорологічних умов вегетаційного періоду , а також технологічними прийомами вирощування та сортовими особливостями. За результатами досліджень встановлено значний вплив на формування насінневої продуктивності гідротермічного режиму у період сходи-технічна стиглість гороху овочевого, так маса насіння із рослини у 2019 році змінювалася від 8,18 до 12,62 г у сорту Скінадо та від 10,52 до 15,76 г у сорту Сомервуд. Нижча насіннева продуктивність спостерігалася в умовах 2017 року і варіювала від 6,23 до 10,13 г у сорту Скінадо та від 7,95 до 12,99 г у сорту Сомервуд (табл. 5.6).

**Маса насіння із рослини (г) гороху овочевого залежно від застосування
вапнування та системи живлення**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	6,23	7,33	8,18	7,25±0,56
	0,5 норми вапна за г. к.	6,38	7,47	8,31	7,39±0,56
	1,0 норми вапна за г. к.	6,49	7,72	8,49	7,57±0,58
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	7,42	8,61	10,02	8,69±0,75
	0,5 норми вапна за г. к.	7,56	8,81	10,26	8,88±0,78
	1,0 норми вапна за г. к.	7,79	9,02	10,42	9,08±0,76
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	8,59	9,72	10,79	9,7±0,64
	0,5 норми вапна за г. к.	8,79	9,94	11,02	9,92±0,64
	1,0 норми вапна за г. к.	8,96	10,14	11,24	10,11±0,66
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	9,72	10,61	12,11	10,81±0,69
	0,5 норми вапна за г. к.	9,92	10,91	12,36	11,07±0,71
	1,0 норми вапна за г. к.	10,13	11,23	12,62	11,33±0,72
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	7,95	9,23	10,52	9,24±0,74
	0,5 норми вапна за г. к.	8,06	9,27	10,69	9,34±0,76
	1,0 норми вапна за г. к.	8,34	9,41	10,76	9,51±0,70
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	8,52	10,69	12,44	10,55±1,13
	0,5 норми вапна за г. к.	8,73	10,76	12,6	10,7±1,11
	1,0 норми вапна за г. к.	9,01	10,83	12,71	10,85±1,07
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	9,86	11,57	13,49	11,65±1,05
	0,5 норми вапна за г. к.	10,32	11,66	13,67	11,88±0,97
	1,0 норми вапна за г. к.	10,52	11,75	13,77	12,01±0,95
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	12,31	13,82	15,32	13,81±0,87
	0,5 норми вапна за г. к.	12,55	14,06	15,45	14,02±0,84
	1,0 норми вапна за г. к.	12,99	14,13	15,76	14,29±0,80

Однак, для отримання максимальних показників маси насіння із рослини необхідно застосовувати технологічні прийоми вирощування, які б забезпечили оптимальний поживний режим, сприятливі умови для максимальної азотфіксації.

Таким чином, проведення вапнування (0,5 і 1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом забезпечило підвищення маси насіння із рослини на 0,14 та 0,32 г; 0,1 і 0,27 г порівняно із контролем у сортів Скінадо та Сомервуд, відповідно.

Однак, вища насіннева продуктивність була отримана на варіанті дослідів, де було застосовано передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні застосування мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд порівняно із контролем на 1,44 і 1,31 г.

Застосування позакореневого підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо забезпечило підвищення насінневої продуктивності у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд на 2,45 і 2,41 г порівняно із контрольним варіантом.

Кращим за насінневою продуктивністю виявився варіант дослідів, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це забезпечило найвищу насінневу продуктивність у сортів Скінадо – 11,3 і Сомервуд – 14,29 г, що на 4,08 та 5,05 г вище ніж на контролі (рис. 5.3, 5.4).

Коефіцієнт кореляційного зв'язку між урожайністю та масою насіння із рослини у сортів Скінадо і Сомервуд був високим на рівні $r=0,97-0,98$.

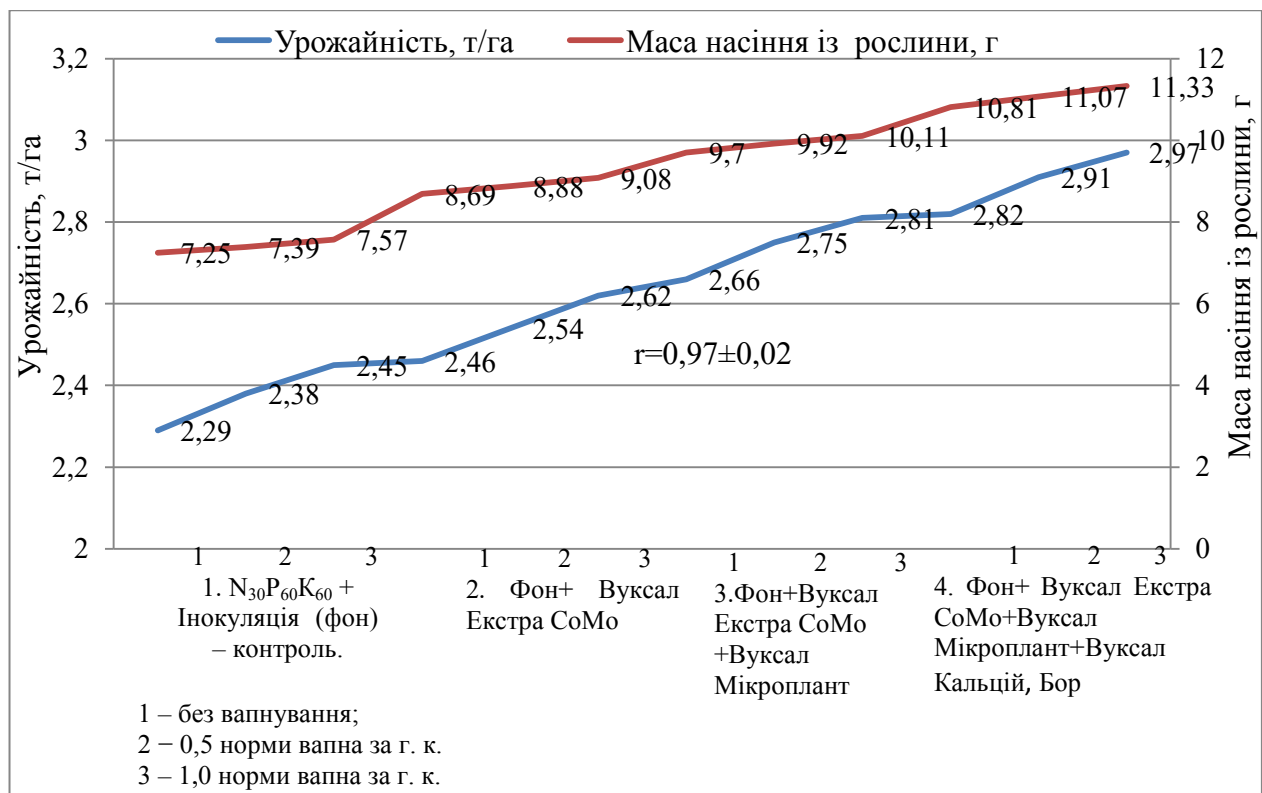


Рисунок 5.3 – Взаємозв'язок врожайності із масою насіння з рослини у гороху сорту Скінадо залежно від вапнування та системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

Урожайність насіння сортів гороху овочевого за природної вологості залежно від застосування вапнування та позакореневих підживлень наведені в таблиці 5.7 та додатках В-Ж.

На контрольному варіанті, де було внесено мінеральні добрив N₃₀P₆₀K₆₀, та проведено передпосівну обробки насіння Ризобофітом отримано врожайність насіння технічної стиглості при волозі 68% на рівні 7,21 та 8,95 т/га у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд.

Вища урожайність була отримана на варіанті дослідів, де було застосовано передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні застосування мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд порівняно із контролем на 0,54 і 0,56 т/га більше.

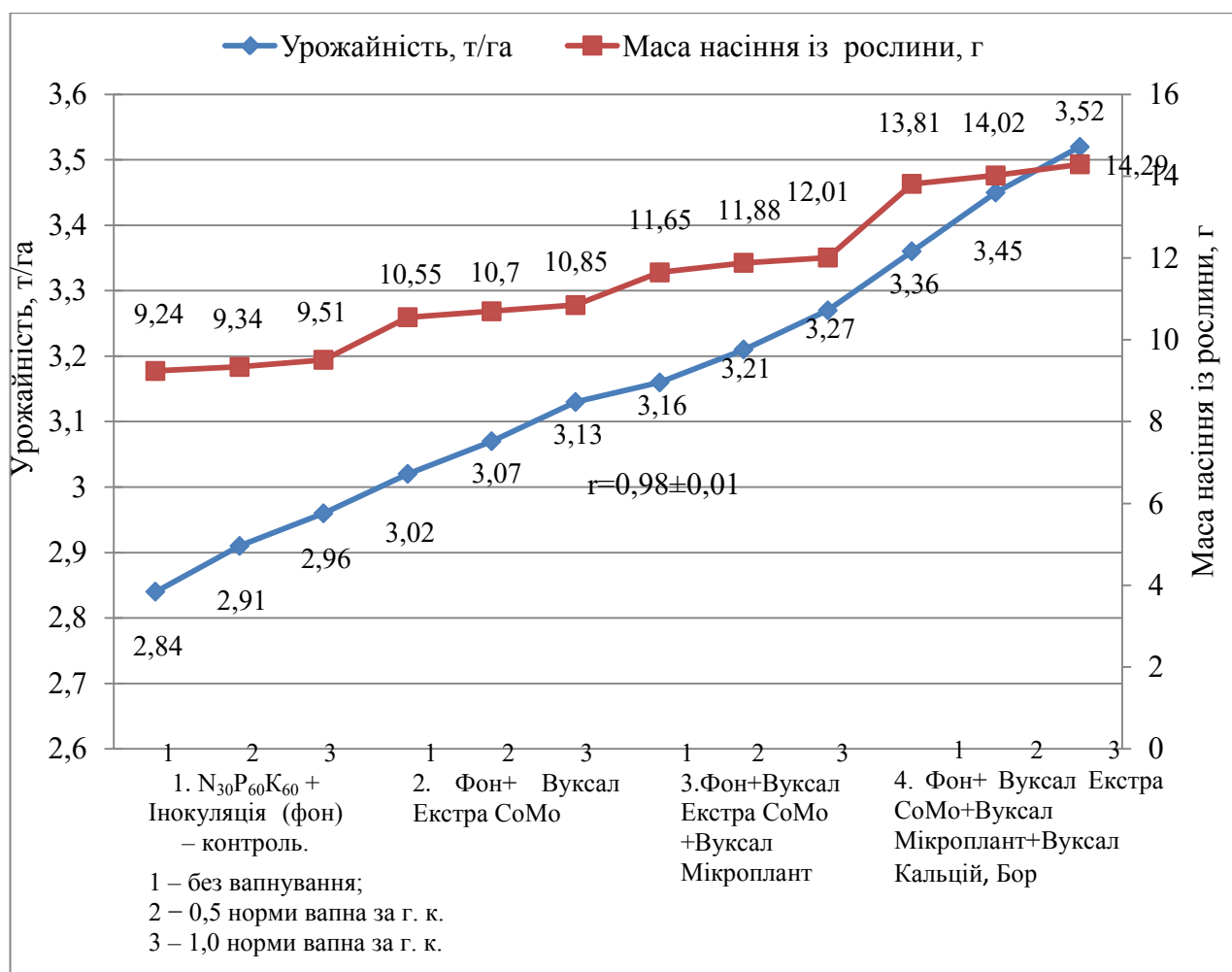


Рисунок 5.4 – Взаємозв’язок врожайності із масою насіння з рослини у гороху овочевого сорту Сомервуд залежно від вапнування та системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

Застосування позакореневого підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси на фоні внесення мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₆₀ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо забезпечила підвищення урожайності гороху овочевого сортів Скінадо і Сомервуд до 8,38 і 9,95 т/га, що вище на 1,17 та 1,0 т/га ніж на контролі.

Найвищий рівень урожайності у сортів гороху овочевого Скінадо – 9,36 і Сомервуд – 11,09 т/га забезпечив варіант дослідів, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив

Урожайність сортів гороху овочевого за природної вологості залежно від застосування вапнування та системи живлення, т/га

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. $N_{30}P_{60}K_{60}$ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	6,77	7,18	7,68	7,21
	0,5 норми вапна за г. к.	7,06	7,43	7,96	7,49
	1,0 норми вапна за г. к.	7,28	7,65	8,22	7,71
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	7,31	7,69	8,25	7,75
	0,5 норми вапна за г. к.	7,59	7,90	8,53	8,00
	1,0 норми вапна за г. к.	7,84	8,16	8,76	8,25
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	8,00	8,28	8,85	8,38
	0,5 норми вапна за г. к.	8,35	8,57	9,04	8,66
	1,0 норми вапна за г. к.	8,47	8,76	9,23	8,85
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	8,38	8,95	9,29	8,88
	0,5 норми вапна за г. к.	8,66	9,29	9,84	9,17
	1,0 норми вапна за г. к.	8,88	9,48	9,70	9,36
Сомервуд					
1. $N_{30}P_{60}K_{60}$ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	8,54	9,07	9,29	8,95
	0,5 норми вапна за г. к.	8,69	9,29	9,48	9,16
	1,0 норми вапна за г. к.	8,88	9,48	9,61	9,32
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	9,01	9,60	9,89	9,51
	0,5 норми вапна за г. к.	9,21	9,79	10,11	9,67
	1,0 норми вапна за г. к.	9,32	9,92	10,30	9,86
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	9,60	9,89	10,36	9,95
	0,5 норми вапна за г. к.	9,73	10,11	10,52	10,11
	1,0 норми вапна за г. к.	9,95	10,23	10,74	10,31
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	10,27	10,49	11,06	10,58
	0,5 норми вапна за г. к.	10,55	10,77	11,24	10,86
	1,0 норми вапна за г. к.	10,80	11,06	11,47	11,09
<i>НІР₀₅: 2017р. А–0,1; В–0,11; С–0,13; АВ–0,23; АС–0,16; ВС–0,19; АВС–0,33; 2018р. А–0,1; В–0,1; С–0,1; АВ–0,17; АС–0,12; ВС–0,14; АВС–0,25; 2019р. А–0,1; В–0,1; С–0,1; АВ–0,12; АС–0,1; ВС–0,1; АВС–0,17;</i>					

$N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це на 2,15 та 2,14 т/га більше ніж на контролі.

Урожайність сортів гороху овочевого у перерахунку на суху речовину залежно від застосування вапнування та позакореневих підживлень (табл. 5.8, додатках К-М).

Максимальна урожайність насіння у перерахунку на суху речовину у сортів Скінадо – 2,97 і Сомервуд – 3,52 т/га була отримана на варіанті досліду, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це на 0,68 та т/га більше ніж на контролі, де урожайність у перерахунку на суху речовину у сортів Скінадо – 2,29 і Сомервуд – 2,84 т/га.

Залежно від варіанта досліду встановлена істотна різниця за рівнем урожайності у перерахунку на суху речовину. Так на варіанті досліду, де було застосовано передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо на фоні застосування мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд урожайність порівняно із контролем на 0,17 і 0,23 т/га більше.

Застосування позакореневого підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо забезпечила підвищення урожайності гороху овочевого сортів Скінадо і Сомервуд до 2,66 і 3,16 т/га, що вище на 0,37 та 0,32 т/га ніж на контролі (рис. 5.5, 5.6).

**Урожайність насіння сортів гороху овочевого в абсолютно сухій
речовині залежно від застосування вапнування та системи
живлення, т/га**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	2,15	2,28	2,44	2,29
	0,5 норми вапна за г. к.	2,24	2,36	2,53	2,38
	1,0 норми вапна за г. к.	2,31	2,43	2,61	2,45
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	2,32	2,44	2,62	2,46
	0,5 норми вапна за г. к.	2,41	2,51	2,71	2,54
	1,0 норми вапна за г. к.	2,49	2,59	2,78	2,62
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	2,54	2,63	2,81	2,66
	0,5 норми вапна за г. к.	2,65	2,72	2,87	2,75
	1,0 норми вапна за г. к.	2,69	2,78	2,93	2,81
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	2,66	2,84	2,95	2,82
	0,5 норми вапна за г. к.	2,75	2,95	3,03	2,91
	1,0 норми вапна за г. к.	2,82	3,01	3,08	2,97
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	2,71	2,88	2,95	2,84
	0,5 норми вапна за г. к.	2,76	2,95	3,01	2,91
	1,0 норми вапна за г. к.	2,82	3,01	3,05	2,96
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	2,86	3,05	3,14	3,02
	0,5 норми вапна за г. к.	2,91	3,11	3,2	3,07
	1,0 норми вапна за г. к.	2,96	3,15	3,27	3,13
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	3,05	3,14	3,29	3,16
	0,5 норми вапна за г. к.	3,09	3,21	3,34	3,21
	1,0 норми вапна за г. к.	3,16	3,25	3,41	3,27
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	3,26	3,33	3,51	3,36
	0,5 норми вапна за г. к.	3,35	3,42	3,57	3,45
	1,0 норми вапна за г. к.	3,43	3,51	3,64	3,52
<i>НІР₀₅: 2017 р. А–0,013; В–0,02; С–0,02; АВ–0,03; АС–0,02; ВС–0,03; АВС–0,05; 2018 р. А–0,01; В–0,01; С–0,02; АВ–0,03; АС–0,02; ВС–0,02; АВС–0,04; 2019 р. А–0,02; В–0,02; С–0,03; АВ–0,04; АС–0,03; ВС–0,03; АВС–0,06;</i>					

Необхідно відмітити, що урожайність насіння на всіх варіантах досліду, які вивчалися на фоні вапнування (0,5 і 1,0 норми за г. к.) була вищою від 0,04 до 0,18 т/га.

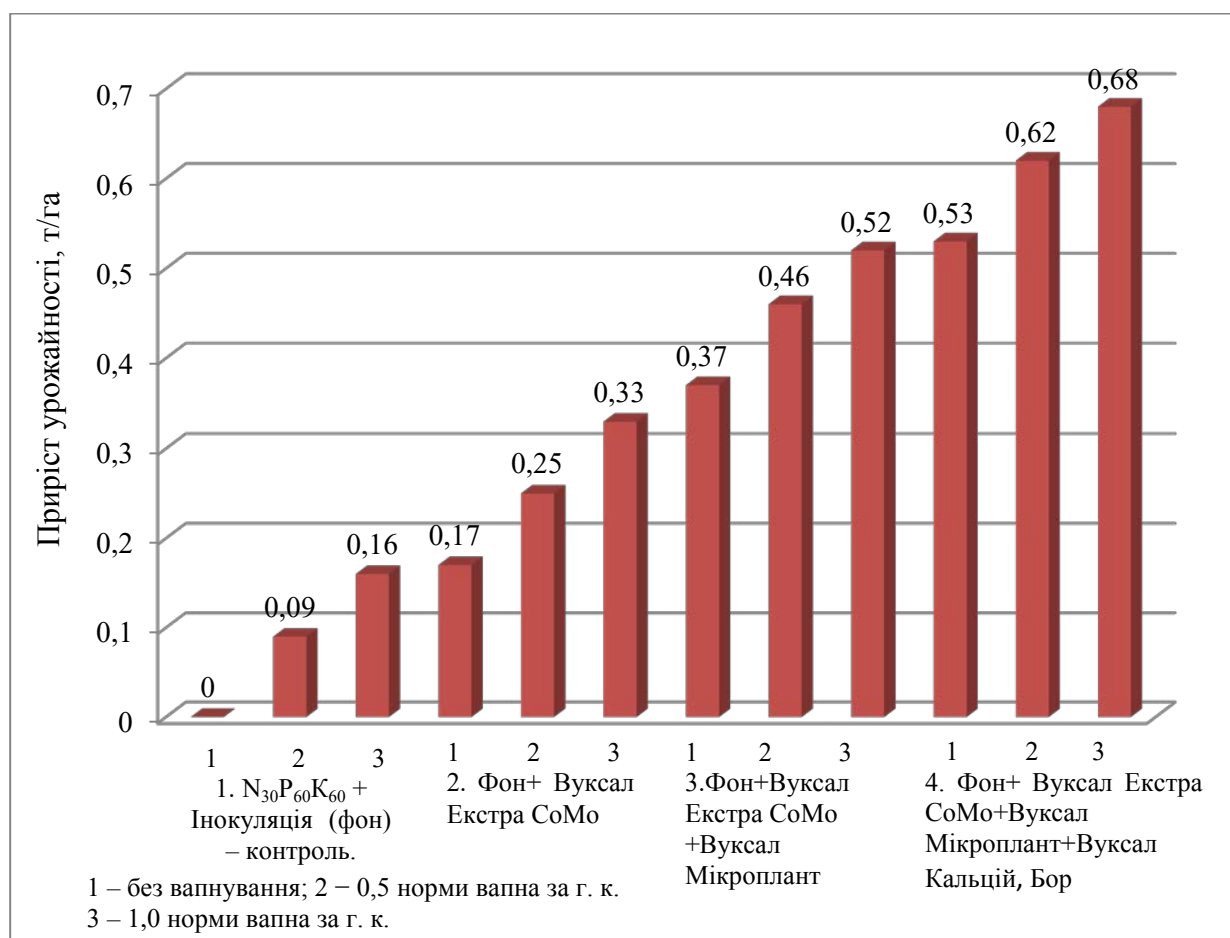


Рисунок 5.5 – Приріст урожайності насіння сорту гороху Скінадо залежно від застосування вапнування та системи живлення, т/га (середнє за 2017-2019 рр.)

Вищий приріст урожайності гороху овочевого було отримано на варіанті досліду, де на фоні контролю було зроблено передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал СоМо та позакореневі підживлення Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси, приріст урожайності склав від 0,33 до 0,46 та від 0,32 до 0,43 т/га.

Найвищий приріст урожайності у сорту Скінадо – 0,68 т/га порівняно із контролем було отримано на варіанті досліду, де на фоні контролю було здійснено передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра

СоМо, позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час розвитку вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор у період бутонізації.

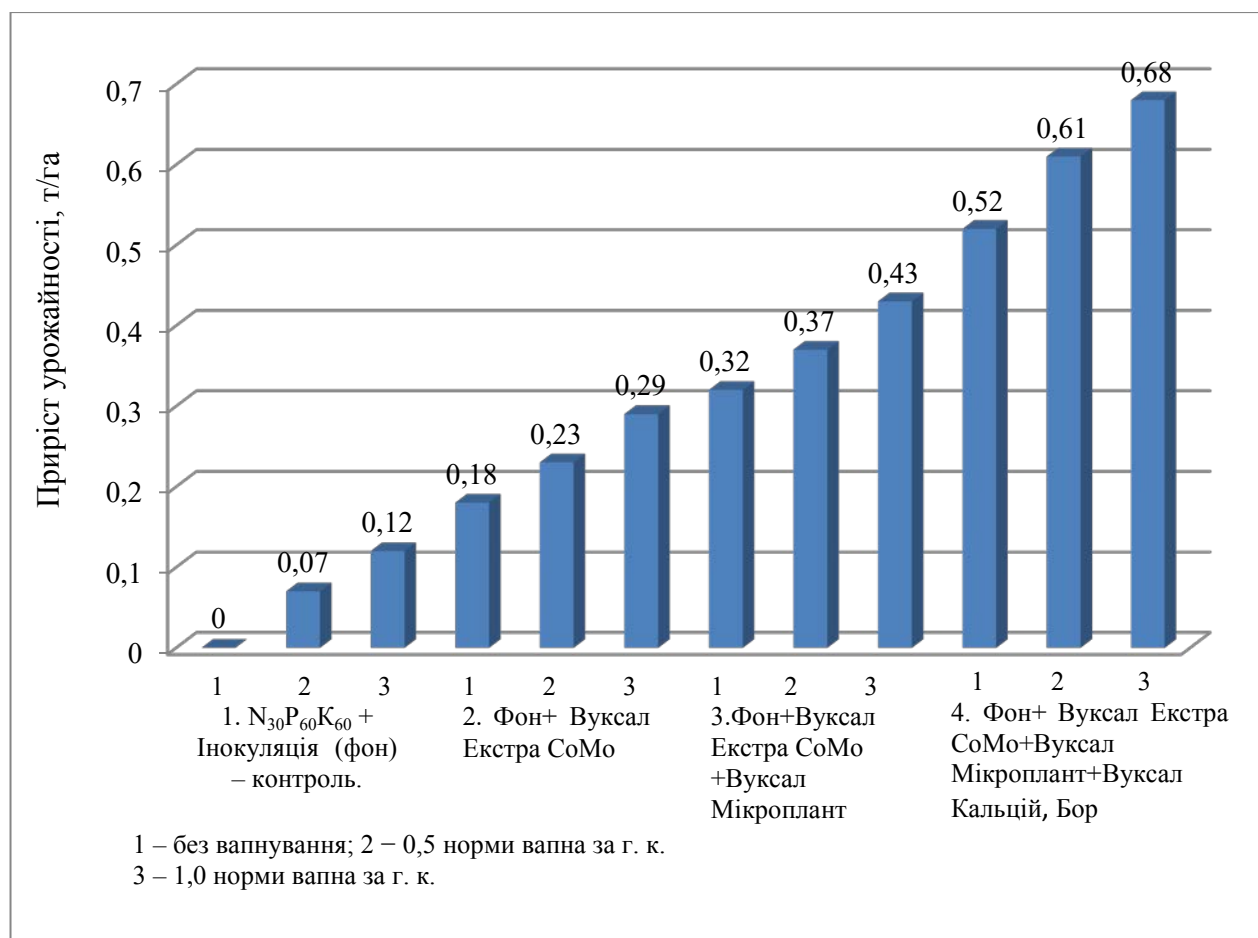


Рисунок 5.6 – Приріст урожайності насіння сорту гороху Сомервуд залежно від застосування вапнування та системи живлення, т/га (середнє за 2017-2019 рр.)

У цілому сорт гороху овочевого Сомервуд забезпечив вищий рівень урожайності на всіх варіантах дослідження порівняно з сортом Скінадо. Так сорт Скінадо сформував урожайність від 2,29 до 2,97 т/га залежно від варіанта досліджень. Сорт Сомервуд забезпечив урожайність від 2,84 до 3,52 т/га залежно від варіанта досліджень. Крім того, підвищення урожайності пов'язано із подовженням тривалості вегетаційного періоду на 8 діб, є наслідком проведення вапнування, передпосівної обробки насіння мікроелементами та позакорневих підживлень (рис. 5.7, 5.8).

Тобто синергічна взаємодія елементів технології вирощування, які



Рисунок 5.7 – Взаємозв'язок тривалості періоду сходи-початок технічної стиглості та врожайності сорту гороху овочевого Скінадо (середнє за 2017-2019 рр.)

вивчалися в дослідях, сприяла подовженню тривалості вегетаційного періоду і одночасно підвищенню рівня урожайності завдяки інтенсифікації технології вирощування. Проте, залежно від генотипних особливостей сортів гороху овочевого кількісні значення приросту урожайності та показників рівня урожайності на контрольному варіанті сортів, які вивчалися значно відрізнялися. Хоча обидва сорти адекватно реагували на покращення технологічних прийомів вирощування, зокрема проведення меліорації ґрунту, шляхом його вапнування, внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Вуксал СоМо та позакореневих підживлень Вуксал Мікроплант і та Вуксал Кальцій, Бор. Кожен із перерахованих технологічних елементів вирощування культури, як окремо, так і сумісній взаємодії впливали на формування кількісних ознак, результуючою яких є рівень урожайності.

Важливим показником, що впливає на врожай і якість гороху овочевого є вихід зеленого горошку від маси бобів (табл. 5.9).



Рисунок 5.8 – Взаємозв'язок тривалість періоду сходи-початок технічної стиглості та врожайності сорту гороху овочевого Сомервуд (середнє за 2017-2019 рр.)

Зерна зеленого горошку мають бути однорідними, свіжими, цілими, з тонкою і ніжною оболонкою темно-зеленого кольору, ніжної консистенції і солодким не крохмалистим смаком. Зерно горошку має бути в діаметрі не більше 8 – 10 мм. Зелений горошок за якістю поділяють на три сорти: вищий, I і II. Важливою характеристикою якості сировини є ступінь стиглості горошку, вона визначається спеціальним приладом – фінометром. Для горошку вищого і першого сортів твердість за фінометром має бути 29 – 56 град. Зерно, яке має більш високу твердість ніж 72 град, містить менше цукру, більше крохмалю і сухих речовин, воно крупніше і грубіше, тому придатне тільки для виробництва консервів супового сорту [264].

Високі поживні та смакові якості зробили його дуже популярним. Як багате джерело білків, вуглеводів і вітамінів, він вживається в їжу в свіжому, консервованому, замороженому і сушеному вигляді. Слід відмітити, що найвищий вихід насіння з бобів гороху овочевого отримано на варіанті досліду, де на фоні контролю було здійснено передпосівну обробку насіння

**Вихід насіння з бобів гороху овочевого залежно від застосування
вапнування та системи живлення, %**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	40,5	42,1	43,2	42,0±0,3
	0,5 норми вапна за г. к.	40,8	42,5	43,8	42,4±0,4
	1,0 норми вапна за г. к.	41,0	42,9	44,0	42,6±0,4
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	42,1	43,2	44,2	43,2±0,5
	0,5 норми вапна за г. к.	42,5	44,1	44,4	43,7±0,5
	1,0 норми вапна за г. к.	42,7	44,3	45,3	44,1±0,4
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	43,2	44,6	44,5	44,1±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	43,9	45,0	45,3	44,7±0,6
	1,0 норми вапна за г. к.	44,8	45,2	45,4	45,1±0,7
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	44,8	45,0	45,8	45,2±0,7
	0,5 норми вапна за г. к.	45,0	46,0	46,6	45,9±0,7
	1,0 норми вапна за г. к.	45,6	46,4	47,1	46,4±0,7
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	45,0	47,8	49,0	47,3±0,7
	0,5 норми вапна за г. к.	44,9	48,0	49,0	47,3±0,7
	1,0 норми вапна за г. к.	45,3	48,3	49,0	47,5±0,7
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	45,4	48,4	49,8	47,8±0,7
	0,5 норми вапна за г. к.	45,9	48,8	50,4	48,4±0,8
	1,0 норми вапна за г. к.	45,9	48,9	50,4	48,5±0,8
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	47,1	48,5	50,8	48,8±0,8
	0,5 норми вапна за г. к.	47,2	49,0	51,0	49,0±0,9
	1,0 норми вапна за г. к.	47,6	48,9	51,4	49,3±0,9
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	48,1	49,2	51,9	49,7±0,7
	0,5 норми вапна за г. к.	48,4	49,4	51,5	49,8±0,8
	1,0 норми вапна за г. к.	48,9	50,1	51,9	50,3±0,7

Примітка: * – довірчий інтервал середньої арифметичної на 1%-му рівні значущості

мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час розвитку вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор у період бутонізації, при цьому у сорту Скінадо він становив 46,4%, а у сорту Сомервуд – 50,3%. Для сорту Скінадо він варіював від 42,0 до 46,4%, вищим вихід насіння був у сорту Сомервуд і змінювався від 47,3 до 50,3%, попередньо вказаному варіанті досліду, який забезпечив найвищий вихід насіння з бобів гороху овочевого, при 1,0 норми вапна за г.к., що перевищувало контроль на 4,0 та 3,0% відповідно.

5.2. Оцінка якості гороху овочевого за проведення вапнування та системи живлення

Середній діаметр насінин гороху овочевого є одним із показників, які визначають якість. Для гладкозерних сортів високоякісним є зерно розміром 5–7 мм [264].

За результатами наших досліджень середній діаметр насінин гороху овочевого залежав від року вегетації культури, тобто гідротермічного режиму, сортових особливостей та проведення вапнування ґрунту, внесення добрив, обробки насіння мікроелементами та позакореневих підживлень.

На контрольному варіанті досліду до високоякісного віднеслося насіння сорту овочевого Скінадо в умовах 2019 року.

Проведення вапнування ґрунту (0,5 норми за г. к.) позитивно відобразилося на діаметрі насіння підвищивши показник до 5 мм в умовах 2018 та 5,1 мм в умовах 2019 року, підвищивши показник до 5 мм в умовах 2018 та 5,1 мм в умовах 2019 року (табл. 5.10).

Інші варіанти дослідів забезпечили збільшення діаметра насінин до високоякісних вимог. За показниками вимог високоякісного насіння варіанти дослідів на фоні контрольного варіанта та проведення обробки насіння мікроелементами Вуксал Екстра СоМо, позакореневих підживлень мікродобривами Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор забезпечили підвищення середнього діаметра гороху овочевого до показників

Середній діаметр насінин гороху овочевого залежно від вапнування та системи живлення, мм

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Роки			Середнє
		2017	2018	2019	
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	4,8	4,9	5,0	4,9±0,4
	0,5 норми вапна за г. к.	4,9	5,0	5,1	5,0±0,4
	1,0 норми вапна за г. к.	5,0	5,0	5,1	5,0±0,3
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	4,9	5,0	5,1	5,0±0,3
	0,5 норми вапна за г. к.	5,0	5,1	5,1	5,1±0,3
	1,0 норми вапна за г. к.	5,1	5,2	5,2	5,2±0,4
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	5,0	5,1	5,1	5,1±0,3
	0,5 норми вапна за г. к.	5,1	5,2	5,2	5,2±0,4
	1,0 норми вапна за г. к.	5,2	5,3	5,3	5,3±0,5
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	5,1	5,2	5,2	5,2±0,4
	0,5 норми вапна за г. к.	5,2	5,3	5,3	5,3±0,5
	1,0 норми вапна за г. к.	5,3	5,4	5,4	5,4±0,5
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	5,2	5,3	5,4	5,3±0,6
	0,5 норми вапна за г. к.	5,3	5,3	5,5	5,4±0,5
	1,0 норми вапна за г. к.	5,4	5,4	5,5	5,4±0,5
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	5,2	5,4	5,5	5,4±0,4
	0,5 норми вапна за г. к.	5,4	5,4	5,6	5,5±0,5
	1,0 норми вапна за г. к.	5,4	5,4	5,6	5,5±0,6
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	5,3	5,5	5,6	5,5±0,5
	0,5 норми вапна за г. к.	5,4	5,6	5,7	5,6±0,4
	1,0 норми вапна за г. к.	5,5	5,6	5,7	5,6±0,5
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	5,4	5,7	5,8	5,6±0,4
	0,5 норми вапна за г. к.	5,4	5,7	5,8	5,7±0,5
	1,0 норми вапна за г. к.	5,5	5,7	5,9	5,7±0,5

високоякісного насіння діаметр насінин яких змінювався у сорту Скінадо від 5,0 до 5,4 мм. Вищими показники діаметра насінини були варіанти дослідів у сорту Сомервуд. У якого насіння відповідало вимогам вищого гатунку на усіх варіантах досліду, починаючи із контрольного, на якому діаметр насінин змінювався від 5,3 до 5,4 мм залежно від вапнування ґрунту (0,5 і 1,0 норми за г. к.). На фоні контрольного варіанта досліджень та проведення обробки насіння мікроелементами Вуксал Екстра СоМо спостерігалось підвищення діаметра насінини до 5,4-5,5 мм. Проведення підживлення рослин мікродобрином Вуксал Мікроплант на фоні контрольного варіанта та обробки насіння мікроелементами Вуксал Екстра СоМо підвищувало діаметр насінини у сорту Сомервуд до 5,5-5,6 мм.

Найвищий показник діаметра насінин відмічено на варіанті досліду, де на фоні контрольного варіанта було проведено вапнування ґрунту (1,0 норми за г. к.), обробку насіння мікроелементами Вуксал Екстра СоМо, підживлення мікроелементами Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій Бор, при цьому діаметр насінини змінювався від 5,6 до 5,7 мм.

Таким чином, застосування вапнування ґрунту на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ та обробки насіння інокулянтном та мікроелементами Вуксал Екстра СоМо, позакореневих підживлень Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій Бор підвищує діаметр насінин гороху овочевого, однак ці параметри не виходять за межі, які ставляться до високоякісного насіння.

Технологічну оцінку сортів гороху овочевого здійснюють за розміром (не більше ніж 10 мм), кольором, смаком, умістом сухої речовини, цукру, крохмалю, вітаміну С, білка тощо.

Показники якості насіння залежали насамперед від сортових особливостей та проведення технологічних прийомів вирощування культури. Вищі показники якості насіння були характерні для сорту Сомервуд, у якого вміст білка залежно від варіанта досліджень змінювався від 5,2 до 6,2%, вміст цукру від 5,5 до 6,8%, вітаміну С – від 39,2 до 41,5 мг/100 г, а вміст крохмалю від 4,5 до 6,0% (табл. 5.11). Нижчі показники

Показники якості насіння гороху овочевого залежно від вапнування та системи живлення, % (середнє 2017-2019 рр.)

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Вміст білка, %	Вміст цукру, %	Вміст вітаміну С, мг/100 г	Вміст крохмалю, %
Скінадо					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	5,0	5,1	36,1	4,2
	0,5 норми вапна за г. к.	5,0	5,1	36,1	4,2
	1,0 норми вапна за г. к.	5,1	5,2	36,3	4,3
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	5,2	5,3	36,5	4,4
	0,5 норми вапна за г. к.	5,2	5,3	36,7	4,5
	1,0 норми вапна за г. к.	5,4	5,4	36,9	4,6
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	5,5	5,5	37,8	4,7
	0,5 норми вапна за г. к.	5,5	5,5	38,2	4,8
	1,0 норми вапна за г. к.	5,6	5,6	38,5	4,8
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	5,7	5,7	39,0	5,0
	0,5 норми вапна за г. к.	5,8	5,7	39,0	5,2
	1,0 норми вапна за г. к.	5,9	5,8	39,2	5,4
Сомервуд					
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	5,2	5,5	39,2	4,5
	0,5 норми вапна за г. к.	5,2	5,5	39,3	4,5
	1,0 норми вапна за г. к.	5,3	5,6	39,5	4,6
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	5,4	5,9	40,3	4,8
	0,5 норми вапна за г. к.	5,4	5,9	40,3	4,8
	1,0 норми вапна за г. к.	5,6	6,3	40,5	5,0
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	5,7	6,5	40,9	5,3
	0,5 норми вапна за г. к.	5,7	6,5	41,1	5,3
	1,0 норми вапна за г. к.	5,8	6,6	41,1	5,5
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	6,0	6,7	41,3	5,8
	0,5 норми вапна за г. к.	6,0	6,7	41,3	5,8
	1,0 норми вапна за г. к.	6,2	6,8	41,5	6,0

якості насіння спостерігалися у сорту Скінадо у якого вміст білка залежно від варіанта досліджень змінювався від 5,0 до 5,9%, вміст цукру від 5,1 до 5,8%, вітаміну С від 36,1 до 39,2 мг/100 г, а вміст крохмалю від 4,2 до 5,4%.

Найвищими показники якості насіння були на варіанті досліду, де на фоні контрольного варіанта було проведено обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та проведено вапнування ґрунту (1,0 норми за г. к.),

позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та мікродобривом Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це забезпечило у сортів Скінадо і Сомервуд значне підвищення показників якості насіння. Зокрема вміст білка – 5,9 і 6,2%, вміст цукру – 5,8 та 6,8%, вміст вітаміну С – 39,2 і 41,5 мг/100 г та вміст крохмалю 5,4 і 6,%. Що відповідно вище порівняно із контрольним варіантом на 0,8 і 0,9%; 0,6 і 1,2%; 2,9 та 2,0%; 1,1 і 1,4% відповідно. Отже, поряд із кількісним підвищенням урожайної в абсолютно сухій речовині покращуються і якісні показники.

Це підтверджує можливість поєднання високих кількісних і якісних показників в одному генотипі за проведення досліджуваних заходів (вапнування ґрунту, удобрення макро- і мікроелементами, обробки насіння інокулянтном, позакореневих підживлень).

На основі результатів досліджень цього розділу можна узагальнити такі висновки:

1. Найбільша кількість насінин на рослині без вапнування була отримана на варіанті досліду, де було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо. У сортів гороху овочевого Скінадо – 67,41 і Сомервуд – 72,48 шт., що на 19,77 та 21,56 шт. більше порівняно із контролем.

2. Найвищий рівень урожайності у сортів гороху овочевого Скінадо – 9,36 і Сомервуд – 11,09 т/га забезпечив варіант дослідів, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це на 2,15 та 2,14 т/га більше ніж на контролі.

3. Максимальна урожайність насіння гороху овочевого у перерахунку на суху речовину у сортів Скінадо – 2,97 і Сомервуд – 3,52 т/га була отримана на варіанті досліду, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це на 0,68 та т/га більше ніж на контролі, де урожайність у перерахунку на суху речовину у сортів Скінадо – 2,29 і Сомервуд – 2,84 т/га. Крім того, підвищення урожайності пов'язано із подовженням тривалості періоду сходи-початок технічної стиглості на 8 діб, що є наслідком проведення вапнування, передпосівної обробки насіння мікроелементами та позакореневих підживлень.

4. Важливим показником, який впливає на врожай і якість гороху овочевого є вихід зеленого горошку від маси бобів, який залежав від варіанта досліджень і варіював від 42,0 до 46,4% у сорту Скінадо та від 47,3 до 50,3% у сорту Сомервуд.

5. Середній діаметр насінин гороху овочевого є одним із показників, який визначає якість, він залежав від року вегетації культури, тобто гідротермічного режиму, сортових особливостей та проведення вапнування ґрунту, внесення добрив, обробки насіння мікроелементами та позакореневих підживлень. Усі перераховані чинники у варіантах досліджень збільшували

діаметр насінин від 5,0 до 5,4 мм та від 5,4 до 5,7 мм підвищуючи вихід кондиційного насіння для сорту Скінадо і Сомервуд відповідно.

6. Можливість поєднання високих кількісних і якісних показників в одному генотипі за проведення досліджуваних заходів (вапнування ґрунту, удобрення макро- і мікроелементами, позакореневих підживлень підтверджується отриманими даними: вміст білка – 5,9 і 6,2%, вміст цукру – 5,8 та 6,8%, вміст вітаміну С – 39,2 і 41,5 мг/100 г та вміст крохмалю 5,4 і 6,% у сортів Скінадо і Сомервуд. Це вище порівняно із контрольним варіантом на 0,8 і 0,9%; 0,6 і 1,2%; 2,9 та 2,0%; 1,1 і 1,4% відповідно.

РОЗДІЛ 6.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО

6.1. Економічна ефективність вирощування гороху овочевого

Крім агрономічного значення, як одного з найкращих попередників, горох забезпечує значну економічну ефективність [267].

Постійне зростання цін на мінеральні добрива, засоби захисту рослин, паливо тощо веде до збільшення витрат на вирощування та зменшення прибутку від реалізації зерна гороху. Тому важливо не лише досягнути високого рівня врожайності, але й одночасно отримати покращення показників економічної ефективності. Рентабельність вирощування гороху становить 42,5-74,6 % [268-270].

Вартість вирощеної продукції залежно від варіантів досліджень змінювалася від 18091 до 23463 грн. у сорту Скінадо та від 22436 до 27808 грн. у сорту Сомервуд, вартість 1 т зерна – 7900 грн, залежно від застосованих прийомів вирощування культури та сортових особливостей (табл. 6.1, 6.2). Враховуючи, що на контрольному варіанті було застосовано мінеральні добрива у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проведено передпосівну обробку насіння інокулянтном, то саме левова частка затрат порівняно із іншими варіантами є фоном контрольного варіанта, який по суті накладається на інші варіанти. Однак невисока рентабельність саме контрольного варіанта є причиною високих затрат на мінеральні добрива, а незначна поетапна прибавка урожайності за рахунок обробки насіння мікроелементами, вапнування ґрунту, проведення позакорневих підживлень досить чітко прослідковується у зростанні рентабельності вирощування гороху овочевого. Найвищі показники економічної ефективності отримано на варіанті досліду, де було застосовано на фоні контрольного варіанта вапнування ґрунту (1,0 норми за г. к.), передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведення позакорневих підживлень Вуксал Мікроплант та Вуксал

**Показники економічної ефективності вирощування сорту овочевого
гороху Скінадо залежно від вапнування та системи живлення
(середнє за 2017-2019 рр.)**

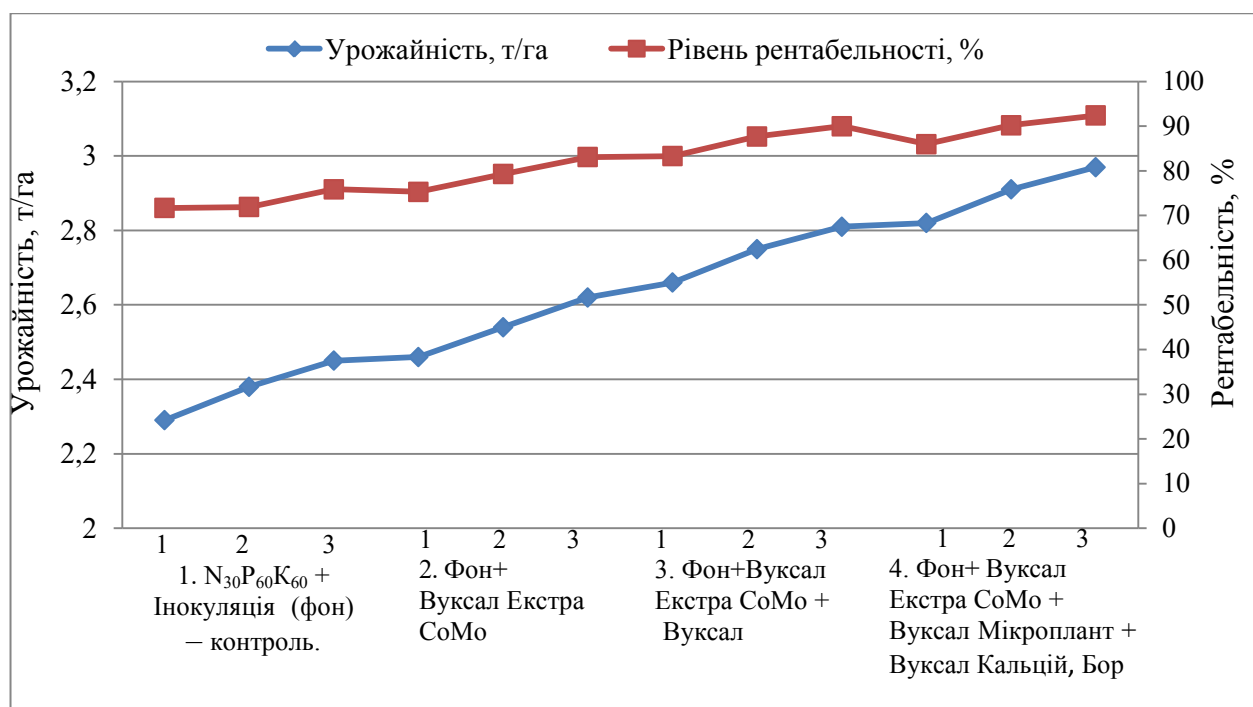
Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Урожайність, т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на, 1 га грн	Собівартість 1 т зерна, грн	Прибуток, грн/га	Рівень рентабель- ності, %
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	2,29	18091	10538	4601,7	7553	71,7
	0,5 норми вапна за г. к.	2,38	18802	10937	4595,4	7865	71,9
	1,0 норми вапна за г. к.	2,45	19355	11002	4490,6	8385	75,9
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	2,46	19434	11086	4506,5	8348	75,3
	0,5 норми вапна за г. к.	2,54	20066	11194	4407,1	8872	79,3
	1,0 норми вапна за г. к.	2,62	20698	11302	4313,7	9396	83,1
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	2,66	21014	11466	4310,5	9548	83,3
	0,5 норми вапна за г. к.	2,75	21725	11574	4208,7	10151	87,7
	1,0 норми вапна за г. к.	2,81	22199	11682	4157,3	10517	90,0
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	2,82	22278	11978	4247,5	10300	86,0
	0,5 норми вапна за г. к.	2,91	22989	12086	4153,3	10903	90,2
	1,0 норми вапна за г. к.	2,97	23463	12194	4105,7	11269	92,4

Кальцій Бор у обох сортів гороху овочевого. При цьому вартість продукції змінювалася від 23463 у сорту Скінадо до 27808 грн/га у сорту Сомервуд незважаючи на найвищі показники витрат на вирощування продукції – 11946 грн/га отримано максимальний прибуток – 11269 та 15614 грн/га та найвищий рівень рентабельності – 92,4 та 128,1% (рис. 6.1, 6.2) і найменшу у наших дослідженнях собівартість вирощеної продукції – 4105,7 та 3464,2 грн/га. Не було відмічено збитку в жодному із варіантів досліду.

**Показники економічної ефективності вирощування сорту овочевого
гороху Сомервуд залежно від вапнування та системи живлення
(середнє за 2017-2019 рр.)**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Урожайність, т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т зерна, грн	Прибуток, грн/га	Рівень рента- бельності, %
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	2,84	22436	10538	3710,6	11898	112,9
	0,5 норми вапна за г. к.	2,91	22989	10937	3758,4	12052	110,2
	1,0 норми вапна за г. к.	2,96	23384	11002	3716,9	12382	112,5
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	3,02	23858	11086	3670,9	12772	115,2
	0,5 норми вапна за г. к.	3,07	24253	11194	3646,3	13059	116,7
	1,0 норми вапна за г. к.	3,13	24727	11302	3610,9	13428	118,8
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	3,16	24964	11466	3628,5	13498	117,7
	0,5 норми вапна за г. к.	3,21	25359	11574	3605,6	13785	119,1
	1,0 норми вапна за г. к.	3,27	25833	11682	3572,5	14151	121,1
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	3,36	26544	11978	3564,9	14566	121,6
	0,5 норми вапна за г. к.	3,45	27255	12086	3503,2	15169	125,5
	1,0 норми вапна за г. к.	3,52	27808	12194	3464,2	15614	128,1

Аналізуючи вартість виробленої продукції по кожному із варіантів досліджень необхідно відмітити, що приріст урожайності, який отримано від вапнування ґрунту, передпосівної обробки насіння мікродобривом та проведення позакоренових підживлень мікродобривами відображається на поступовому зростанні прибутку. Це визначає окупність додаткових витрат на вирощування продукції, враховуючи незначні витрати на проведення цих заходів. Так найменші затрати на вирощування продукції було отримано на

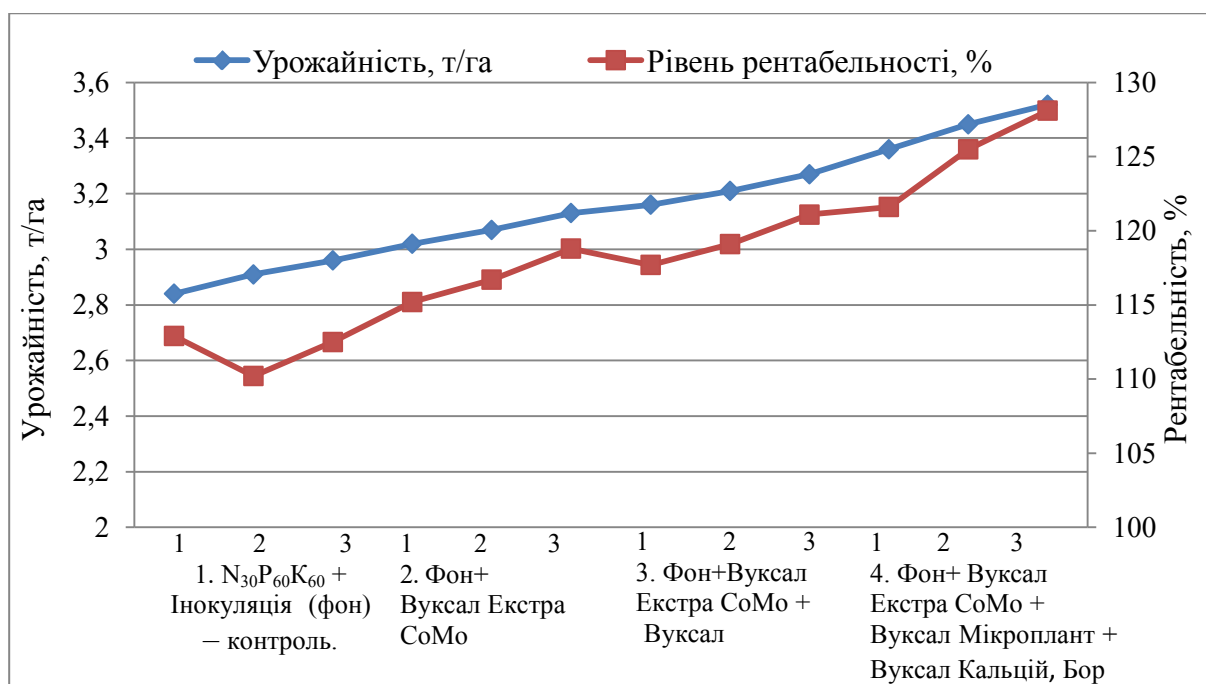


Примітка: 1 – без вапнування; 2 – 0,5 норми за г. к.; 3 – 1,0 норми за г. к.

Рисунок 6.1 – Рівень рентабельності та урожайність насіння сорту гороху Скінадо залежно від вапнування та позакоренових підживлень (середнє за 2017-2019 рр.)

контрольному варіанті дослідів від 10538 до 11002 грн/га. Підвищення затрат на вирощування продукції відмічено на другому варіанті дослідів від 11086 до 11302 грн/га, як і на третьому і четвертому варіанті дослідів від 11466 до 11682 і від 11978 до 12194 грн/га. Найменші витрати на формування 1 тони зерна (4105,7 та 3464,2 грн) відмічено на четвертому варіанті дослідів, де було проведено вапнування ґрунту (1,0 норми за г. к.), що пов'язано із найвищою урожайністю гороху овочевого. Вищою (4157,3 і 3572,5; 4313,7 та 3610,9; 4490,6 і 3716,9 грн) вона була третьому, другому і першому варіанті дослідів, де було проведено вапнування ґрунту із максимальною нормою вапна. Це пов'язано із зниженням рівня урожайності.

Найважливішим показником економічної ефективності є прибуток. Економічна ефективність вирощування гороху овочевого характеризується позитивними результатами на всіх варіантах дослідів.



Примітка: 1 – без вапнування; 2 – 0,5 норми за г. к.; 3 – 1,0 норми за г. к.

Рисунок 6.2 – Рівень рентабельності та урожайність насіння сорту гороху Сомервуд залежно від вапнування та системи живлення (середнє за 2017-2019 рр.)

Найменшим цей показник був на контролі (7553-8353 та 11898-12382 грн/га вищим він був на другому – четвертому варіантах досліджень (8348-9396 і 12772-13425 грн/га); (9548-10517 та 13498-14151 грн/га); (10300-11269 і 14566-15614 грн/га). Тобто із підвищенням рівня урожайності за рахунок інтенсифікації технології вирощування поступово зростає прибуток вирощеної продукції. Досягаючи свого максимуму на четвертому варіанті досліджень, де внаслідок синергетичної взаємодії елементів живлення, віддача від внесених добрив зростає. Так за проведення на фоні контролю передпосівної обробки насіння Вуксал Екстра СоМо, позакореневих підживлень Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій Бор прибуток порівняно із контролем за максимального вапнування ґрунту підвищився на 3716 грн/га. за рахунок оптимізації системи живлення мікроелементами, синергічної взаємодії добрив прибуток збільшився з 7553 та 11898 до 11269 і 15614 грн/га за максимального вапнування ґрунту (1,0 н.в. за г.к.г.).

6.2. Енергетична ефективність вирощування гороху овочевого

Проведення енергетичного аналізу після узагальнення експериментальних даних польового дослідження дозволяє встановити енергетичну ефективність агровиробничого процесу, як головного чинника відтворення сільськогосподарського виробництва з урахуванням особливостей сільського господарства при існуючому рівні розвитку технологій та техніки. Застосування загальних енергетичних методів оцінки процесів виробництва продукції рослинництва дозволяє обґрунтувати технологію вирощування з точки зору оптимізації енергетичного балансу агроєкосистем [271].

За визначення такого балансу слід враховувати особливості рослинництва – наявність поновлюваної (сонячна енергія, родючість й енергопотенціал ґрунту, температура повітря і ґрунту, кількість опадів) та непоновлюваної (енергія, яка сконцентрована в мінеральних та органічних добривах, пестицидах; енергія, яка знаходиться в технічних засобах і обладнанні; енергія живої праці тощо) [271].

Враховуючи постійні коливання ціни на рослинницьку продукцію, добрива, пестициди, біопрепарати, РРР та інші види ресурсів важливе значення має енергетична оцінка розроблених елементів технології вирощування гороху з встановленням показників витрат енергії, витраченої у процесі агровиробництва з її порівнянням до приросту енергії, накопиченою урожаєм досліджуваної культури. Така оцінка дозволяє чітко визначити рівні ресурсовитратності та запропонувати найбільш ощадливі заходи для зменшення енергоємності зерна гороху. Порівняння енергії, що нагромаджена в зерновій масі із витратами енергії на її вирощування, дає змогу досить об'єктивно оцінити досліджувані технологічні прийоми вирощування, визначити їх енергетичну доцільність. Коефіцієнт енергетичної ефективності розраховували як відношення енергії отриманої з урожаєм зерна до енергії, яка затрачена на його вирощування [271].

Найвищі витрати енергії на варіанті Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор за максимального вапнування ґрунту (1,0 норми вапна за г.к.) – 18,56 та 20,03 КДж/га, у сортів Скінадо і Сомервуд це пов'язано із максимальною інтенсифікацією вирощування гороху овочевого на цьому варіанті дослідів (Табл. 6.3, 6.4).

Таблиця 6.3

**Енергетична ефективність вирощування сорту овочевого гороху
Скінадо залежно від вапнування та системи живлення
(середнє за 2017-2019 рр.)**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Вміст енергії в урожаї, ГДж/га	Витрати енергії на 1 га, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) – контроль.	Без вапнування	48,09	17,11	2,81
	0,5 норми вапна за г. к.	49,98	17,17	2,91
	1,0 норми вапна за г. к.	51,45	17,21	2,99
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	51,66	17,28	2,99
	0,5 норми вапна за г. к.	53,34	17,43	3,06
	1,0 норми вапна за г. к.	55,02	17,63	3,12
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	55,86	17,85	3,13
	0,5 норми вапна за г. к.	57,75	18,05	3,20
	1,0 норми вапна за г. к.	59,01	18,27	3,23
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	59,22	18,28	3,24
	0,5 норми вапна за г. к.	61,11	18,46	3,31
	1,0 норми вапна за г. к.	62,37	18,56	3,36

Однак, висока урожайність зерна гороху овочевого, яка акумулювала найвищі показники енергії – 62,37 та 73,92 КДж/га забезпечила отримання високого коефіцієнта енергетичної ефективності у наших дослідженнях,

**Енергетична ефективність вирощування сорту овочевого гороху
Сомервуд залежно від вапнування та системи живлення
(середнє за 2017-2019 рр.)**

Удобрення (фактор С)	Вапнування (фактор В)	Прихід енергії з врожаєм, ГДж/га	Витрати енергії на 1 га, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності, К _{еє}
1. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Інокуляція (фон) контроль.	Без вапнування	59,64	18,35	3,25
	0,5 норми вапна за г. к.	61,11	18,46	3,31
	1,0 норми вапна за г. к.	62,16	18,5	3,36
2. Фон+ Вуксал Екстра СоМо	Без вапнування	63,42	18,71	3,39
	0,5 норми вапна за г. к.	64,47	18,91	3,41
	1,0 норми вапна за г. к.	65,73	19,16	3,42
3. Фон+Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант	Без вапнування	66,36	19,18	3,46
	0,5 норми вапна за г. к.	67,41	19,37	3,48
	1,0 норми вапна за г. к.	68,67	19,51	3,52
4. Фон+ Вуксал Екстра СоМо + Вуксал Мікроплант + Вуксал Кальцій, Бор	Без вапнування	70,56	19,82	3,56
	0,5 норми вапна за г. к.	72,45	19,96	3,63

який у сорту Скінадо склав 3,36, а у сорту Сомервуд – 3,69. Найнижчим виявився коефіцієнт енергетичної ефективності на контрольному варіанті досліджень у сорту Скінадо – 2,81, а у сорту Сомервуд – 3,25. Тобто, незважаючи на менші енергетичні витрати вирощування гороху овочевого, енергія, яка акумулюється в урожаї зерна забезпечує найнижчий коефіцієнт енергетичної ефективності у наших дослідженнях [353].

На основі експериментальних досліджень можна узагальнити такі висновки:

1. Враховуючи, що на контрольному варіанті було застосовано мінеральні добрива у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проведено передпосівну обробку насіння інокулянтном, то саме левова частка затрат порівняно із іншими варіантами є фоном контрольного варіанта, який по суті накладається на інші варіанти. Однак невисока рентабельність саме контрольного варіанта є причиною високих затрат на мінеральні добрива, а незначна поетапна прибавка урожайності за рахунок обробки насіння мікроелементами, вапнування ґрунту, проведення позакорневих підживлень досить чітко прослідковується у зростанні рентабельності вирощування гороху овочевого.

2. Найважливішим показником економічної ефективності є прибуток. Економічна ефективність вирощування гороху овочевого характеризується позитивними результатами на всіх варіантах досліджу. Найменшим цей показник був на контролі (7553-8353 та 11898-12382 грн/га вищим він був на другому, як і третьому і четвертому варіантах досліджень (8348-9396 і 12772-13425 грн/га); (9548-10517 та 13498-14151 грн/га); (10300-11269 і 14566-15614 грн/га). Тобто із підвищенням рівня урожайності за рахунок інтенсифікації технології вирощування культури поступово зростає прибуток вирощеної продукції. Досягаючи свого максимуму на четвертому варіанті досліджень, де внаслідок синергетичної взаємодії елементів живлення, віддача від внесених добрив зростає.

3. Висока урожайність зерна гороху овочевого, яка акумулювала найвищі показники енергії – 62,37 та 73,92 КДж/га забезпечила отримання високого коефіцієнта енергетичної ефективності у наших дослідженнях, який у сорту Скінадо склав 3,36, а у сорту Сомервуд – 3,69.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз гідротермічних умов упродовж 2017-2019 рр. вказує на підвищення температурного режиму у роки вегетаційного періоду порівняно із середнім багаторічним показником. За рівнем зволоження у роки досліджень слід відмітити значну їх контрастність, як за кількістю опадів впродовж вегетаційного періоду, так і нерівномірність їх розподілу за місяцями.

2. Більша густина рослин отримана на варіанті досліду, де на фоні контролю було проведено внесення вапна (1 норми за г. к.), передпосівну обробку насіння мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, позакореневі підживлення мікродобривом Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації, це забезпечило густоту рослин –1179,8 і 1183,1 тис./га у сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд, що вище ніж на контролі на 91,3 і 90,8 тис/га.

3. Польова схожість насіння була вищою на варіанті, де на фоні внесення мінеральних добрив проводили передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо з внесенням вапна (1 норми за г. к.) при цьому польова схожість склала у сортів гороху овочевого Скінадо та Сомервуд – 91,8 та 92,0%, що вище ніж на контролі на 3,9 та 3,8% відповідно.

3. Більш тривалий період сходи-початок технічної стиглості спостерігався на варіантах досліду, де було застосовано мінеральні добрива, внесено вапно (1,0 норми за г. к.), проведено передпосівну обробку насіння Ризобофітом та мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації у сортів гороху овочевого Скінадо – 62 доби та Сомервуд – 65 діб, як і найвищі показники висоти рослин у сортів гороху овочевого Скінадо – 89,9 см та Сомервуд – 90,9 см.

4. Застосування мікродобрив Вуксал Екстра СоМо за передпосівної обробки насіння, проведення позакореневих підживлень мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації забезпечувало на фоні контролю підвищення площі листової поверхні за рахунок посилення вегетативного росту та підвищення темпів наростання листової поверхні на 28-37% залежно від фази розвитку рослин у сортів гороху овочевого Скінадо і Сомервуд.

5. Відмічено поступове підвищення маси сухої речовини від контрольного варіанта досліду (на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом) у сорту Скінадо – 481 та Сомервуд – 596 г/м², до 623 і 739 г/м² у варіанта досліду, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації.

6. Встановлено високої сили кореляційний зв'язок ($r=0,95$ і $0,94$), коефіцієнт детермінації при цьому склав $0,90$ і $0,89$ між фотосинтетичним потенціалом за період сходи-технічна стиглість, млн. м² діб/га і урожайністю в абсолютно сухій речовині. Крім того, встановлено високої сили кореляційні зв'язки між площею асиміляційної поверхні рослин та кількістю бобів на рослині. Коефіцієнти кореляції склали у сорту Скінадо – ($r=0,95$) і Сомервуд – ($r=0,98$).

7. Максимальні показники коефіцієнтів використання ФАР було відмічено на варіанті досліду, у сортів Скінадо – 1,38 і Сомервуд – 1,89 %, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо, застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор. Це на 0,47 та 0,57% вище ніж на контролі.

8. Максимальні показники як загальної так і активної кількості бульбочок, а також їх маси було отримано на варіанті досліду, де проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та передпосівну обробку насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо і проведено позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Загальна кількість бульбочок склала 20,1 і 20,8 шт., у тому числі активних – 18,1 і 18,7 шт./рослину, як і маса бульбочок – 0,45 і 0,47 г/рослину, у тому числі активних – 0,42 і 0,424 г/рослину.

9. Найдовший період симбіозу, як загального так і активного відмічено на варіанті досліду, де було проведено сівбу інокульованим насінням обробленим мікроелементами Вуксал Екстра СоМо на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$, вапнування (1,0 норми за г. к.), позакореневих підживлень Вуксал Мікроплант та Вуксал Кальцій, Бор відповідно 35,3 та 37,1 та 25,4 і 26,7 діб у сортів Скінадо і Сомервуд. Це на 2,2 і 4,6; 1,6 діб більше ніж на контролі з проведенням вапнування.

10. Кількість симбіотично фіксованого азоту значно залежала від обробки насіння мікроелементами, вапнування ґрунту та позакореневих підживлень і змінювалася від 58,9 до 148,2 кг/га у сорту Скінадо та від 72 до 172 кг/га у сорту Сомервуд.

11. Максимальна урожайність у перерахунку на суху речовину у сортів Скінадо – 2,97 і Сомервуд – 3,52 т/га була отримана на варіанті досліду, де було проведено вапнування (1,0 норми за г. к.) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, та проведення передпосівної обробки насіння Ризобофітом і мікродобривом Вуксал Екстра СоМо та було застосовано позакореневі підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант під час росту вегетативної маси та Вуксал Кальцій, Бор під час бутонізації. Це на 0,68 та т/га більше ніж на контролі, де урожайність у перерахунку на суху речовину у сортів Скінадо – 2,29 і Сомервуд – 2,84 т/га. Крім того, підвищення урожайності пов'язано із подовженням тривалості періоду сходи-початок технічної

стиглості на 8 діб, що є наслідком проведення вапнування, передпосівної обробки насіння мікроелементами та позакореневих підживлень.

12. Для сорту Скінадо вихід насіння з бобів змінювався від 42,0 до 46,4%, вищим він був у сорту Сомервуд від 47,3 до 50,3% на попередньо вказаному варіанті досліду, який забезпечив найвищий вихід насіння з бобів гороху овочевого, при 1,0 норми вапна за г.к., що перевищувало контроль на 4,0 та 3,0% відповідно.

13. Можливість поєднання високих кількісних і якісних показників в одному генотипі за проведення досліджуваних заходів (вапнування ґрунту, удобрення макро- і мікроелементами, позакореневих підживлень підтверджується отриманими даними: вміст білка – 5,9 і 6,2%, вміст цукру – 5,8 та 6,8%, вміст вітаміну С – 39,2 і 41,5 мг/100 г та вміст крохмалю 5,4 і 6,0% у сортів Скінадо і Сомервуд. Це вище порівняно із контрольним варіантом на 0,9 і 1,0%; 0,7 і 1,3%; 3,1 та 2,3%; 1,2 і 1,5% відповідно.

14. Найважливішим показником економічної ефективності є прибуток. Економічна ефективність вирощування гороху овочевого характеризується позитивними результатами на всіх варіантах досліду. Найменшим цей показник був на контролі (7553-8353 та 11898-12382 грн/га вищим він був на другому, як і третьому і четвертому варіантах досліджень (8348-9396 і 12772-13425 грн/га); (9548-10517 та 13498-14151 грн/га); (10300-11269 і 14566-15614 грн/га). Рівень рентабельності був найвищим у четвертому варіанті – 92,4 та 128,1%, а собівартість вирощування найнижчою – 4105,7 і 3464,2 грн./т, відповідно. Висока урожайність зерна гороху овочевого, яка акумулювала найвищі показники енергії – 62,37 та 73,92 КДж/га забезпечила отримання високого коефіцієнта енергетичної ефективності у наших дослідженнях, який у сорту Скінадо склав 3,36, а у сорту Сомервуд – 3,69.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання високої врожайності гороху овочевого на рівні 10,0 т/га агроформуванням регіону рекомендуємо:

- висівати високопродуктивний сорт Сомервуд із проведенням вапнування (1,0 норми за г. к.), поєднанням внесення в ґрунт мінерального добрива ($N_{30}P_{60}K_{60}$) та передпосівної обробки насіння біопрепаратом на основі бульбочкових бактерій (Ризобофіт) і мікродобрива Вуксал Екстра СоМо;

- застосовувати високоефективні комплексні добрива на хелатній основі для позакореневого підживлення, Вуксал мікроплант (під час інтенсивного росту вегетативної маси – 1,5 л/га та Вуксал Кальцій, Бор у фазі бутонізації – 1,5 л/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чекригін П.М., Решетніков М.В., Тимчук С.М. Продуктивність і якість зерна гороху в умовах Лісостепу України. *С.-г. науки. НАУУ*. 1999. Вип. 62. С.107-111.
2. Палвашова Г.І., Рейад Шамхі Алі Нові підходи до бланшування зеленого горошку. *Наукові праці ОНАХТ*. 2010. № 36. Т.2. С. 13-17.
3. Історія та поширення гороху: URL:<https://agrosience.com.ua/plant/istoriya-ta-pshyrennya-gorokhu>.
4. Шульга М.С. Горох. Київ: Урожай, 1971. 139 с.
5. Алмашова А.С., Гамаюнова В.В. Агроекологічні аспекти окремих прийомів вирощування гороху овочевого на півдні України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2007. Вип. 2. С. 246-251.
6. Міщенко Ю.Г., Норик Н.О. Вплив параметрів сівби на умови вирощування та продуктивність сортів гороху овочевого. *Вісник сумського національного аграрного університету*. 2018. № 4. С.10-14.
7. Каленська С.М., Шевчук О.Я., Дмитришак М.Я., Козяр О.М. Рослинництво: Підручник / За редакцією О.Я. Шевчука. К.: НАУУ, 2005. 502 с.
8. Камінський В.Ф. Стан та перспективи виробництва гороху на Україні. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 5. С. 22-25.
9. Гамаюнова В.В., Філіп'єв І.Д., Сидякіна О.В. Родючість темно-каштанового ґрунту під впливом тривалого застосування добрив і зрошення. *Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць*. 2005. Вип. 36. С. 141-145.
10. Розвадовський А.М., Болтовська Я.Й. Горох. Зернобобові культури. К.: Урожай, 1984. С. 4-27.
11. Алмашова В.С., Гамаюнова В.В., Онищенко С.О. Вплив мікроелементів та ризоторфіну на продуктивність гороху овочевого в умовах Херсонської області. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 49. С. 18-21.

12. Іконікова В.В. Вплив різних строків сівби на формування листового апарату гороху за 2011 рік. *Вісник ОДЕКУ*. 2012. № 14 С. 100-105.
13. Ромащенко М.І. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України. К. : «ДІА», 2012. 248 с.
14. Бабич А.О. Зернобобові культури. К.: Урожай, 1984. 96 с.
15. Розвадовський А.М. Інтенсивна технологія вирощування овочевого гороху. Київ: Урожай, 2000. 40 с.
16. Алмашова В.С. Онищенко С.О. Урсал В.В. Агроекологічні аспекти вирощування насіння гороху овочевого на півдні України при зрошенні за умов збалансованого природокористування. *Таврійський науковий вісник* 2007. №83. С. 23-27.
17. Грунти України і підвищення їх родючості / Під. ред. Б.С. Носко. К.: Урожай, 1988. 450 с.
18. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство: Підручник. К.: Урожай, 1994. 325 с.
19. Все про городників. Під ред. А.С. Болотського К.: Урожай, 2000. С. 385-393.
20. Довідник бригадира-овочівника. За ред. В.Д. Давидова. К.: Урожай, 1988. С. 165-166.
21. На допомогу городникам. За ред. Г.Л. Бондаренка. К.: Урожай, 1994. С. 74-75.
22. Алмашова В.С. Агроекологічне обґрунтування вирощування гороху овочевого на півдні України. 1–й відкритий з'їзд фізіобіологів Херсонщини: Зб. тез, доп. Херсон: Айлант, 2006. С. 6.
23. Алмашова В.С., Жарінов В.І., Онищенко С.О. Вплив мікроелементів на розвиток бульбочкових бактерій на коренях овочевого гороху. *Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць*. 2005. Вип. 36. С. 51-54.

24. Алмашова В.С., Гамаюнова В.В., Онищенко С.О. Вплив мікроелементів і ризоторфіну на продуктивність гороху овочевого в умовах Херсонської області. *Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць*. 2006. Вип. 49. С. 18-21.

25. Норик Н.О., Мулярчук О.І. Обробіток регуляторами росту насіння гороху овочевого (*Pisum sativum* L., *subspecium commune* gov) в умовах Західного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. Вип. 28. С. 86-93.

26. Філіп'єв І.Д., Гамаюнова В.В. Вміст метіонілу і біологічна цінність білка зерна сільськогосподарських культур при зрошенні залежно від норм азотного добрива. *Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць*. 2005. Вип. 35. С. 13-17.

27. Рейад Шамхі Алі, Палвашова А.І. Характеристика крахмалу зеленого горошку в процесі технологічної обробки. Матеріали четвертої міжнародної науково-практичної конференції : Розвиток наукових досліджень 2008. Полтава, 2008. Т. 8. С. 71-73.

28. Орлов Н.П. Виробництво, зберігання і реалізація квашених овочів і плодів. Київ: Урожай, 1989. С. 102-105.

29. Дашковський О.О. Вимоги до якості та контроль якості горошку зеленого консервованого відповідно до ДСТУ 7165:2010. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2015. № 3 (63). Том 17. С. 388-394.

30. Палвашова Г.І., Рейад Шамхі Алі. Зміна хімічного складу зерна горошку при гідротермічній обробці. *Зернові продукти і комбікорми*, 2010. № 1 (37). Т. 10. С. 23-25.

31. Барабаш О.Ю., Цизь О.М., Леонтьєв О.П., Гонтар В.Т. Овочівництво і плодівництво. Київ : Вища школа, 2000. 152 с.

32. Яйлоян Б.А. Зелений горошок. К. : Урожай, 1973. С. 6-8.

33. Андрюшко А., Сологуб Ю., Пономаренко І. Специфіка попиту та споживання овочевої продукції в Україні. *Агроогляд*. 2004. №6. С. 47-51.

34. Рейад Шамхі Алі, Палвашова А.І. Мінливість вмісту крохмалю зеленого горошку при дозріванні і технологічній переробці. *Наукові праці ОНАХТ*. Одеса, 2008. Зб. 34. Т.2. С. 38-40.
35. Рейад Шамхі Алі. Нові підходи в технології виробництва консервів із зеленого горошку. 6 міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів. Республіка Білорусь, Могильов, 2008. С. 46-47.
36. Самасін Н. Інтенсивна технологія вирощування овочевого гороху *Міжнародний с.-г. журнал*. 1990. №1. С. 65-69.
37. Стригун В.М. Оцінювання сортів гороху овочевого (*Pisum sativum* L.) за показниками якості зеленого горошку та насіння. *Сортовивчення та сортознавство*. 2014. № 1. С. 28-30.
38. Рейад Шамхі Алі. Удосконалення технології виробництва консервованого зеленого горошку: автореф. дис. ... канд. техн. наук, спеціальність: 05.18.13 / Одеса. 2010. 18 с.
39. Стригун В.М. Створення сортів гороху овочевого в Україні. дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.05 / НУБіП України. Київ, 2016. 236 с.
40. Стригун В.М. Селекційно-важливі кількісні ознаки, які забезпечують продуктивність у гороху овочевого. *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 5. № 3-4. С. 75-78.
41. Стригун В.М., Стригун Л.В. Нові сорти гороху овочевого для консервної промисловості. *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6. № 1-2. С. 54-57.
42. Стригун В.М. Вплив факторів зовнішнього середовща на тривалість вегетаційного періоду гороху овочевого (*Pisum sativum* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 4 (25). С. 63- 67.
43. Стригун В.М. Вплив відбору на мінливість ознаки «кількість непродуктивних вузлів» у гібридних популяціях гороху овочевого (*Pisum sativum* L.). *Аграрна наука*. 2016. № 1. С.41-44.
44. Косаковська І.В. Стресові білки рослин. Київ, 2008. 154 с.

45. Розвадовський А.М. Модифікаційна мінливість і кореляційна залежність основних господарсько-цінних ознак гороху в умовах правобережного Лісостепу УРСР. *Доповіді ВАСГНІЛ*. 1984. С. 16-18.
46. Зінченко А.І., Карасюк І.М. Інтенсивна технологія вирощування зернових і технічних культур. Київ: Головне видавництво видавничого об'єднання «Вища школа», 1988. С. 231-254.
47. Лимар А.О. Вплив тривалого зрошення на фізико-властивості темно-каштанових ґрунтів. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 38. С. 141-148.
48. Писаренко В.А., Йокич Д.Р. Режим зрошення сільськогосподарських культур. Науково-обґрунтована система зрошувального землеробства. К.: Урожай, 1987. С. 42-52.
49. Лихацький В.І., Бургарт Ю.Є., Васянович В.Д. *Овочівництво*. Ч. 2. К.: 1996. С. 158-163.
50. Карпенко В.Є. Овочевий луцильний горох на півдні України і питання економіки його виробництва. Землеробство на півдні України (тематичний збірник наукових праць Херсонського СГП). Херсон, 1967. С. 441-452.
51. Лупашку М.Ф. Зерновые и зернобобовые культур і Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1975. С. 271-275.
52. Довідник із захисту рослин /За ред. М.П. Лісового. К.: Урожай, 1999. С. 138-148.
53. Побережна А.А. Виробництво зернофуражних і зернобобових культур. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2000. Вип. 3-4. С. 87-93.
54. Дем'янюк О.С., Шамрій Н.М. Мікробіологічна активність ґрунту як показник родючості. *Вісник Харківського НАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2002. № 1. С. 129-132.
55. Рослинництво: Підруч. / За ред. О.І. Зінченка. К.: Аграрна освіта, 2001. С. 59-60.

56. Рекомендації по вирощуванню хрестоцвітих, бобових, злакових та малопоширених кормових культур в 1999 році / Відпов. за вип. О.П. Серветник. Миколаїв: Техномаркет, 1999. С. 15-17.

57. Патица В.П., Тараріко Ю.О., Мельничук Л.М. та ін. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих, фосформобілізуєчих мікроорганізмів, фізіологічноактивних речовин і біологічних засобів захисту рослин : рекомендації. Київ : Аграрна наука, 2000. 145 с.

58. Макрушин М., Черемха Б., Гудков В., Шабанов Р. Регулятори росту. *Пропозиція. 2001. № 5. С. 60-64.*

59. Телекало Н.В. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна інтенсивних сортів гороху. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : Збірник наукових праць. 2014. Вип. 22. С. 78-83.*

60. Патица В.П. Мікроорганізми і врожай. Оптимізація структури агроландшафтів і раціональне використання ґрунтових ресурсів. К., 2000. С. 26-27.

61. Андреюк Є.І., Антипчук А.Ф. Вивчення симбіотичної азотфіксації і шляхи підвищення ефективності її використання у сільському господарстві. Симбіотичні азотфіксатори і їх використання в сільському господарстві: Тез. допов. респ. конф. Київ, 1987. С. 4-6.

62. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: Метод. рекомендації. К.: Нора–прінт, 2001. С. 60-63.

63. Забарна Т.А. Вплив позакореневих підживлень на показники симбіотичної діяльності сої. *Polish journal of science. 2020. №25. Vol. 1. P.6-11.*

64. Патица В.П. Перспективи використання біопрепаратів у землеробстві. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. 1999. Вип. 4. С. 84-91.*

65. Шевніков М.Я. Вплив мікроелементів на продуктивність сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії: Наук.- виробнич. ж-л.* 2006. № 3. С. 21-25.
66. Бабич А.О. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісник аграрної науки.* 1996. № 2. С. 37-39.
67. Власюк П.А., Івченко В.І. Фізіологічне значення молібдену для рослин. К., 1975. С. 165-169.
68. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. [за ред. В.В. Волкодава]. Київ, 2001. 101 с.
69. Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Остапенко А.І. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур: Методич. вказівки. Херсон, 1997. 21 с.
70. Ефективність біодобрих у різних ґрунтово-кліматичних зонах України та інших країн СНД. *Інформаційний листок № 15/с–95.* Сімферополь, 1995. С. 4.
71. Колюсь Є.М. Вплив мінеральних добрив, інокуляції і стимуляторів росту на формування насінневої продуктивності гороху в умовах східного Степу України. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету.* 2002. Вип. 13. С. 15-17.
72. Камінський В.Ф., Вишнівський П.С., Дворецька С.П. Значення зернобобових культур та напрями їх виробництва. *Селекція та насінництво.* Харків, 2005. Вип. 90. С. 14-22.
73. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. [за ред. Г.Л. Бондаренко, К.І. Яковенка]. Харків : Основа, 2001. 369 с.
74. Технологія вирощування овочевого горошку URL: <https://agrotimes.ua/article/tehnologiya-viroshchuvannya-ovochevogo-goroshku>.
75. Kvet, J., J. P. Ondok, J. Necas and P. G. Jarvis. 1971. Methods of growth analysis. p. 343-391.
76. Телекало Н.В. Особливості формування зернової продуктивності гороху в умовах правобережного Лісостепу України. *Наукові праці*

Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: збірник наукових праць. 2013. Вип. 17. (Т. I). С. 316-319.

77. Телекало Н.В. Вплив інокуляції і позакореневих підживлень на урожайність сортів гороху. *Зернобобові і круп'яні культури.* 2014. № 1 (9). С. 16-22.

78. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур: монографія. Вінниця: Твори, 2020. 192 с.

79. Телекало Н.В. Формування симбіотичної та зернової продуктивності гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник.* 2014. Вип. 89. С. 72-79.

80. Телекало Н.В. Формування фотосинтетичного апарату та урожайності зерна гороху в умовах Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету.* 2014. Вип. 6. С. 41-47.

81. Телекало Н.В. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на врожайність і якість зерна гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво.* 2015. Вип. 2. С. 35-44.

82. Телекало Н.В. Конкурентоспроможність технологій вирощування гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник.* 2015. Вип. 90. С. 96-101.

83. Телекало Н.В. Формування фотосинтетичного апарату та урожайності зерна гороху в умовах Лісостепу правобережного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2015. Вип. 1(82). С. 130-136.

84. Телекало Н.В. Фотосинтетична продуктивність гороху посівного залежно від впливу передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. *Сільське господарство та лісівництво.* 2016. № 3. С. 65-75.

85. Телекало Н.В. Економічна оцінка ефективності технології вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво.* 2016.

№ 4. С. 63-71.

86. Телекало Н.В., Блах М.В. Біологічний азот, як запорука екологічної безпеки ґрунтів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С.155-164.

87. Телекало Н.В. Вплив екологічних факторів на ріст та розвиток інтенсивних сортів гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 241-247.

88. Телекало Н.В. Вплив технологічних прийомів вирощування гороху на забезпеченість ґрунту азотом. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6. (Т 1). С. 97-102.

89. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 18. С. 5-17.

90. Мазур О.В., Колісник О.М., Телекало Н.В. Генотипні відмінності сортозразків квасолі звичайної за технологічністю. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. Вип. 7. (Т2). С. 33-39.

91. Шевчук В.В., Дідур І.М. Дія регуляторів росту рослин на морфогенез проростків і лабораторну схожість насіння гороху озимого сорту НС Мороз. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. Вип. 2. С. 48-53.

92. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. №. 13. С. 84-93.

93. Телекало Н.В. Ефективність використання бактеріальних препаратів при вирощуванні гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 127-140.

94. Дідур І.М., Шевчук В.В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 48-60.

95. Дідур І.М., Шевчук В.В., Мостовенко В.В. Особливості проростання насіння та початкові етапи росту гороху озимого за дії мікробного і стимулювального препаратів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 17. С. 15-29.
96. Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур О.В., Паламарчук В.Д. Мікробіологічні основи агротехнологій. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 3. С. 32-43.
97. Ткачук О.П., Овчарук В.В. Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 18. С. 161-171.
98. Телекало Н.В. Агроекологічні прийоми вирощування (*Pisum sativum*) в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 9. С. 79-88.
99. Поліщук І.С., Поліщук М.І., Мазур О.В., Юрченко Н.А. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С. 36-43.
100. Шкатула Ю.М., Паламарчук А.В. Продуктивність гороху в залежності від агротехнічних та хімічних заходів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 215-223.
101. Дідур І.М., Мостовенко В.В. Вплив технологічних прийомів вирощування та формування елементів структури врожаю гороху овочевого в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 4 (15). С. 21-29.
102. Іщенко В.А. Продуктивність сортів гороху в господарствах Кіровоградської області. *Сучасні інтенсивні технології в рослинництві в умовах Північного степу України*: матеріали конф. присвяченої 10-й річниці заснування кафедри загального землеробства КНТУ. Кіровоград. 2007. С. 83–88.
103. Гончар Л.М., Пилипенко В.С. Польова схожість насіння та густина

стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія: Агрономія. Київ, 2017. № 269. С. 30–36.

104. Авраменко С., Огурцов Ю., Цехмейструк М. Формування високої врожайності гороху. *Агробізнес сьогодні*. – URL: <http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/events/406-2011-05-13-05-48-20.html>.

105. Бушулян О., Коблай С. Володар бобового царства, або знову про горох. *Пропозиція*. 2019. № 2. С. 54–58.

106. Ковшакова Т.С., Аверчев О.В. Розробка адаптивних технологій вирощування гороху в умовах півдня України. *Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку»*. Херсон, 2019. С. 39–45.

107. Рудніченко Н. Природні ліки для ґрунту і джерело білка для людства. *Пропозиція*. 2019. № 1. С. 24–29.

108. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О. Удобрення гороху за всіма правилами. *Агробізнес Сьогодні* : Інформ.-аналіт. газета. 2018. № 24. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12390_udobrennia_horokhu-za-vsima-pravylamy.html. (дата звернення: 11.03.2019).

109. Урожай онлайн 2020. Як йде збирання урожаю в Україні. / Компанія «Суфле Агро Україна». URL: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2020>.

110. Кирієнко А. Де вирощують горох і чому на нього росте попит. Які в Україні з ним проблеми? 2020. URL: <https://agroportal.ua/ua/publishing/infografika/gde-vyrashchivayut-gorokh-i-pochemu-na-nego-rastet-spros-kakie-v-ukraine-s-nim-problemy/#>

111. Горбатенко А., Судак В., Чабан В. Горох завжди прибутковий, і на схилах теж. *Пропозиція*. 2019. № 1. С. 56–59.

112. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Поліщук М.І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.

113. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Навчальний посібник. Вінниця, 2011. 381 с.

114. Січкач В.І. Горох, соя, нут. Роль зернобобових у продуктивності землеробства. *Насінництво*. 2009. № 4. С. 10–13.

115. Тараріко О.Г. Вплив систематичного застосування органічних і мінеральних добрив на біологічні процеси та гумусовий стан чорноземів. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2002. № 11. С. 8–19.

116. Шичула М.К. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Київ : Оранта, 1998. 662 с.

117. Трунов О.П. Агробіологічне обґрунтування вирощування високоякісного насіння гороху при збиранні методом прямого комбайнування: автореф. дис. ... канд. с.-г наук. Одеса, 2003. 21 с.

118. Сокирко П.Г. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від способів основного обробітку ґрунту. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб. УААН, ННЦ «Ін-т землеробства УААН»*. 2008. Вип. 80. С. 12-17.

119. Гаврилюк М.М., Адамчук В.В., Грицишин М.І. Техніко-технологічне забезпечення мінімізації обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2008. №1. С. 11-16.

120. Ярошенко П.П., Опара М.М. Енергозбереження та екологічна безпека у процесі обробітку ґрунту. *Вісник ПДАА*. Полтава, 2008. №1. С. 6-11.

121. Пастух А.М. Вплив систем основного обробітку ґрунту на продуктивність спеціалізованих короткоротаційних сівозмін в умовах Буковини. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво : міжвід. темат. наук. зб.* 2009. Вип. 51, (ч. II). С. 109-118.

122. Смолінський С., Васильченко В. Огляд дискових агрегатів для основного обробітку ґрунту. *Агроном*. 2012. №4 (38). С. 154-159.

123. Цюк О.А. Економічна ефективність та енергетична оцінка систем

землеробства. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво міжвід. темат. наук. зб.* 2009. Вип. 51, (ч. II). С. 139-144.

124. Ятчук В.Я., Гаврилов С.О. Вплив обробітку сірого лісового ґрунту на його водно-фізичні властивості. *Землеробство : міжвід. темат. наук. зб.* 2008. Вип. 80. С. 28-32.

125. Танчик С.П. Землеробство – продовольча, енергетична та екологічна безпека України. *Біоресурси і природокористування : наук. журн.* 2009. Т. 1, №1-2. С. 80-94.

126. Танчик С.П., Ямковий В.Ю. Гумусний стан чорнозему типового залежно від обробітку ґрунту. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН».* 2010. Вип. 1-2. С. 39-45.

127. Булигін С.Ю., Пасічник Н.А., Байдюк М.І. Особливості режиму зволоження чорнозему звичайного за «нульовою» технологією вирощування польових культур. *Вісник аграрної науки.* 2004. №5. С. 59-63.

128. Молдован В.Г., Квасніцька Л.С. Баланс вологи у сівозмінах західного Лісостепу. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН».* 2008. Вип. 1. С. 70-76.

129. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки.* 2008. №11. С. 5-10.

130. Сайко В.Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН».* 2010. Вип. 3. С. 3-17.

131. Сайко В.Ф. Зерно України. *Вісник аграрної науки.* 2011. № 9. С. 5-10.

132. Єрмолаєв М.М., Літвінов Д.В., Єрмолаєва Т.М., Товстенко М.П. Продуктивність сівозмін з короткою ротацією залежно від рівня насичення зерновими культурами. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН».* 2010. Вип. 82. С. 3-8.

133. Манько К.М., Музафаров Н.М., Музафаров І.М. Дорогоцінна волога. *Агроном.* 2012. №4 (38). С. 194-195.

134. Туріна О. Інокуляція насіння нуту, гороху, чини, сої для

підвищення продуктивності та якості зерна. *Тваринництво України: науково-виробничий журнал*. 2010. № 12. С. 40–42.

135. Сокирко П.Г. Вплив різних систем обробітку ґрунту на продуктивність сільськогосподарських культур. *Вісник ПДАА*. 2008. №3. С. 13 – 16.

136. Кирилюк В.П. Продуктивність культур сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. Вип. 1-2. С. 77-85.

137. Сокирко П.Г. Вплив систем обробітку ґрунту на формування та роботу фотосинтетичного апарату сої. *Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб.* 2009. Вип. 64. С. 70-77.

138. Ворона Л.І., Кочик Г.М., Сторожук В.В. Вплив основного обробітку ґрунту і систем удобрення на продуктивність культур зерно-просапної сівозміни в умовах Полісся. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво : міжвід. темат. наук. зб.* 2009. Вип. 51, ч. I. С. 20-29.

139. Молдован В.Г., Квасніцька Л.С. Ефективність системи основного обробітку ґрунту в сівозмінах західного Лісостепу. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2007. Вип. 2. С. 25-28.

140. Рябчун Н. Фотосинтез та врожайність зернових культур. *Пропозиція*. 2013. №5. С. 64-67.

141. Василюк В.М., Маменко П.М., Береговенко С.К. Дослідження симбіотичних властивостей TN5-мутантів бульбочкових бактерій сої. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* 2007. Вип. 6. С. 39-50.

142. Петришина А.А. Продуктивність гороху залежно від способів обробітку ґрунту. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. Вип. 1-2. С. 69-76.

143. Галиш Ф.С. Вплив систем основного обробітку ґрунту й удобрення на продуктивність гороху. *Землеробство : міжвід. темат. наук. зб.* 2007. Вип. 79. С. 56-64.

144. Колодяжний О.Ю., Патица М.В., Танчик С.П. Структура мікробного комплексу чорнозему типового під посівами гороху (*Pisum sativum* L.) з використанням різних систем землеробства. *Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб.* 2012. Вип. 74. С. 73-80.
145. Шам І.В., Сторчоус І.М. Забур'яненість посівів гороху. *Агроном.* 2010. №2. С 94-95.
146. Петришина А.А. Динаміка появи сходів бур'янів в агрофітоценозі гороху. *Наук. доп. НУБіП.* 2011. №7 (23). С. 1-12. URL : <http://www.nbuw.gov.ua/e-journals/Nd/2011-7/11panapa.pdf>.
147. Бомба М.Я., Бомба М.І., Котевський І.І. Наукові підходи вирішення проблем землеробства в західному регіоні України. *Наук. доп. НУБіП.* 2012. №5 (34). С. 1-12. URL: http://www.nbuw.gov.ua/e-journals/Nd/2012_5/12bmy.pdf.
148. Сайко В.Ф., Грицай А.Д., Гордецька С.П., Свиденюк І.М. Ресурсоощадливі технології вирощування зернових культур. Київ: Світ, 2005. 48 с.
149. Галиш Ф.С. Агротехніка – проти бур'янів (соя). *Карантин і захист.* 2007. № 10. С. 13–14.
150. Капінос М.В. Адаптивна відповідь гороху посівного на дію стресу при проростанні за використання регуляторів росту рослин та біопрепаратів. Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 100-річчю Національної академії аграрних наук України та 100-річчю заснування Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, м. Харків, 4-5 липня 2018 року: матеріали доповідей. Харків, 2018. С. 223–225.
151. Крикунов В.Г. Ґрунти і їх родючість: підручник. Київ: Вища школа, 1993. 287 с.
152. Волкогон В.В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур: монографія. Київ: Аграрна наука, 2007. 144 с.

153. Плотніков В.В., Гильчук В.Г., Гуменний М.Б. Урожайність та якість зерна гороху при комплексному застосуванні системи агрохімікатів в сучасних конкурентоспроможних технологіях його вирощування. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. 2008. Вип. 62. С. 250–163.

154. Тараріко О.Г., Греков В.О., Дацько Л.В. Агроекологічний стан ґрунтів та контроль за їх родючістю. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 3. С. 39–44.

155. Тарасович Л.В. До питання про світовий досвід застосування засобів хімізації URL: http://www.rusnauka.com /10_NPE_2008/Economics/29376.doc.htm.

156. Геркіял О.М., Господаренко Г.М., Коларьков Ю.В. Агрохімія. Умань, 2008. 300 с.

157. Городній М.М. Агрохімія. Київ: Мастер Принт, 2015. 437 с.

158. Дідора В.Г., Бондар О.Є., Власюк М.В. [та ін.]. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. *Наукові горизонти*. Житомир, 2019. № 1. С. 33–39.

159. Городній М.М. Агрохімія. Київ: Арістей, 2008. 936 с.

160. Бахмат О.М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої: Монографія. Кам'янець-Подільський: Видавець Зволейко Д. Г. 2012. 436 с.

161. Бахмат М.І., Бахмат О.М. Формування сортової врожайності сої в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 138–144.

162. Колісник С.І., Кобак С.Я., Дідович С.В. [та ін.]. Саєнко М.П. Бактеріальні добрива для оптимізації азотного і фосфорного живлення сої, нуту, гороху, чини і сочевиці. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 145–152.

163. Коць С.Я., Моргун В.В., Патица В.Ф. [та ін.]. Біологічна фіксація азоту: бобово-ризобіальна симбіоз. Київ : Логотипи, 2010. 508 с.

164. Рябокiнь Т.М. Вплив факторів інтенсифікації на фотосинтетичну діяльність посівів гороху. *Збірник наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства*

НААН». Київ, 2015. Вип. 1. С. 47–56.

165. Ермантраут Е.Р., Гудзь В.П., Манько Ю.П. Основи наукових досліджень у рослинництві : методичні вказівки по виконанню лабораторно-практичних занять для студентів сільськогосподарських вузів (спеціальність 7.130102 – «Агрономія»). Київ, 2000. 56 с.

166. Городній М.М., Мельник С.І., Маліновський А.С. [та ін.]. Агрохімія. Київ: Алефа, 2003. 778 с.

167. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2013. 406 с.

168. Кругова О.Д. Фізіологічні особливості азотного живлення рослин гороху в симбіозі з бульбочковими бактеріями. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. Київ, 2001. № 1. С. 256–258.

169. Коць С.Я., Якимчук Р.А. Фактори, які визначають симбіотичні взаємостосунки бобових рослин і бульбочкових бактерій. Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Тернопіль, 2004. № 1(23). С. 111–118.

170. Патика В.П., Волкогон В.В. Можливості використання біологічного азоту в сучасному землеробстві. *Збірник наук. пр. Інституту землеробства УААН*. Київ : ЄКМО, 1997. Вип. 2. С. 72–75.

171. Нідзельський В.А. Динаміка росту гороху залежно від погодних умов року. *Рослинництво та ґрунтознавство*: наук. журн. Київ, 2015. № 210. С. 67–74.

172. Гудзь В.П., Примак І.Д., Рибак М. Ф. [та ін.]. Адаптивні системи землеробства: підручник. Київ: Центр учбової л-ри, 2007. 333 с.

173. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравчеко С.М. Система застосування добрив. Київ: Вища школа, 2002. 317 с.

174. Адамень Ф.Ф., Турін Є.М. Взаємодія сортів сої зі штамми бульбочкових бактерій. *Бюлетень Інституту зернового господарства / УААН*. Дніпропетровськ, 2005. № 23–24. С. 103–106.

175 . Колесніков М.О., Пащенко Ю.П., Пономаренко С.П.

Продукційний процес гороху посівного за умов застосування біопрепаратів. *Наук. вісник НУБіП України. Серія Біологія, біотехнологія, екологія.* Київ, 2016. Вип. 234. С. 30–40.

176. Коць С.Я., Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2005. 150 с.

177. Іщенко В.А. Ефективність застосування мінеральних та бактеріальних добрив при вирощуванні гороху вусатого типу в умовах північного Степу України. *Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 54–60.

178. Чинчик О.С. Вплив біопрепаратів на розвиток бульбочкових бактерій і зернову продуктивність сортів гороху. *Збірник наук. пр. ПДАТУ. Кам'янець-Подільський*, 2015. Вип. 23: с.-г. науки. С. 60–67.

179. Третьякова С.О., Чинчик О.С., Оліфірович С.Й [та ін.] Перспективи біологізації вирощування зернобобових культур в Україні. *Збірник наук. пр. УНУС.* Умань, 2019. № 94. С. 198–207.

180. Іутинська Г.О. Шляхи регулювання функцій мікробних угруповань ґрунту в аспекті біологізації землеробства і стійкого розвитку агроecosystem. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* 2006. Вип. 3. С. 7-18.

181. Поляков О.І. Ефективність застосування мінеральних добрив і біопрепаратів при вирощуванні сої. *Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб. X.* : Магда LTD, 2005. Вип. 90. С. 299-305.

182. Скачок Л.М., Потапенко Л.В., Ярош Т.М. Ефективність біологічних добрив і стимуляторів росту на польових культурах. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* 2008. Вип. 7. С. 112- 130.

183. Джура Н.М., Дідур І.М., Сологуб О.М. Роль зернобобових культур у кругообігу азоту в агрофітоценозах Лісостепу України. *Зб. наук. пр. ПДАТУ.* Кам'янець- Подільський : Зволейко Д.Г., 2010. Вип. 18. С. 77-81.

184. Крутило Д.В. Біологічні властивості бульбочкових бактерій сої з різною швидкістю росту. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід.*

теMAT. наук. зб. Чернігів : ЦНТІ, 2009. Вип. 10. С. 50-64.

185. Шевчук М.Й., Дідковська Т.П. Ефективність застосування бактеріальних препаратів. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* Чернігів : ЦНТІ, 2007. Вип. 5. С. 129-135.

186. Курдиш І.К. Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості ґрунтів. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* 2009. Вип. 9. С. 7-32.

187. Надкернична О.В. Азотфіксуючі мікробно-рослинні симбіози *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* 2005. Вип. 1-2. С. 105-127.

188. Кур'ята В.Г., Голунова Л.А., Береговенко С.К. Ефективність симбіотичної системи соя – *Bradyrhizobium japonicum* за дії клобутразолу. *Фізіологія і біохімія культурних рослин : наук.- теорет. журн.* 2010. №3, т. 42. С. 218-224.

189. Крутило Д.В. Бульбочкові бактерії – гетеротрофний та симбіотичний способи життя. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* 2008. Вип. 7. С. 147-161.

190. Квасніцька Л.С., Єрмолаєв М.М. Баланс азоту в короткоротаційних сівозмінах з бобовими культурами. *Вісник аграрної науки.* 2011. № 9. С. 11-14.

191. Демидась Г.І., Голубєв К.В. Мікробні препарати та біостимулятори росту в польовому кормовиробництві. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН».* 2010. Вип. 4. С. 170-174.

192. Коць С.Я., Маліченко С.М., Маменко П.М., Дрозденко Г.М. Перспективність використання TN5 – мутантів ризобій при виготовленні бактеріальних добрив. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* 2008. Вип. 8. С. 32-39.

193. Кругова О.Д., Мандровська Н.М. Нодуляційна конкурентна здатність TN 5 – мутантів RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM BV. VICIAE. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.*

2007. Вип. 6. С. 18-28.

194. Бабич А.О., Бабич А.А. Селекція і зональне розміщення сої в Україні. Зб. наук. пр. Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. 2010. Вип.15 (55). С. 25-32.

195. Маліченко С.М., Даценко В.К., Маненко П.М. Ефективність різних способів інокуляції сої бульбочковими бактеріями. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* 2009. Вип. 10. С. 20-28.

196. Стамбульська У.Я., Лушак В.І. Вплив місцевих штамів RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM BV. VICIAE на рослини гороху посівного. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* 2008. Вип. 7. С. 131-137.

197. Іутинська Г.О., Патица В.П. Сучасний стан і перспективи розвитку ґрунтової мікробіології в Україні. *Бюлетень Інституту сільськогосподарської мікробіології.* 2000. № 6. С. 7-14.

198. Лихочвор В. Особливості вирощування гороху. *Пропозиція.* 2004. №4. С. 34–35.

199. Анішин Л.А. Ефективність регуляторів росту за різних доз та способів їх внесення на посівах озимої пшениці. *Посібник українського хлібороба.* 2009. С. 105–106.

200. Бахмат М.І., Плахтій Д.П., Небаба К.С. Формування симбіотичного апарату гороху посівного залежно від удобрення мінеральними добривами та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Рослинництво та ґрунтознавство: наук. журн. НУБІП.* Вип. 11, №3. Київ, 2020. С. 33–43.

201. Пономаренко С.П. Українські регулятори росту рослин. *Елементи регуляції в рослинництві.* Київ : Компас, 1998. С. 10–16.

202. Регулятори росту рослин в землеробстві: зб. наук. пр. / за ред. А.О. Шевченка. Київ, 1998. 143 с.

203. Каменєва І.О., Дідович С.В., Мельничук Т.М. [та ін.] Мікробіологічні препарати – ключ до біологізації технологій вирощування зернових і бобових культур. Проблеми виробництва зерна в Україні: матеріали

Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів, (м. Київ 30 трав. 2002 р.) / УААН, Ін-т зерн. господарства. Дніпропетровськ, 2002. С. 77–78.

204. Калінін Л.Ф. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. Київ: Урожай, 1989. 168 с.

205. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. 2-ге вид., доп. і перероб. Київ: Либідь, 2005. С. 541–546.

206. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Костина Т.П. Вплив передпосівної обробки насіння мікроелементами та біологічними препаратами на урожайність гороху. *Землеробство*. 2012. Вип. 84. С. 82–87.

207. Калитка В.В., Капінос М.В. Вплив регуляторів росту і активних штамів ризобій на пігментний комплекс та продуктивність гороху посівного (*Pisum sativum* L.) *Вісник ХНАУ*. Серія Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання. Харків, 2015. Вип. 2. С. 8–18.

208. Лобанова К.І., Шестопал О.Л., Ігнатова С.О. Абсцизова кислота як екзогенний фактор підвищення регенераційного потенціалу в культурі пиляків м'якої пшениці. *Вісник Харківського Національного аграрного університету*. Серія: Біологія. Харків, 2007. Вип. 1 (10). С. 102–110.

209. Демчук Н. Посівні площі основних сільськогосподарських культур за 2010-2019 роки. URL : SuperAgronom.com <https://superagronom.com/blog/657-posivni-ploschi-osnovnih-silskogospodarskih-kultur-za-2010-2019-roki> (дата звернення : 11.02.2020 р.).

210. Дорохов В.І., Складенко Т.В. Природні стимулятори росту рослин. Житомир: ЖНАЕУ, 2014. 113 с.

211. Шевчук О.А. Вплив паклобутразолу на активність гіберелінів, вміст різних форм абсцизової кислоти та накопичення азоту в органах рослин цукрового буряка. *Наукові записки Тернопільського педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка*. Серія Біологія. Тернопіль, 2008. № 2 (36). С. 37–42.

212. Кур'ята В.Г. Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур: дис. ... д-ра біол.

наук: 03.00.12. Київ, 1999. 318 с.

213. Піскорська Т.В. Вплив ретардантів з різним механізмом дії на ріст, розвиток і продуктивність баклажанів. *Актуальні питання географічних, хімічних і біологічних наук: основні наукові проблеми та перспективи дослідження*: зб. наук. пр. ВДПУ / відп. ред. А.В. Гудзевич. Вінниця, 2014. С. 136–137.

214. Буряк Ю.І., Чернобаб О.В., Бондаренко Л.В. Застосування регуляторів росту при вирощуванні насіння ярого ячменю. *Вісник Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва в Харківській області*. Харків, 2006. Вип. 4. С. 14–21.

215. Бахмат М., Чинчик О. Особливості вирощування гороху посівного в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрна наука та освіта в умовах Євроінтеграції*: зб. наук. пр. міжнар. наук.-практ. конф. 20-22 берез. 2018 р., м. Кам'янець-Подільський. Тернопіль: Крок, 2018. Ч. 1. С. 54–56.

216. Ткачук О.О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі: дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12. Київ, 2007. 164 с.

217. Павленко Г.В. Ефективність мінеральних добрив та біопрепаратів у технології вирощування сої в Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2012. № 11. С. 68–79.

218. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні в 2014 році : Офіційне вид. Київ: Юнівест Медіа, 2014. 832 с.

219. Ушкаренко В.О., Андрусенко І.І., Пилипенко Ю.В. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України. *Таврійський науковий вісник*: зб. наук. праць. Херсон: Айлант, 2005. Вип. 38. С. 168–175.

220. Кушнір О.М. Формування продуктивності інтенсивних сортів гороху залежно від впливу технологічних заходів. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. Вінниця, 2005. Вип. 23. С. 14–21.

221. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця, 2013. 724 с.

222. АПКУА: дошка оголошень АПК. Зернобобові. Горох URL: <http://apkuu.com/agroboard/i-209269/gorokh-zhovtij/> (дата зверн.:12.05.2019 р.).

223. Нідзельський В.А. Урожайність фенологічно різних сортів гороху залежно від добрив. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 5. С. 80–81.

224. Калитка В.В., Капінос М.В. Оптимізація продукційного процесу гороху (*Pisum sativum* L.) в умовах Південного Степу України. *Știința Agricolă*. 2015. Nr.2. ISSN 1857 – 0003. С. 36-41.

225. Капінос М.В. Урожайність та якість сортів гороху залежно від інокуляції насіння в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 71. С. 40–47.

226. Економічні основи використання добрив. Київ: Урожай, 1991. 264 с.

227. Мусієнко М.М., Капінос М.В. Фізіолого-біохімічні реакції в насінні та рослинах гороху посівного (*Pisum sativum* L.) на початкових етапах онтогенезу за дії біопрепаратів та регуляторів росту рослин. *Вісник аграрної науки*. 2018. Вип. 7. С. 11–17.

228. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Київ: Дія, 2005. 288 с.

229. Ніколаєнко І.В. Екологічно безпечні елементи технології вирощування гороху на чорноземах східного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту агроєкології та біотехнології УААН*. Київ, 2000. Вип. 4. С. 126–131.

230. Бабич А.О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ: Аграрна наука, 2011. 548 с.

231. Дідора В.Г., Ступніцька О.С., Баранов О.В. [та ін.]. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*. Житомир, 2013. № 1(1). С. 80–83.

232. Лихочвор В.В., Андрушко М.О. Продуктивність гороху залежно від

сортів та норм висіву. Науковий журнал «Вісник аграрної науки Причорномор'я». Миколаїв, 2020. Вип. 2. С. 71–85.

233. Іщенко В.А. Урожайність насіння гороху при застосуванні біологічноактивних речовин в умовах Північного Степу України. *Вісник Донецького нац. ун-ту. Серія А: Природничі науки*. Донецьк, 2009. Вип.1. С. 557-561.

234. Гамаюнова В.В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в Південному Степу. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. Кам'янець-Подільський, 2016. Вип. 24(1). С. 46–57.

235. Гирка А.Д., Ткаліч І.Д., Сидоренко Ю.Я. [та ін.]. Актуальні аспекти технології вирощування гороху в умовах північного Степу України. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2018. №2. С.31–35.

236. Технологія вирощування гороху :навчальний посібник /за ред. В.В. Кириченка, Ю.Є. Огурцов, В.М. Костромітін та ін. Харків, 2011. 99 с.

237. Уліч Л.І. Адаптивні властивості, технологічність і продуктивність сучасних сортів гороху різних морфотипів. *Збірник наук. пр. Уманського нац. ун-ту садівництва*. Умань, 2010. Вип. 74, ч. 1: Агрономія. С. 143–152.

238. Чекригін П.М. Результати і перспективи селекції безлисточкових (вусатих) сортів гороху в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. *Селекція і насінництво*. Харків, 2003. Вип. 87. С. 42–48.

239. Костіна Т.П. Вплив технологічних прийомів на врожайність сортів гороху різних екологічних груп. Матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів. *Новітні технології виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва*. Чабани. Київ: ЕКМО, 2005. С. 43-45.

240. Собко М.Г., Самойлов М.І., Угніч Т.М. Технології вирощування сільськогосподарських культур на насіння. Суми: Сад, 2005. 20 с.

241. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / редкол.: М.В. Зубець (голова) та ін. Київ: Логос, 2004. 776 с.

242. Глим'язний В., Гентош Д. Захищаємо горох від хвороб і шкідників. *Agroexpert*. 2011. № 6. С. 38–41.

243. Довідник із захисту рослин. Київ: Урожай, 1997. 734 с.

244. Чинчик О.С. Вплив системи удобрення та способів основного обробітку ґрунту на формування структури рослин сортів гороху. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* 2013. Вип. 77. С. 123-127.

245. Князєв Б.М., Кондратов М.А., Хамонов Х.А. Шляхи підвищення технологічних якостей зеленого горошку. 2002. 87 с.

246. Розвадовський А.М., Бабич А.О., Петриченко В.Ф. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві; за ред. А.М. Розвадовського. К.: Урожай, 1990. 176 с.

247. Чернюк О.П. Перспективи та технологія вирощування гороху. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. НААН*. 2013. Вип. 18. С. 69-72.

248. Мостовенко В.В. Вивчення густоти стояння рослин та тривалості вегетаційного періоду гороху овочевого залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 17 (2). С. 235-245.

249. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред.: С.О. Ткачик; укл.: А.А. Лівандовський, Т.М. Хоменко та ін. Вінниця: Український інститут експертизи сортів рослин, 2016. 82 с.

250. Simkin, A. J., Lopez-Calcagno R. E. & Raines C. A. (2019). Feeding the world: improving photosynthetic efficiency for sustainable crop production photosynthesis. *J. Exp. Bot.* 70. No 4. PP. 1119-1140.

251. Сайко В.Ф. Проблеми і шляхи нагромадження та використання біологічного азоту в сучасному землеробстві України. *Зб. наук. праць ННЦ «ІЗ УААН»*. 2006. Спецвип. С. 8-13.

252. Макрушин М.М., Макрушина Є.М. Фізіологія рослин. Вінниця:

Нова книга, 2006. 411 с.

253. Дідур І.М., Мостовенко В.В. Фотосинтетична активність гороху овочевого залежно від сортових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19 (4). С. 42-50.

254. Бабич А.О. Зернобобові культури. К.: Урожай, 1984. 160 с.

255. Корми для тварин. Визначення вмісту сирової золи: ДСТУ ISO 5984-2004. розроблений вперше; введ.01.01.2006. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 4 с.

256. Кулик М.Ф., Жмудь О.В., Бабич А.О., Засуха Т.В., Обертюх Ю.В., Кулик Я.М., Зелінська Н.Б. До питання біологічноактивних речовин сої. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 10. С. 28-33.

257. Пилипенко В.С. Управління формуванням продуктивності гороху за оптимізації системи удобрення в правобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. Київ, 2017. 23 с.

258. Пилипенко В.С., Гончар Л.М., Каленська С.М. Формування продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство»*. 2016. №91. Том 2. С. 51-55.

259. Охріменко С.М. Вплив клонів бульбочкових бактерій, стійких до мінерального азоту, на фізіологічні процеси і продуктивність рослин гороху. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 1998. № 2. С. 138-143.

260. Дідур І.М., Мостовенко В.В. Динаміка кількості та маси бульбочок азотофіксуючих бактерій гороху овочевого. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 20 (4). С. 70-82.

261. Колмаз І.М., Малиновська Ю.Т. та ін. Продуктивність бобових залежно від бактеріальної обробки насіння. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2000. Вип. 1. С. 91-96.

262. Алмашова В.С. Формування продуктивності гороху овочевого під впливом мікроелементів та ризоторфіну в умовах зрошення півдня України.

автор. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09 / Державний вищий навчальний заклад «Херсонський держ. аграрний ун-т». Херсон, 2009. 16 с.

263. Рябокінь Т.М., Дворецька С.П., Єфіменко Г.М. Продуктивність сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області : наук.-виробн. зб. НААН України*, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, Центр наук. забезп. АПВ Харків. обл. Х. : Магда LTD, 2014. Вип. 16. С. 212-217.

264. Методика проведення експертизи сортів рослин картоплі та груп овочевих, баштанних, пряно-смакових на придатність до поширення в Україні. Вінниця: Український інститут експертизи сортів рослин. 2016. 95 с.

265. Мостовенко В.В. Формування структури врожаю рослин сортів гороху овочевого залежно від сортових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 18 (3). С. 223-232.

266. Дідур І.М., Коршевнік С.П. Формування симбіотичного апарату сочевиці залежно від інокуляції та обробки насіння мікроелементами в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 23 (4). С. 52-66.

267. Зуза В. Горох без бур'янів. *Farmer*. 2016. Березень. С. 100-102.

268. Іщенко В.А., Томашина Г.П., Темченко А.М. Поширеність гороху та ефективність елементів його вирощування в умовах північного Степу. *Вісник Степу*. 2013. Вип. 10. С. 49-53.

269. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Українські технології, 2006. 730 с.

270. Волкогон В.В., Сальник В.П. Значення регуляторів росту рослин у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціацій. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2005. № 3. С. 187–197.

271. Крижанівський В.Г. Економічна та енергетична ефективність вирощування гороху, пшениці озимої та буряку цукрового за різних заходів основного обробітку ґрунту. *Агробіологія. Збірник наукових праць*

Білоцерківського національного аграрного університету. 2015. Вип. 1 (117). С. 27-31.

272. Polevoy A. Modeling the influence of agro-meteorological conditions on the photosynthetic productivity of peas. *Agricultural Sciences*. Plovdiv. 2014. Vol. LVIII. P. 5-15.

273. Vesely P., Entlicher G., Kocourek J. Pea phytohemagglutinin selective agglutination of tumour cells. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 1972. Vol. 28. № 9. P.1085-1086.

274. Rincon F., Zurera G., Morend R., Ros G. Some Mineral Concentration Modifications during Pea Canning. *Journal of Food Science*. 1990. Vol.55. № 3. P. 751-754.

275. Rickman J.C., Bruch C.M., Barrett D.M. Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2007. Vol. 87. P. 1185-1196.

276. Nleya K.M., Minnaar A., H. L.de Kock Relating physico-chemical properties of frozen green peas (*Pisum sativum* L.) to sensory quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014. Vol. 94. № 5. P. 857-865.

277. Dostálová R., Horacek J., Hasalova I., Trojan R. Study of Resistant Starch (RS) Content in Peas during Maturation. *CzechJFoodSci*. 2009. Vol. 27. P. 120-124.

278. Greenwood C.T., Thomson J. Studies on the biosynthesis of starch granules. 2. The properties of the components of starches from smooth-and wrinkled-seeded peas during growth. *Biochemical Journal*. 1962. Vol. 82. № 1. P. 156-164.

279. Gullon F., Champ M. Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. *British Journal of Nutrition*. 2002. Vol. 88. № S 3. P. 293-306.

280. Telekalo N., Mordvaniuk M., Shafar H. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1). 169-175.

281. Dutta S., Mohanty S., Tripathy B.C. Role of temperature stress on chloroplast biogenesis and protein import in pea. *Plant physiology*. 2009. Vol. 150. № 2. P.1050-1061.

282. Sukhov V., Surova L., Sherstneva O., Bushueva A., Vodeneev V. Variation potential induces decreased PSI damage and increased PSII damage under high external temperatures in pea. *Functional Plant Biology*. 2015. Vol. 42. № 8. P. 727-736.

283. Hildmann P., Feller U. Growth at moderately elevated temperature alters the physiological response of the photosynthetic apparatus to heat stress in pea (*Pisum sativum* L.) leaves. *Plant, Cell & Environment*. 2005. Vol. 28. № 3. P. 302-317.

284. Osman H.S. Enhancing antioxidant – yield relationship of pea plant under drought at different growth stages by exogenously applied glycine betaine and proline. *Annals of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 60. № 2. P. 389-402.

285. Handa Y.T., Moriya A., Kimura K. Effect of leaf surface wetness and wettability on photosynthesis in bean and pea. *Plant, Cell & Environment*. 2004. Vol. 27. № 4. P. 413-421.

286. Iturbe-Ormaetxe I., Escuredo P.R., Arrese-Igor C., Becana M. Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat. *Plant physiology*. 1998. Vol.116. № 1. P. 173-181.

287. Muller B., Pantin F., Génard M., Turc O., Freixes S., Piques M. Y. Gibon Water deficits uncouple growth from photosynthesis, increase C content, and modify the relationships between C and growth in sink organs. *Journal of Experimental Botany*. 2011. Vol. 62. № 6. P. 1715-1729.

288. Belford R.K., Cannell R.Q., Thomson R.J., Dennis C.W. Effects of waterlogging at different stages of development on the growth and yield of peas

(*Pisum sativum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1980. Vol. 31. № 9. C. 857-869.

289. Benjamin J.G., Nielsen D.C. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. *Field crops research*. 2006. Vol. 97. № 2. P. 248-253.

290. Stoker R. Irrigation of garden peas on a good cropping soil. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 1977. Vol. 5. № 3. P. 233-236.

291. Mazur V.A., Pantsyreva H.V., Mazur K.V., Didur I.M. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research*. 2019. 17 (1). 206-219.

292. Almashova V.S. (2006). Agroekologichne obgruntuvannya vyroshchuvannya gorohu ovochevogo na pivdni Ukrainy [*Agroecological substantiation of growing vegetable peas in the south of Ukraine*]. 1-y vidkrytyji zijzd fiziobiologiv Hersonshchyny: Zb. Tez, dop. [1st Opening Congress of Physiologists of Kherson Region: Zb. theses, additional]. Kherson : Ayalant [in Ukr].

293. Jensen E.S. Symbiotic N₂ field bean estimated by N₁₅ fertilizer dilution in field experiments with barley as a reference crop. *Plant Soil*, 1986. 92. P. 3-13.

294. Me Neil Dol., La Rue T.A. Effekt of nitrogen source on ureides in soybean. *Plant Physiol*, 1984. V. 74. № 2. P. 227.

295. Mazur V., Didur I., Myalkovsky R., Pantsyreva H., Telekalo N. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (1). 101-105.

296. Tkachuk O., Telekalo N. Agroecological potential of legumes in conditions of intensive agriculture of Ukraine: collective monograph. Latvia: Riga: Baltija Publishing, 2020. P. 91-104.

297. Mazur V.A., Mazur K.V., Pantsyreva H.V., Alekseev O.O. Ecological and economic evaluation of varietal resources *Lupinus albus* L. in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8. P. 148-153.

298. Mazur V.A., Mazur K.V., Pantsyreva H.V. Influence of the technological aspects growing on quality composition of seed white lupine (*Lupinus albus* L.) in the Forest Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9. P. 50-55.

299. Mazur V.A., Myalkovsky R.O., Pantsyreva H.V., Mazur K.V. Influence of the Photosynthetic Productivity and Seed Productivity of White Lupine Plants. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (4). C. 665-670.

300. Didur I., Chynchyk O., Pantsyreva H., Olifirovych V. Effect of fertilizers for *Phaseolus vulgaris* L. productivity in Western Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. № 11 (1). P. 419-424.

301. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (5). P.76-83.

302. Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Pantsyreva H., Ovcharuk V. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*, 2021. № 1. Vol. 24. P. 54-60.

303. Pantsyreva H.V. Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the RightBank Forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). C. 270-274.

304. Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska O.I. Malynka L.V. Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses. *Modern Phytomorphology*. 2019. № 13. 30-34.

305. Bahmat M.I., Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyreva H.V. Telekalo N.V. Bioenergy efficiency of the usage of biopreparations for the growth of white lupine in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). 203-208.

306. Telekalo N., Melnyk M. Agroecological substantiation of *Medicago sativa* cultivation technology. *Agronomy Research*. 2020. 18 (4). P. 2613-2626.

307. Didur I.M., Prokopchuk V.M., Pansyryeva G.V. Investigation of biomorphological and decorative characteristics of ornamental species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology*. № 9 (3), 287-290.

308. Didur I.M., Tsyhanska O.I., Malynka L.V., Butenko, A.O. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1), 76-80.

309. Pansyryeva G.V. Morphological and ecological-biological evaluation of the decorative species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (3), 74-77.

310. Shevchuk O.A., Kravets O.O., Shevchuk V.V., Khodanitska O.O., Features of leaf mesostructure organization under plant growth regulators treatment on broad bean plants. *Modern Phytomorphology*. 2020. 14. 104-106.

311. BBCH-Monograph. Growth stages of plants. Ed. U. Meier. Berlin, Wien: Blackwell, Wissenschafts-Verlag, 1997. 622 p.

312. Renault D., Wahaj R., Smits S. Multiple uses of water services in large irrigation systems. Auditing and planning modernization. FAO Irrigation and drainage paper. Rome, 2013. №67. 203 p.

313. Lavrynenko Yu.O., Hozh O. A., Vozhegova R. A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. № 1. P. 55–60.

314. FAO (Ed.) Yearbook Production 2014. Food and Agricultural Organization of United Nations. Rome. 2015. 394 p. URL : www.faostat.fao.org.

315. Forman R., Lodron M. *Landscape Ecology*. New York, 1986. 619 p.

316. Fletcher R. Gilley A., Sankhla N., Davis T. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Hortic. Rev.*, 1999. Vol. 223, № 5. P. 55-138.

317. Matus A., Derksen D.A., Walley F.L. et al. The influence of tillage and crop rotation on nitrogen fixation in lentil and pea. *Can. J. Plant Sci.* 1997. Vol. 77. P. 197–200.

318. Streeter J.G. Effects of drought on nitrogen fixation in soybean root

nodules. *Plant Cell Environ.* 2003. Vol. 26. P. 1199-1202.

319. Smykal P, Aubert G, Burstin J. [et al.]. Pea (*Pisum sativum* L.) in the genomic era. *Agronomy*. Vol. 2. No. 4. P. 74–115.

320. Monti M, Pellicanò A, Santonoceto C, Preiti G, Pristeri A. Yield components and nitrogen use in cereal-pea intercrops in Mediterranean environment. *Field Crop Res.* 2016. V. 196. P. 379–88.

321. Bright J. Designing irrigation systems to use water efficiently New Zealand Institute of Primary Industry Management Conference. 2002. P. 185–188.

322. Caulfield F., Bunce J. Comparative responses of photosynthesis to growth temperature in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars. *Canad. J. Plant Sc.* 1988. T. 68, № 2. P. 419–425.

323. Kamishvili N., Jgenti M., Samadashvili M. Influence of inoculation and different doses of mineral nitrogen on soybean productivity. *Bull. Georg. Acad. Sci.* 2001. № 1. P. 174–177.

324. Reckling M, Hecker J. M, Bergkvist G. [et al.] A cropping system assessment framework—evaluating effects of introducing legumes into crop rotations. *Eur J Agron.* 2016. V. 76. 186–197.

325. Willems A. The taxonomy of rhizobia: an overview. *Plant and Soil.* 2006. Vol. 287, is. 1-2. P. 3-14.

326. Spaink H. Root nodulation and infection factors produced by Rhizobial bacteria. *Microbiology.* 2000. Vol. 54. P. 257-288.

327. Elkins D., Hamilton G., Chan C. Effect of Cropping Mistory on Soybean Growth and Nodulation and Soil Rhizobia. *Fgronomy Journal.* 1976. Vol. 68, №3. P. 513-517.

328. Hervas A., Ligerio F., Liuch C. Nitrate reduction in pea plants: Effects of nitrate application and RHIZOBIUM strains. *Soil Biology and Biochemistry.* 1991. Vol. 23, is. 7. P. 695-699.

329. Muchow R., Robertson M., Pengelly B., Muchow R. Accumulation and partitioning of biomass and nitrogen by soybean, mung bean and cowpea under

contrasting environmental conditions. *Field Crops Research*. 1993. Vol. 33, is. 1-2. P. 13-36.

330. Ruisi P., Giambalvo D., Di Miceli G. Tillage Effects on Yield and Nitrogen Fixation of Legumes in Mediterranean Conditions. *Agronomy Journal*. 2012. Vol. 104, № 5. P. 1459-1466.

331. Ravuri V., Hume D. Soybean Stover Nitrogen Affected by Dinitrogen Fixation and Cultivar. *Agronomy Journal*. 1993. Vol. 85, № 2. P. 328-333.

332. Hirsch A., Mirsch A., Lum M., Downie A. What Makes the Rhizobia-Legume Symbiosis So Special ? *Plant Physiology*. 2001. Vol. 127, № 4. P. 1484-1492.

333. Mateos P., Baker D., Petersen M. Erosion of root epidermal cell walls by Rhizobium polysaccharide- degrading enzymes as related to primary host infection in the Rhizobium legume symbiosis. *Canadian Journal of Microbiology*. 2001. Vol. 46 (7). P. 475-487.

334. Dusha I., Bakos A., Kondorosi A. The Rhizobium-meliloti early nodulation genes (nodabs) are nitrogen- regulated-isolation of a mutant strain with efficient nodulation capacity on alfa alfa in the presence of ammonium // *Molecular and general genetics*. 1989. Vol. 219, is. 1-2. P. 89-96.

335. Walley F., Clayton G., Miller P. Nitrogen Economy of Pulse Crop Production in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*. 2007. Vol. 99, № 6. P. 1710-1718.

336. Dencescu S., Miclea E., Butica A. Cultura soiei. 1982. 227 p.

337. Sagan M., Ney B., Duc G. Plant symbiotic mutants as a tool to analyses nitrogen nutrition and yield relationship in field-growth peas (*Pisum sativum* L.). *Plant and Soil*. 1993. Vol. 153, is. 1. – P. 33-45.

338. Niklas K.J. Functional adaptation and phenotypic plasticity at the cellular and whole plant level. *J. Biosci*. 2008. Vol. 33. P. 613–620.

339. Andrzejewska J. Yield and agronomic conditions of nodulation in different pea varieties (*Pisum sativum* L.). Electronic resource: 2002. Rozp. Hab., Bydgoszcz. - pp. 91. (in Polish). Access mode: oai:kpbc.umk.pl:53728

<http://kpbc.umk.pl/publication/44210>.

340. Rademacher W. Growth Retardants : Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 2000. Vol. 51. P. 501-531.

341. Swanson Sarah J. Jones Russell L. Gibberellic acid induces vacuolar acidification in barley aleurone. *Plant Cell.* 1996. Vol. 8, № 12. P. 2211-2221.

342. Bonnel M. How can we pass from ideas to actions? Program role HELP. *Water Resour. Develop.* 2004. Vol. 20. № 3. P. 12– 14.

343. Gianfagna T. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crop. *See Ref.* 1995. Vol. 32, № 2. P. 67-74.

344. Kandan A., Ramiah M., Vasanthi V. Use of *Pseudomonas fluorescens*-based formulations for management of tomato spotted wilt virus (TSWV) and enhanced yield in tomato . *Biocontrol science and technology.* 2005. Vol. 15(6). P. 553-569.

345. Heath M.C., Hebblethwaite P.D. Solar radiation interception by leafless, semileafless and 210 leafed peas (*Pisum sativum*). *Ann. Appl. Biol.* 1985. № 2. P. 309-318.

346. Shtilman M.I. Phytoactive polymers polymeric derivatives of plant growth regulation. *Ibid.* 1993. Vol. 20. P. 208–209.

347. Kindie Y., Bezabih A., Beshir W. Field Pea (*Pisum sativum* L.). Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture.* Volume 2019. 6 p.

348. Guilioni L., Wery J., Lecoeur J. High temperature and water deficit may reduce seed number in field pea purely by decreasing plant growth rate. *Functional Plant Biology.* 2003. Vol. 30 (11). P. 1151-1164.

349. Delaney R.H., Dobrenz F.K. Morphological and anatomical features of alfalfa leaves as related to CO₂ exchange. *Group Science.* 1974. №14. P.444-447.

350. Fossati A., Paccaud F.X. La sélection du pois en Suisse: passé, présent, future. *Rev. Suisse agr.* 1986. 18(2). P.234-239.

351. Snoad B. A preliminary assessment of 'leafless peas. *Euphytica*. 1974. 23:257-265.

352. Schitz S., Galtaardo K., Huart M., Negroni L., Sommerer N., Burstin J. Proteome reference maps of vegetative tissues in pea. An investigation of nitrogen mobilization from leaves during seed filling. *Plant physiol.* 2004; 135:2241-2260.

353. Mostovenko V., Didur I. Economic and energy efficiency of growing vegetable peas. *Colloquium-journal*. 2021. № 12 (99). P. 47-52.

ДОДАТКИ

Додаток А*Таблиця А 1***Середньомісячна температура повітря за період досліджень**

Роки	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	березень- липень
Середня багаторічна	-0,2	6,9	13,7	16,6	18,7	11,1
2017	5,8	9,2	14,1	19,1	20,0	13,6
2018	-1,8	13,2	17,6	19,3	19,8	13,6
2019	4,6	9,2	15,5	21,6	19,1	14,0

Додаток Б*Таблиця Б 1***Сума опадів за період досліджень**

Роки	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Сума опадів
Середня багаторічна	24	36	53	77	60	250
2017	63	41	18	16	51	189
2018	57	15	14	186	87	359
2019	19	36	144	89	40	328

Додаток В
Таблиця В 1

Дисперсійний аналіз урожайності гороху за природної вологості, 2017 р.

Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	220,7	95			
Повторення	0,13	3			
А	31,43	1	31,43	606,3	4,08
В	51,74	2	25,9	499,1	3,23
С	18,57	3	6,19	119,4	2,84
Взаємодія АВ	17,49	5	3,50	67,47	2,45
Взаємодія АС	19,31	7	2,76	53,19	2,25
Взаємодія ВС	40,94	11	3,72	71,79	2,05
Взаємодія АВС	39,0	23	1,70	32,71	1,83
Випадкові відхилення	2,07	40	0,05		

Додаток Д
Таблиця Д 1

Дисперсійний аналіз урожайності гороху за природної вологості, 2018 р.

Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	109,8	95			
Повторення	0,064	3			
А	68,8	1	68,8	2305,2	4,08
В	33,99	2	16,99	569,3	3,23
С	4,66	3	1,55	52,1	2,84
Взаємодія АВ	0,50	5	0,1	3,38	2,45
Взаємодія АС	0,044	7	0,006	0,21	2,25
Взаємодія ВС	0,40	11	0,036	1,22	2,05
Взаємодія АВС	0,12	23	0,005	0,17	1,83
Випадкові відхилення	1,19	40	0,0298		

Дисперсійний аналіз урожайності гороху за природної вологості, 2019 р.

Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	100,9	95			
Повторення	0,101	3			
А	58,3	1	58,3	3920	4,08
В	37,11	2	18,6	1247,6	3,23
С	4,19	3	1,39	93,98	2,84
Взаємодія АВ	0,036	5	0,007	0,486	2,45
Взаємодія АС	0,146	7	0,021	1,41	2,25
Взаємодія ВС	0,222	11	0,02	1,36	2,05
Взаємодія АВС	0,152	23	0,007	0,445	1,83
Випадкові відхилення	0,595	40	0,015		

Додаток К*Таблиця К 1*

Дисперсійний аналіз урожайності гороху в абсолютно сухій речовині, 2017 рік

Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	11,21	95			
Повторення	0,0014	3			
А	6,65	1	6,65	6379	4,08
В	3,92	2	1,96	1878,8	3,23
С	0,50	3	0,17	160,9	2,84
Взаємодія АВ	0,03	5	0,006	5,95	2,45
Взаємодія АС	0,003	7	0,0005	0,48	2,25
Взаємодія ВС	0,014	11	0,0013	1,25	2,05
Взаємодія АВС	0,031	23	0,0014	1,30	1,83
Випадкові відхилення	0,041	40	0,001		

Додаток Л*Таблиця Л 1*

Дисперсійний аналіз урожайності гороху в абсолютно сухій речовині, 2018 рік

Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	11,11	95			
Повторення	0,001	3			
А	7,17	1	7,17	11002,5	4,08
В	3,24	2	1,62	2490,2	3,23
С	0,54	3	0,18	277,45	2,84
Взаємодія АВ	0,033	5	0,0065	10,1	2,45
Взаємодія АС	0,015	7	0,0021	3,27	2,25
Взаємодія ВС	0,065	11	0,0059	9,14	2,05
Взаємодія АВС	0,0099	23	0,00042	0,66	1,83
Випадкові відхилення	0,0026	40	0,00065		

Додаток М

Таблиця М 1

Дисперсійний аналіз урожайності гороху в абсолютно сухій речовині, 2019 рік

Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	10,07	95			
Повторення	0,0003	3			
А	6,05	1	6,05	3733,6	4,08
В	3,54	2	1,77	1091,7	3,23
С	0,39	3	0,13	80,3	2,84
Взаємодія АВ	0,014	5	0,003	1,67	2,45
Взаємодія АС	0,003	7	0,0004	0,26	2,25
Взаємодія ВС	0,01	11	0,001	0,55	2,05
Взаємодія АВС	0,015	23	0,001	0,40	1,83
Випадкові відхилення	0,065	40	0,002		

ТОВ Сервісагротех

Вінницька обл., м.Калинівка, вул. Чкалова, буд 1-А

№ 25/2 САТ від 25.05.2021

ДОВІДКА

про практичне використання в діяльності ТОВ «Сервісагротех» результатів дисертаційного дослідження Мостовенка Вольдемара Віталійовича на тему «Формування продуктивності зерна гороху та його якісних показників залежно від напущування, передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень в умовах Лісостепу правобережного України»

Результати дисертаційного дослідження Мостовенка В.В. пройшли апробацію у ТОВ «Сервісагротех», що являється структурним підрозділом агрохолдингу «Кусто Агро». В Україні низька ефективність виробництва гороху полягає в ігноруванні основних потреб культури до умов вирощування, недостатньому вивченні сортових особливостей та технологічних прийомів його вирощування.

ТОВ «Сервісагротех» орендує 24000 га землі, займається рослинництвом і має ферму ВРХ на 300 голів дійного стада. В підприємстві створена ефективна диспетчерська служба, використовується сучасна високопродуктивна техніка, впроваджуються системи точного землеробства. Зберігання представлено трьома елеваторами у Вінницькій області загальною потужністю 90 000 тонн.

На цій підставі зазначені результати впроваджені в вивчення комплексної дії доз добрив, інокулюванні насіння поліштамом та системі захисту рослин. Інтегрована система захисту є однією з головних складових технологій вирощування гороху, яка забезпечує досить великий приріст урожайності.

Результати наших досліджень дають підставу стверджувати, що за рахунок технологічних прийомів, зокрема бактеризації та позакоренових підживлень можливо керувати майбутнім рівнем урожаю гороху посівного, завдяки покращенню таких ознак, як кількість бобів і насіння, маса насіння тощо.

Директор підприємства

Головний бухгалтер



Сірій В.В.

Грінберг Є.А.

ТОВ СП Спіка

Житомирська обл., Андрушівський район, с. Глинівці, вул. Народна 25

№ 1/4 СП від 21.05.2021

ДОВІДКА

Про практичне використання в діяльності ТОВ «СП Спіка» результатів дисертаційного дослідження Мостовенка Вольдемара Віталійовича на тему «Формування продуктивності зерна гороху та його якісних показників залежно від валування, передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу правобережного України»

Результати дисертаційного дослідження Мостовенка В.В. пройшли апробацію у ТОВ «СП Спіка», що являється структурним підрозділом агрохолдингу «Кусто Агро». Горох як культура являє собою надзвичайно унікальний організм, що здатний залишати після себе доступний азот у ґрунті. Однак через брак технологічної інформованості ряд господарств з року в рік невпинно скорочують посіви під данною культурою. Зумовлено це рядом факторів, зокрема низькою урожайністю даної культури. Дослідним відділом ТОВ СП Спіка, був розроблений ряд заходів та технологічних моментів, які допомогли ввести горох у сівозміну та вирощувати його на площах до 10%. Розроблена ефективна система живлення, що включає ряд технологічних моментів, зокрема таких як перш за все передпосівна обробка посівного матеріалу, протруювання, інсекто-фунгіцидна обробка та пряме комбайнування. Завдяки коректуванню даних виробничих моментів та злагодженій дії команди вдалось досягти рівня врожайності 38-42 ц/га гороху.

ТОВ «СП Спіка» орендує 3700 га землі та займається рослинництвом. В підприємстві створено розвинену інфраструктуру з широким парком техніки, який дозволяє впроваджувати та розробляти найефективніші технології в агрономії. Ефективна виробнича команда включає агрономічну, інженерну та дослідну служби. Впроваджуються найсучасніші сорти та гібриди вітчизняного та закордонного виробництва насіннєвого матеріалу основних вирощуваних культур таких як кукурудза, соняшник, горох, соя, ріпак та пшениця озимі. Загальний сукупний обсяг вирощуваної продукції коливається в межах 29-32 тис.тон залежності від року та набором культур у сівозміні.

Директор підприємства

Головний бухгалтер



Ігор Гінайло

Тетяна Пашенько



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, тел. (0432) 46-00-03,
email: office@vsnau.org, rector@vsnau.org, код ЄДРПОУ 00497236

24 червня 2020 р. № 614-66-762
на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукових досліджень
дисертаційної роботи Мостовенка Вольдемара Віталійовича на тему:
«Формування продуктивності зерна гороху та його якісних показників
залежно від вапнування, передпосівної обробки насіння та позакореневих
підживлень в умовах Лісостепу правобережного»

Повідомляємо, що наукові розробки Мостовенка Вольдемара Віталійовича за вказаною темою кандидатської дисертації мають практичну цінність, що зумовило їх впровадження у науково-методичний процес та наукову роботу кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії факультету агрономії та лісівництва.

Положення дисертаційної роботи використовуються при викладанні окремих частин навчальних дисциплін «Ґрунтознавство з основами геології» та «Агрохімії».

Довідка видана для представлення у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту Мостовенка В. В. дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії Вінницького національного аграрного університету від 11 червня 2020 року протокол № 15.

В.о. ректора



В. А. Мазур

Вик.: Ромигабло Л.Ю.

№ 00001176

ТОВ Калинівський Агрохім

Вінницька обл., Калинівський район, місто Калинівка, вулиця
Чкалова, будинок 1-А

№ 12/1 КАХ від 25.05.21

ДОВІДКА

Про практичне використання в діяльності ТОВ «Калинівський Агрохім» результатів дисертаційного дослідження Мостовенка Вольдемара Віталійовича на тему «Формування продуктивності зерна гороху та його якісних показників залежно від вапнування, передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень в умовах Лісостепу правобережного України»

Результати дисертаційного дослідження Мостовенка В.В. пройшли апробацію у ТОВ «Калинівський Агрохім», що являється структурним підрозділом агрохолдингу «Кусто Агро». На сьогоднішній день на теренах Вінницької області стрімко скорочуються посіви гороху внаслідок, перш за все, низької рентабельності від його вирощування. Також свою негативну роль відіграє складність самої технології, яка полягає у стислому періоді збирання культури, що часто припадає на період літніх дощів, внаслідок чого виникають моменти, що унеможливають проведення прямого якісного комбайнування даної культури. Всі вищеперелічені та ряд інших факторів відіграють негативну роль у процесі виробництва гороху як зернового так і оловеного.

Вищезгадана проблематика спонукала колектив дослідного відділу ТОВ Калинівський Агрохім, який шукати шляхи вирішення даного питання. Саме тому була розроблена технологія прямого комбайнування із застосуванням жаток із типом «плаваючого FLEXI ножа», яка дозволяє суттєво пришвидшити та зтиснути строки збирання гороху, що в свою чергу мінімізує втрати при збиранні та запобігає псуванню готової продукції. Застосування даної технології дозволило збільшити урожайність культури на 10%, що призвело, у свою чергу, до підвищення рівня рентабельності на 14,5%.

ТОВ «Калинівський Агрохім» орендує 2700 га землі та займається рослинництвом. В підприємстві створена ефективна агрономічна, інженерна та дослідна служба, впроваджуються найсучасніші сорти та гібриди насіннєвого матеріалу основних вирощуваних культур таких як кукурудза, соняшник, горох, соя, ріпак та пшениця озимі. Загальний сукупний обсяг вирощуваної продукції коливається в межах 20-22 тис. тон в залежності від року та набором культур у сівозміні.

Директор підприємства

Головний бухгалтер



Іван Цьома

Оксана Жеребцова

Підписано до друку 17.06.2022
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура
Times new roman. Умовних друкованих аркушів 13,2
Наклад 100 прим. За. № 170622
Видавець ТОВ "Друк"
Реєстраційне свідоцтво про внесення суб'єкта
видавничої справи до Державного реєстру видавців
серія ДК № 5909 від 18.09.2017 р.
Віддруковано з оригіналу макету замовника в
ТОВ «Друк»
м. Вінниця, вул. 600-річчя, 25, 21027.