

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ДОКТОР НАТАЛІЯ МИГАЛІВНА



УДК 635.652:631.526.3:631.8

**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ
(*PHASEOLUS VULGARIS* L.) ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ
ТА УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЗАКАРПАТТЯ УКРАЇНИ**

06.01.09 «Рослинництво»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано у Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Новицька Наталія Валеріївна,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
доцент кафедри рослинництва

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, доцент
Овчарук Олег Васильович,
Подільський державний
аграрно-технічний університет,
професор кафедри екології, карантину
і захисту рослин

кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
Кобак Світлана Ярославівна,
Інститут кормів та сільського господарства
Поділля НААН,
завідувач лабораторії технології
вирощування сої та зернобобових культур

Захист відбудеться «25» червня 2019 року о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.10 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 301

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «24» травня 2019 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Л. А. Гарбар

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В умовах реформування агропромислового комплексу України та скорочення виробництва тваринної продукції важливого значення набуло виробництво високобілкових продуктів рослинництва. Як наслідок цього, за останні роки різко виріс попит на насіння зернобобових культур. Серед зернобобових культур чільне місце займає квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.), що містить у середньому 24 % білка, який за амінокислотним складом близький до білків тваринного походження.

Вирощування квасолі обумовлене як економічною, так і агрономічною привабливістю. Квасоля, як і решта бобових культур, збільшує вміст азоту в ґрунті та збагачує ґрунт макро- та мікроелементами, що робить її надзвичайно корисною складовою сівозміни, а також одним із найкращих попередників зернової групи. Значний внесок у розвиток питань селекції, насінництва, технологій вирощування квасолі в Україні зробили видатні вітчизняні вчені В. І. Січкара, А. О. Бабич, В. Ф. Камінський, О. В. Овчарук, Б. І. Пархуць, Л. С. Краєвська, Д. С. Шляхтуров, О. Д. Турак та ін.

До останнього часу в умовах Закарпаття України у зв'язку з відсутністю наукових досліджень недостатньо вивченою залишається технологія вирощування квасолі звичайної відповідно до даних ґрунтово-кліматичних умов, їх вплив на зернову продуктивність та якісні показники зерна квасолі, нез'ясована економічна та енергетична ефективність технології вирощування квасолі звичайної на зерно в даному регіоні. У зв'язку з цим підвищення зернової продуктивності сортів квасолі вітчизняної селекції шляхом встановлення особливостей росту і розвитку та оптимізації елементів технології вирощування (удобрення, інокуляція) залежно від сортових особливостей та погодних умов вегетаційного періоду в Закарпатті України є актуальним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація є складовою частиною науково-технічної програми кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України: «Обґрунтування параметрів розширення біорізноманіття польових культур у виробництві біологічно- та енергетично цінної продукції» (номер державної реєстрації 0116U001587, 2016–2017 рр.).

Мета та завдання дослідження. Мета дисертаційного дослідження – підвищення зернової продуктивності середньостиглих сортів квасолі вітчизняної селекції шляхом встановлення особливостей росту і розвитку рослин та оптимізації елементів технології вирощування (удобрення, інокуляція) залежно від сортових особливостей та умов вегетаційного періоду в умовах Закарпаття України.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

– теоретично обґрунтувати та практично встановити особливості росту та розвитку рослин квасолі звичайної на дерново-підзолистому важко-суглинковому ґрунті Закарпаття;

– виявити взаємообумовленість урожайності квасолі та мінеральних добрив за певних умов зволоження, температурного режиму, інокуляції насіння через динаміку формування вегетативних та генеративних органів рослин, накопичення сухої речовини, тривалості вегетаційного й міжфазних періодів, індивідуальної урожайності рослин;

– встановити ефективність передпосівної інокуляції насіння квасолі та заходів щодо її підвищення;

– визначити найбільш оптимальні норми мінеральних добрив щодо формування стабільної урожайності, якісного зерна, ефективного функціонування азотфіксуючої системи рослин квасолі;

– визначити мінливість посівних якостей насіння квасолі залежно від удобрення материнських рослин та передпосівної обробки мікродобривами, імуномодуляторами та колоїдними розчинами наночасток металів, вплив травмування насіння на інтенсивність його дихання під час зберігання;

– розрахувати економічну та енергетичну ефективність технологій вирощування квасолі в умовах Закарпаття України.

Об'єкт дослідження – процеси формування і реалізації продуктивного потенціалу рослин квасолі залежно від сорту, удобрення та інокуляції.

Предмет дослідження – сорти квасолі звичайної, норми добрив, інокуляція насіння, врожайність зерна та показники його якості.

Методи дослідження: загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: польовий – для встановлення обумовленості формування урожайності, технологічних та погодних чинників; в умовах проведення досліджень; лабораторні: морфологічний, хімічний – для визначення хімічного складу зерна; фізичний – для визначення показників фізичної якості насіння; математичні й статистичні, порівняльно-розрахунковий – для визначення економічної та енергетичної ефективності технології вирощування.

Наукова новизна одержаних результатів. Основним результатом досліджень є розвиток теоретичних основ реалізації генетичного потенціалу сортів квасолі звичайної та розроблення технології вирощування.

Для умов Закарпаття України *вперше*:

– встановлено потенціал продуктивності сортів квасолі звичайної та шляхи управління його реалізацією через елементи технології вирощування;

– визначено особливості формування надземної маси, тривалість вегетаційного періоду, міжфазних періодів росту та розвитку квасолі залежно від погодних умов регіону вирощування, сортових особливостей та елементів технології вирощування;

– з'ясовано особливості формування фотосинтетичної та симбіотичної продуктивності посівів квасолі та встановлено їх взаємозалежність з урожайністю та якістю зерна;

– визначено вплив удобрення материнських рослин та передпосівної обробки на посівні якості насіння квасолі, травмування насіння на інтенсивність його дихання під час зберігання;

– проведено економічну та енергетичну оцінку ефективності досліджуваних елементів технології вирощування квасолі звичайної;

удосконалено елементи технології вирощування квасолі звичайної за рахунок підбору високоврожайних сортів, встановлення норм внесення мінеральних добрив та інокуляції насіння в умовах Закарпаття України;

набуло подальшого розвитку обґрунтування формування врожайності та якості зерна квасолі звичайної залежно від погодних умов регіону вирощування, сортових особливостей, інокуляції насіння та норм внесення мінеральних добрив; практичне застосування результатів досліджень в агропідприємствах різних форм власності в умовах Закарпаття України.

Практичне значення одержаних результатів полягає в обґрунтуванні, розробленні та впровадженні у виробництво технологій вирощування квасолі, які дозволяють одержувати врожаї високоякісного зерна середньостиглих сортів квасолі звичайної вище 2,5 т/га.

Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджено в 2017–2018 рр. у ФГ «Карпач» Закарпатської області на площі 10 га, де отримано урожайність зерна квасолі 2,5–2,9 т/га, що вище середньо-багаторічних показників урожайності культури по регіону на 15–18 %. У СТОВ «Хлібороб-Ракошино» Закарпатської області результати досліджень впроваджено на загальній площі 10 га, де отримано урожайність зерна квасолі 2,3–2,7 т/га, що вище середньо-багаторічних показників урожайності культури по регіону на 13–16 %.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні аналітичного огляду й самостійного аналізу спеціальної вітчизняної і світової літератури, постановці завдань, розробленні методів їх вирішення, проведенні експериментальних досліджень, статистичній обробці отриманих результатів, їх теоретичному узагальненні й практичному впровадженні, підготовці до опублікування наукових статей.

Апробація результатів дисертації. Основні результати та положення дисертації представлено на: IV Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Селекція, генетика та технології вирощування сільсько-господарських культур» (с. Центральне, 2016 р.); Міжнародній науковій конференції «Зернобобові культури та квасоля для сталого розвитку аграрного виробництва України» (м. Вінниця, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Ресурсозберігаючі технології та їх правова і економічна оцінка в сільськогосподарському виробництві» (м. Київ, 2016 р.); Всеукраїнській науково-практичній відео-онлайн конференції «Біорізноманіття України в забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки» (м. Мукачеве, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 105-річчю з дня народження видатного вченого, селекціонера, Заслуженого працівника вищої школи, доктора сільськогосподарських наук, професора Зеленського Михайла Олексійовича «Селекція – надбання, сучасність і майбутнє (освіта, наука, виробництво)» (м. Київ, 2017 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (м. Київ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН «Новітні агротехнології: теорія та практика» (м. Київ,

2017 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільсько-господарських культур» (с. Центральне, 2017 р.); I Міжнародній науково-практичній відео-онлайн конференції «Інновації в освіті, науці та виробництві» (м. Мукачево, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 50-річчю створення кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва імені професора Б. В. Лесика та 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України «Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини» (м. Київ, 2018 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Органічне агровиробництво: освіта і наука» (м. Київ, 2018 р.); II Міжнародній науково-практичній відео-онлайн конференції «Інновації в освіті, науці та виробництві» (м. Київ, 2018 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 20 наукових праць, з яких 4 статті у наукових фахових виданнях України, стаття у науковому фаховому виданні України, включеному до міжнародних наукометричних баз даних, стаття у науковому виданні іншої держави, 14 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з анотацій, вступу, шести розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел, який налічує 282 найменування, з них 32 латиницею, додатків. Роботу викладено на 240 сторінках, вона містить 31 таблицю та 16 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ШЛЯХИ ІНТЕНСИФІКАЦІ ВИРОБНИЦТВА КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

(огляд літератури)

У розділі наведено узагальнення та аналіз наукових досягнень вітчизняних і зарубіжних авторів щодо особливостей росту і розвитку рослин квасолі, формування її врожаю залежно від умов мінерального живлення та інокуляції насіння. Проведений аналіз літературних наукових джерел, як вітчизняних, так і закордонних авторів, свідчить про значну увагу до досліджуваної культури – біологічні особливості, реакцію на біотичні та абіотичні чинники, особливості формування продуктивності. В зв'язку з цим дослідження щодо визначення особливості формування продуктивності квасолі звичайної залежно від передпосівної обробки насіння біологічно активними препаратами на фоні внесення мінеральних добрив безумовно є актуальними. На цій основі розроблено програму дослідження за темою дисертації.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження за темою дисертації виконано у Відокремленому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Мукачівський аграрний коледж» у Закарпатській області в 2016–2018 рр. Польові дослідження проведено в стаціонарній польовій сівозміні коледжу

(Закарпатська область, Мукачівський район, с. Ключарки, земельна ділянка № 3) на дерново-підзолистих важкосуглинкових на сучасному алювії з вмістом гумусу в орному (0–20 см) шарі ґрунту – 1,9 %, рН сольовим 6,1, низькою забезпеченістю азотом (5,9 мг/кг), середньою – фосфором (54,3 мг/кг) та калієм (132 мг/кг). Згідно з агрохімічним обстеженням дослідних ділянок кислотність ґрунту знаходиться в задовільному діапазоні для вирощування квасолі.

Погодні умови за роки досліджень суттєво різнилися між собою, порівняно з багаторічними даними Мукачівської метеорологічної станції, яка знаходиться в регіоні проведення польових дослідів. За роки проведення досліджень відмічено тенденцію до підвищення температур повітря і зменшення кількості опадів за період вегетації культури порівняно з середньо-багаторічними даними. Зокрема, 2017 р. виявився найбільш наближеними до середньобагаторічних показників і максимально сприятливими для нормального формування генеративних органів у сортів квасолі, що дозволило культурі сформувати найвищий за роки проведення досліджень врожай. 2018 р. виявився надзвичайно жарким та посушливим. Розрахунок коефіцієнтів суттєвості відхилень засвідчив, що липень 2018 р. відносився до III категорії ($K_c=2,27$) з умовами, які наближені до екстремальних.

Дослід 1. Формування продуктивності сортів квасолі залежно від удобрення та інокуляції насіння (польовий). Дослід трифакторний (табл. 1), чинник А – районовані середньостиглі сорти квасолі звичайної, чинник В – норми внесення мінеральних добрив, розраховані балансовим методом на запланований врожай, чинник С – інокуляція насіння. Загальна площа елементарної ділянки – 84 м², облікової – 52,8 м². Повторність дослідів чотириразова.

Таблиця 1

Схема дослідів

Чинник А: сорт	Чинник В: удобрення, кг/га д. р.	Чинник С: інокуляція насіння
Мавка Перлина Надія (контроль)	Без добрив (контроль) N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀ N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀ N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀ N ₁₂₀ P ₈₀ K ₄₀	Без інокуляції (контроль) Інокуляція Ризобіфітом, штам <i>Rhizobium phaseoli</i>

Попередник в досліді пшениця озима. Сіяли овочевою сівалкою СОН-4,2, ширина міжрядь 45 см, глибина заробки насіння 6–7 см. Норма висіву 500 тис. шт. схожого насіння на гектар. Для захисту посівів квасолі від бур'янів проводили досходові боронування та застосовували суміш гербіцидів арамо (1,0 л/га) і базагран (2,0 л/га) у фазу 2–3 справжніх листків.

Мінеральні добрива вносили у вигляді аміачної селітри (34,4 % N), фосфоритного борошна (30 % P), калімагnezії (26–28 % K, 11–18 % Mg); додатково проводили вапнування ґрунтів з розрахунку 3 т/га. Інокуляцію насіння квасолі проводили в день сівби Ризобіфітом, який містить в складі симбіотичні азотфіксуючі бактерії роду *Rhizobium phaseoli* від Інституту

агроекології і природокористування НААН. Збирання врожаю проводили прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості насіння.

Дослід 2. Підвищення посівних якостей насіння квасолі звичайної (лабораторний). Мета досліджень передбачала визначення впливу: удобрення материнських рослин та передпосівної обробки мікродобривом карбоксилатів природних кислот Аватар-1, імуномодуляторами (стимулятором ростових процесів) Йодіс концентрат та Йодіс концентрат + Se та колоїдними розчинами наночасток металів (10^{-9}) на посівні якості насіння квасолі звичайної; типів травм на інтенсивність дихання цілого та травмованого насіння при зберіганні. Досліди проводили в лабораторії «Якості насіння та садивного матеріалу» кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. В дослідженнях використано насіння квасолі сортів Мавка та Перлина, вирощене на дослідних полях стаціонарної польової сівозміни Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Мукачівський аграрний коледж» і зібране механізованим методом.

При виконанні дослідної роботи дослідження проводили згідно загальноприйнятих методик дослідної справи. Фенологічні спостереження за рослинами квасолі проводили за методикою Ф. М. Куперман (1968) та Є. В. Бочкарьової (1979). Початок фаз росту рослин фіксували за настанням її не менше ніж у 10 % рослин, повна фаза – 75 % і більше; висоту рослин вимірювали за настанням кожної фази розвитку рослин; густоту стояння рослин визначали двічі за вегетацію на фіксованих ділянках: за повної появи сходів та у фазу повної стиглості. Динаміку нагромадження сухої речовини визначали шляхом відбору з кожного варіанта по 25 рослин у дворазовому повторенні з несуміжних повторень. Проби рослин зважували, висушували за температури 105 °C і перераховували на суху речовину.

Площу листової поверхні визначали за методикою А. О. Ничипоровича (1966). Динаміку фотосинтетичного потенціалу визначали за формулою А. О. Ничипоровича (1982) шляхом перемноження середньої площі листків на 1 га на кількість діб в періоді між першим і останнім обліками. Чисту продуктивність фотосинтезу за певні проміжки часу визначали за формулою:

$$ЧПФ = \frac{(B_2 - B_1)}{\frac{Л_1 - Л_2}{2} \cdot T},$$

де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу; $B_2 - B_1$ – приріст сухої маси рослин з одиниці площі за обліковий проміжок часу; $\frac{Л_1 - Л_2}{2}$ – середня площа листків за цей же проміжок часу; T – час між двома вимірами в днях.

Уміст хлорофілу «а» та «в» у листках рослин квасолі визначали методом біохімічного аналізу з використанням спектрофотометра з подальшим розрахунком концентрації пігментів за рівняннями Ветштейна і Хольма. Кількісний вміст пігментів визначали у фазу цвітіння та наливу бобів спектрофотометрично, застосовуючи загальноприйнятий метод; нітрогеназну

активність бульбочок кореневої системи квасолі визначали за ацетилен-етиленовим методом.

Відбір пробних снопів та визначення структури врожаю проводили за методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур (2004); облік урожаю проводили методом прямого комбайнування з кожного варіанту. Вміст жиру та білка у зерні квасолі визначали за методом інфрачервоної спектрометрії на інфрачервоному аналізаторі NIP Scanner 4250 з комп'ютерним забезпеченням ADI DM 3114. Посівні якості насіння (енергію проростання, лабораторну схожість, вологість) квасолі звичайної визначали згідно методик ДСТУ 4138–2002. Інтенсивність дихання насіння квасолі визначали за допомогою респіраторного приладу І. М. Толмачова та титрованого розчину бариту $\text{Ba}(\text{OH})_2$, який поглинає вуглекислий газ, що виділяється насінням. Дослід проводили при температурі 20–22 °С. Обчислення інтенсивності дихання проводили за кількістю поглинутого кисню одиницею біомаси за одиницю часу.

Економічну ефективність технологій вирощування квасолі обраховували за технологічними картами вирощування та «Методичними вказівками з визначення економічної оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями» (2007). Біоенергетичний аналіз проводили за методикою О. К. Медведовського та П. І. Іваненка (1988). Дисперсійний та кореляційний аналізи і статистичну оцінку середніх показників проводили за методикою Б. А. Доспехова (1985). Отримані дані аналізували за методами математичної статистики на персональному комп'ютері з використанням програмного пакета «Statistica-6».

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ФЕНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ КВАСОЛІ В ЗАКАРПАТТІ УКРАЇНИ

Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів росту та розвитку рослин квасолі. Суттєвий вплив на ріст і розвиток рослин квасолі в умовах Закарпаття України мали як чинники, що були визначені для дослідження, сортові особливості квасолі, а також гідротермічні умови вегетаційних років. Найдовший період вегетації сортів квасолі відмічено у найбільш наближеному за показникам до типових погодно-кліматичних умов та сприятливому для росту і розвитку рослин квасолі 2017 р. Достатня кількість опадів у травні, червні та липні (відповідно 92 мм, 109,2 та 85 мм) викликали подовження фази цвітіння, інтенсивніше наростання вегетативної маси та збільшення висоти рослин. У найсухішому за роки досліджень 2018 р. вегетація досліджуваних сортів була найкоротшою і становила залежно від чинників, поставлених на вивчення, 73–81 добу у сорту Надія, 83–95 та 85–96 діб у сортів Мавка та Перлина відповідно. Міжфазні періоди в онтогенезі рослин квасолі тривали на 4–12 діб менше. Досліджувані сорти квасолі відносяться до середньостиглої групи, проте, різниця в настанні фаз росту залежно від досліджуваних чинників

складала до 13 діб. Сорт Надія досягав раніше за інші, і період вегетації в нього був на 8–13 діб коротший.

Залежно від удобрення та інокуляції насіння Ризобофітом вегетаційний період середньостиглих сортів квасолі варіював у сортів Надія, Мавка та Перлина від 79 до 102 діб. За вирощування із застосуванням інокуляції насіння та внесенням добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ включно вегетація квасолі подовжувалася на 3–5 діб. За внесення добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{30}$ та $N_{120}P_{80}K_{40}$ період вегетації був однаковим, як із застосуванням інокуляції Ризобофітом, так і без. За внесення добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ та без інокуляції насіння Ризобофітом вегетаційний період сортів квасолі подовжувався на 13–15 діб.

Тривалість окремих періодів онтогенезу, як і вегетаційного періоду в цілому, знаходилася у прямій залежності від гідротермічних умов року, сорту та норм мінеральних добрив. Збільшення норм мінеральних добрив від $N_{30}P_{20}K_{10}$ до $N_{120}P_{80}K_{40}$ подовжувало настання фаз розвитку до 12 діб. За передпосівної обробки насіння Ризобофітом настання фенофаз також подовжувалося від 3 до 5 діб, порівняно з ділянками без інокуляції. За інокуляції та удобрення в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ (включно) відмічено подовження міжфазних періодів на 5–7 діб. За подальшого збільшення норм мінеральних добрив (до $N_{120}P_{80}K_{40}$) настання фаз відбувалося за однаковий період, як з інокуляцією насіння, так і без неї.

Динаміка формування висоти рослин квасолі. За роки проведення досліджень сорт Перлина характеризувався більш інтенсивним наростанням вегетативної маси та швидким темпом збільшення висоти рослин, порівняно з сортами Мавка та особливо Надія. У фазу наливу бобів даний показник залежно від удобрення та інокуляції насіння Ризобофітом зростав у вищезазначеного сорту від 52,0 до 64,4 см, тоді як у сорту Мавка він варіював від 46,7 до 58,8 см відповідно. У сорту Надія висота рослин зростала від 40,6 (без інокуляції, $N_{120}P_{80}K_{40}$, фаза наливу бобів) до 52,5 см (інокуляція Ризобофітом, $N_{120}P_{80}K_{40}$, фаза наливу бобів). Збільшення норми внесення мінеральних добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ сприяло збільшення висоти рослин на 20–40 % відносно контролю. Інокуляція насіння Ризобофітом за удобрення до $N_{60}P_{40}K_{20}$ збільшувало висоту рослин на 2–10 % порівняно з ділянками без інокуляції. Подальше збільшення добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ нівелювало вплив інокуляції і висота рослин квасолі була майже на однаковому рівні, як за проведення інокуляції, так і без неї.

Густина стояння та виживання рослин квасолі в онтогенезі. На формування густоти та загальне виживання рослин квасолі позитивно впливали інокуляція насіння, низькі та середні норми внесення мінеральних добрив ($N_{30}P_{20}K_{10}$ та $N_{60}P_{40}K_{20}$). Вищий відсоток польової схожості рослин відмічено у сорту Мавка, що пов'язано, на нашу думку, з вищою масою 1000 насінин (280 г) порівняно з іншими сортами квасолі. Максимальну ступінь схожості насіння виявлено на ділянках із проведенням інокуляції та за внесенням $N_{60}P_{40}K_{20}$ – 89,7 %, що на 0,3 % більше, ніж за тих же норм добрив, але без інокуляції та на 2,7 % більше, ніж на абсолютному контролі. У сорту Перлина – відповідно 84,6 %, порівняно з 83,9 ($N_{60}P_{40}K_{20}$ без інокуляції) та 80,3 % (абсолютний контроль). У сорту Надія – відповідно 85,0 %, порівняно з

84,8 (N₆₀P₄₀K₂₀ без інокуляції) та 80,8 % (абсолютний контроль). Залежно від сортових особливостей вищий відсоток виживання рослин відмічено у сорту Перлина, нижчий – у сорту Надія. У фазу повної стиглості за внесення N₆₀P₄₀K₂₀ та інокуляції насіння Ризобофітом виживання рослин кvasолі було найвищим і становило у сорту Перлина 96,9 %, Мавка – 93,1 та Надія – 88,9 % від кількості рослин, які зійшли.

На схожість насіння кvasолі та виживання рослин упродовж вегетації суттєвий вплив мали безпосередньо гідротермічні умови років проведення досліджень. Нижча польова схожість насіння кvasолі та виживання рослин упродовж вегетації відмічено в посушливому та жаркому 2018 р. (ГТК за вегетацію 0,94). У сприятливому за зволоженням 2017 р. (ГТК за вегетацію 1,86) кількість рослин на 1 м² у фазу повних сходів у сорту Надія залежно від інокуляції та внесених добрив варіювала в межах 44,4–46,5 або 88,8–93,0 % від норми висіву, сортів Мавка та Перлина – 46,2–48,9 шт./м² або 92,4–97,8 % та 44,1–46,3 шт./м² або 88,2–92,6 % відповідно.

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ТА СИМБІОТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПОСІВІВ

Динаміка наростання вегетативної маси та накопичення сухої речовини посівами кvasолі. Вміст сухої речовини в рослинах та нагромадження вегетативної маси посівами кvasолі звичайної формувалися під впливом погодних умов року та залежно від елементів технології вирощування: генетичних особливостей сорту, передпосівної інокуляції насіння та норми внесення мінеральних добрив. Максимальних значень дані показники досягали у фазу наливу бобів. Збільшення норм мінеральних добрив до N₁₂₀P₈₀K₄₀ без попередньої інокуляції насіння сприяло збільшенню цих показників на 10–30 % порівняно з контролем. Інокуляції насіння Ризобофітом за внесення норм азотних добрив N₆₀P₄₀K₂₀ сприяла більш інтенсивному нагромадженню вегетативної та сухої маси – на 6–20 %. Більшу вегетативну масу нагромаджує сорт Перлина, меншу – сорт Надія. За інокуляції насіння Ризобофітом вищий показник сухої речовини у фазу наливу бобів відмічено за внесення середньої норми мінеральних добрив N₆₀P₄₀K₂₀ – 5,33 т/га у сорту Надія, 6,40 та 6,85 т/га відповідно у сортів Мавка та Перлина (рис. 1).

Динаміка формування площі листкової поверхні посівів кvasолі. Залежно від сортових особливостей більшу на 0,2–4,1 тис. м²/га, ніж у сорту Мавка та на 0,9–5,4 тис. м²/га, ніж у сорту Надія площу листкової поверхні формував сорт кvasолі Перлина, який в цілому характеризувався більшим габітусом рослин в процесі онтогенезу. Сприятливі для росту і розвитку рослин кvasолі гідротермічні умови 2016 та 2017 рр. забезпечували формування більшої, порівняно з 2018 р., площі асиміляційної поверхні посівів.

У міру проходження фаз росту і розвитку рослин кvasолі площа їх листкової поверхні збільшувалася і досягла свого максимуму у фазу цвітіння – 30,1–41,8 тис. м²/га у сорту Надія, 31,7–45,1 та 32,3–46,6 тис. м²/га у сортів Мавка та Перлина відповідно. У фазі наливу бобів спостерігали відмирання

листоків нижнього ярусу, що призводило до деякого зменшення площі листкового апарату рослин.

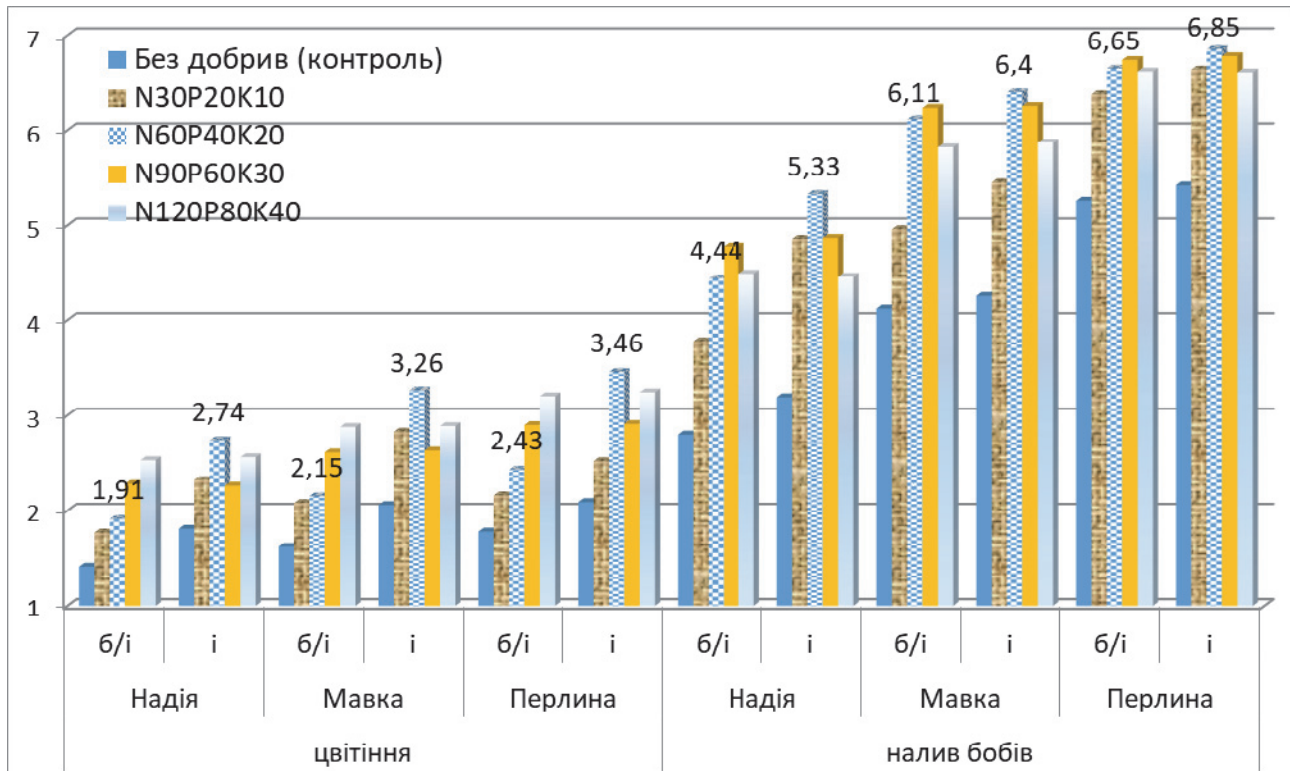


Рис. 1. Накопичення сухої речовини посівами квасолі залежно від удобрення та інокуляції насіння, т/га (середнє значення за 2016–2018 рр.)

Площа листкової поверхні посівів квасолі зростала за збільшення норми добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ без інокуляції. Максимальні показники площі листкової поверхні рослин забезпечило внесення $N_{60}P_{40}K_{20}$ у поєднанні з передпосівною інокуляцією насіння Ризобофітом – 41,8 тис.м²/га у сорту Надія, відповідно 45,1 та 46,6 тис.м²/га у сортів Мавка та Перлина. За внесення високих норм мінеральних добрив $N_{90}P_{60}K_{30}$ та $N_{120}P_{80}K_{40}$ плив інокуляції на формування площі листкового апарату посівів квасолі нівелювався.

Фотосинтетична активність посівів квасолі. Максимальний показник фотосинтетичного потенціалу посівів квасолі припадає на період кінець цвітіння – налив бобів. У сорту Надія він досягав 1,14 млн м²*діб/га за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{80}K_{40}$ та інокуляції насіння Ризобофітом, у сорту Мавка – 1,21 ($N_{120}P_{80}K_{40}$) та 1,22 млн м²*діб/га ($N_{60}P_{40}K_{20}$ + інокуляція), у сорту Перлина – 1,23 ($N_{120}P_{80}K_{40}$) та 1,24 млн м²*діб/га ($N_{60}P_{40}K_{20}$ + інокуляція). Застосування цих агротехнічних заходів забезпечило максимальні показники фотосинтетичного потенціалу посівів квасолі за рахунок формуванням найвищих показників площі листкової поверхні в результаті достатнього забезпечення рослин елементами живлення за рахунок мінеральних добрив та активізації фізіологічних процесів у рослинах внаслідок інокуляції насіння. Збільшення норм добрив до $N_{90}P_{60}K_{30}$ та $N_{120}P_{80}K_{40}$ майже зрівняло показник фотосинтетичного потенціалу як без інокуляції, так і з її проведенням, оскільки

через пригнічення нітрогеназної активності бульбочкових бактерій високими нормами азотних добрив живлення рослин мало виключно мінеральну форму.

Найвищий показник чистої продуктивності фотосинтезу відмічено у сорту Перлина, найнижчий – у сорту Надія, який в цілому характеризується меншою морфоструктурою та фотосинтетичною діяльністю посівів. Максимум продуктивності фотосинтезу квасолі припадає на період утворення трійчастих листків – повної бутонізації. Під час цвітіння – наливу бобів цей показник був в межах 1,08–2,08 г/м² для сорту Надія, 1,20–2,85 для сорту Мавка і 1,30–3,20 г/м² за добу для сорту Перлина.

Внесення мінеральних добрив до N₆₀P₄₀K₂₀ забезпечило збільшення показників чистої продуктивності фотосинтезу вдвічі порівняно до контролю, як за інокуляції насіння, так і без неї. Це пов'язано з тим, що поєднання біологічно засвоєного природного азоту з мінеральним у нормі 60 кг/га д. р. впливає на рослину так само, а в деяких випадках і краще, ніж максимальні (90 та 120 кг/га д. р.) дози виключно мінерального азоту.

Вищий вміст суми пігментів (a+b) – 120,7 мг/100 г листя відмічено у сорту Перлина за внесення N₆₀P₄₀K₂₀ та проведення передпосівної інокуляції Ризобофітом. У сорту Мавка даний показник був дещо нижчий, але різниця не суттєва порівняно з попереднім сортом, не дивлячись на менший габітус рослин квасолі сорту та нижчий фотосинтетичний потенціал. Найнижчий вміст пігментів відмічено у сорту Надія, який залежно від норм мінеральних добрив та без інокуляції в фазу цвітіння варіював від 68,8 до 84,3 мг/100 г, за інокуляції насіння – від 75,3 до 94,1 мг/100 г листків.

Ефективність симбіотичної діяльності рослин квасолі. Дослідження симбіотичної діяльності рослин квасолі на дерново-підзолистих важкосуглинкових ґрунтах Закарпаття України показало, що передпосівна інокуляція насіння Ризобофітом, який містить в складі симбіотичні азотфіксувальні бактерії роду *Rhizobium phaseoli* сприяє появі бульбочок, більшій їх кількості, масі та активності нітрогеназної системи. Без проведення передпосівної інокуляції насіння на коренях досліджуваних сортів квасолі звичайної Мавка, Перлина та Надія не утворювалися бульбочки і нітрогеназна активність не відбувалася, що свідчить про відсутність спонтанної інокуляції квасолі аборигенними штамми. Збільшення внесення мінеральних добрив, зокрема до N₁₂₀P₈₀K₄₀, пригнічує діяльність бульбочкових бактерій, в результаті чого нітрогеназна активність значно знижується і рослини квасолі переходять на мінеральну форму живлення.

Основні показники активності симбіотичної азотфіксації досягали максимуму в період їх найбільшої фізіологічної активності – у фазу цвітіння рослин. До цього періоду відбувалося активне формування бульбочок та наростання їхньої маси в усіх досліджуваних сортів, після чого маса почала повільно зменшуватися до повної стиглості рослин. Збільшення азотних добрив від N₉₀ до N₁₂₀ на фоні фосфорно-калійних добрив проявило інгібуючу дію на рівень азотфіксації та знизило кількість бульбочок і відповідно їх масу. Симбіотична діяльність посівів квасолі найвищою була у фазу цвітіння за удобрення N₆₀P₄₀K₂₀ та інокуляції насіння Ризобофітом. Нітрогеназна

активність бульбочок квасолі в середньому за роки проведення досліджень становила 2614 нМоль C_2H_4 /год на рослину у сорту Перлина, 2342 – у сорту Мавка та 2192 нМоль C_2H_4 /год на рослину у сорту Надія (табл. 2).

Таблиця 2

**Симбіотична азотфіксація квасолі за вирощування
з інокуляцією Ризобофітом (середнє значення за 2016–2018 рр.)**

Варіант удобрення	Кількість бульбочок, шт./рослину				Маса бульбочок, мг/рослину				Нітрогеназна активність, нМоль C_2H_4 /рослину за год			
	фаза розвитку рослин											
	перший трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування насіння	перший трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування насіння	перший трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування насіння
Надія												
Без добрив (контроль)	3,80	16,4	21,0	10,4	21,3	107	199	71,0	302	896	1880	586
N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀	4,17	17,0	21,7	12,3	22,7	115	233	67,3	321	915	2032	624
N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀	4,83	18,1	23,0	13,2	23,7	144	247	66,7	345	951	2192	656
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	2,60	4,33	11,3	6,30	5,00	19,7	32,3	11,3	64,7	115	201	86,7
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₄₀	1,47	1,97	8,03	4,30	1,67	7,33	16,3	2,43	2,00	4,67	7,33	6,33
Мавка												
Без добрив (контроль)	7,37	11,4	22,3	10,5	23,3	131	226	73,7	386	901	2049	699
N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀	8,10	12,5	23,4	12,4	26,0	155	249	78,0	391	945	2159	718
N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀	9,37	14,4	26,4	13,4	28,7	185	277	78,7	417	1013	2342	734
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	4,93	7,73	13,2	5,77	4,33	34,0	40,7	23,0	75,7	125	214	89,7
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₄₀	2,50	3,10	6,23	3,93	1,07	6,67	16,7	4,67	3,00	6,33	9,67	8,33
Перлина												
Без добрив (контроль)	6,57	12,7	25,3	11,0	22,0	132	243	76,3	400	919	2120	717
N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀	7,23	14,3	28,5	12,5	22,7	148	263	80,3	432	964	2271	773
N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀	8,37	13,9	29,1	13,3	27,0	156	273	83,6	458	1050	2614	800
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	4,13	6,37	11,1	7,53	4,33	31,0	47,3	13,7	80,7	124	217	92,7
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₄₀	2,10	3,07	7,37	3,53	1,33	3,00	20,0	3,70	3,33	6,33	10,7	9,00

**ПРОДУКТИВНІСТЬ КВАСОЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ,
ПІДВИЩЕННЯ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ**

Вплив удобрення та інокуляції на структуру врожаю квасолі. Формування структурних елементів урожайності квасолі було зумовлене сортовими особливостями, удобренням та інокуляцією насіння. Внесення мінеральних добрив в нормі N₆₀P₄₀K₂₀ та передпосівна обробка насіння Ризобофітом забезпечували отримання максимальної кількості бобів та насінин на рослині, маси насіння з рослини та маси 1000 насінин. Збільшення норми внесення мінеральних добрив до N₉₀P₆₀K₃₀ та N₁₂₀P₈₀K₄₀ викликало зниження даного показника, як за проведення інокуляції, так і без неї. У крупнонасінного

сортів Мавка маса 1000 насінин становила 202,7–215,3 г, у середньонасінних сортів Надія та Перлина – відповідно 193,2–207,6 та 173,9–183,9 г. Маса 1000 насінин у сортів була вищою за випрошування квасолі із проведенням інокуляції насіння порівняно з ділянками без інокуляції та за тих самих норм добрив.

Найкращі умови для формування індивідуальної продуктивності рослин забезпечувало внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ на фоні допосівної інокуляції насіння Ризобофітом або внесення $N_{90}P_{60}K_{30}$ без інокуляції. За такої системи удобрення рослини формували масу зерна на рівні від 18,5 до 20,9 г та від 18,1 до 20,3 г залежно від сорту, що на 15,3–20,1 % перевищувало показники абсолютного контролю. Розглядаючи в комплексі ознаки (елементи) продуктивності та їх вплив на урожайність квасолі, встановлено, що врожайність культури значною мірою залежала від кількості бобів на рослинах ($r=0,508$), кількості насінин на рослині ($r=0,487$), проте, визначальним в урожайності, про що свідчить коефіцієнт кореляції між ними, є маса насіння з рослини ($r=0,693$).

Урожайність квасолі залежно від удобрення та інокуляції. Сорт квасолі Перлина в дослідженнях формував найвищу врожайність – 1,98–2,67 т/га залежно від норми мінеральних добрив та інокуляції за рахунок формування більшої кількості бобів та зерна на рослині, маси зерна з рослини. Сорт квасолі Мавка за рахунок найбільшої маси 1000 насінини та густоти стояння рослин на час збирання формував дещо нижчу врожайність на рівні 1,9–2,49 т/га. Сорт квасолі Надія характеризувався вищою висотою кріплення бобів, найменшою в досліді довжиною бобів, середньою кількістю бобів та зерен на рослині, масою 1000 насінин, тому в дослідженнях формував середню індивідуальну продуктивність рослини, що з урахуванням найнижчого виживання рослин за вегетацію і, відповідно, густоти стояння рослин на час збирання – найнижчу в досліді врожайність, в межах від 1,67 до 2,28 т/га залежно від норми мінеральних добрив та інокуляції. У середньому за роки проведення досліджень урожайність сорту Надія залежно від добрив та інокуляції становила 1,67–2,28 т/га, Мавка – 1,90–2,49, Перлина – 1,98–2,67 т/га відповідно (табл. 3).

Найсприятливішим для реалізації генетичного потенціалу продуктивності сортів квасолі виявився теплий з достатньою кількістю опадів 2017 р., де урожайність сортів Надія, Мавка та Перлина залежно від удобрення та інокуляції становила відповідно 1,95–2,61 т/га, 2,25–2,88 та 2,21–3,16 т/га. Найменш сприятливим для формування врожаю виявився жаркий та посушливий 2018 р., у якому урожайність сортів квасолі становила відповідно 1,41–1,83 т/га, 1,42–1,91 та 1,57–2,12 т/га.

Застосування різних норм добрив у комплексі з інокуляцією насіння сприяло помітному приросту врожаю досліджуваних сортів квасолі відносно абсолютного контролю. В середньому за роки досліджень у сорту Надія приріст від внесення різних норм добрив та проведення інокуляції становив від 0,47 до 0,61 т/га, у сорту Мавка – від 0,39 до 0,59 т/га, у сорту Перлина – від 0,42 до 0,69 т/га. Максимальний рівень реалізації потенціалу сортів відмічено при

внесенні низьких та середніх норм азотних на фоні фосфорно-калійних добрив в комплексній взаємодії з передпосівною обробкою насіння Ризобофітом.

Таблиця 3

Урожайність квасолі залежно від удобрення та інокуляції насіння, т/га

Норма добрив, чинник В	Інокуляція, чинник С	Рік			Х	+до контролю
		2016	2017	2018		
Надія						
Без добрив (контроль)	-	1,64	1,95	1,41	1,67	0,00
	+	1,84	2,03	1,48	1,78	0,11
N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀	-	2,09	2,11	1,61	1,94	0,27
	+	2,23	2,50	1,68	2,14	0,47
N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀	-	2,13	2,33	1,68	2,05	0,38
	+	2,41	2,61	1,83	2,28	0,61
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	-	2,31	2,41	1,74	2,15	0,48
	+	2,29	2,53	1,73	2,18	0,51
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₄₀	-	2,24	2,38	1,71	2,11	0,44
	+	2,31	2,44	1,70	2,15	0,48
Мавка						
Без добрив (контроль)	-	2,03	2,25	1,42	1,90	0,00
	+	2,08	2,53	1,52	2,04	0,14
N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀	-	2,27	2,43	1,68	2,13	0,23
	+	2,44	2,67	1,77	2,29	0,39
N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀	-	2,39	2,61	1,71	2,24	0,34
	+	2,69	2,88	1,91	2,49	0,59
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	-	2,48	2,85	1,79	2,37	0,47
	+	2,58	2,81	1,84	2,41	0,51
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₄₀	-	2,43	2,81	1,76	2,33	0,43
	+	2,54	2,78	1,78	2,37	0,47
Перлина						
Без добрив (контроль)	-	2,17	2,21	1,57	1,98	0,00
	+	2,29	2,45	1,67	2,14	0,16
N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀	-	2,38	2,68	1,75	2,27	0,29
	+	2,51	2,84	1,85	2,40	0,42
N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀	-	2,48	2,93	1,89	2,43	0,45
	+	2,74	3,16	2,12	2,67	0,69
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	-	2,76	3,06	2,02	2,61	0,63
	+	2,70	3,07	2,08	2,62	0,64
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₄₀	-	2,58	3,02	1,97	2,52	0,54
	+	2,65	2,96	2,02	2,54	0,56
<i>HP</i> _{0,05} 2016 р.: А – 0,10; В – 0,09; С – 0,09; АВ – 0,09; АС – 0,12; ВС – 0,13; АВС – 0,13 2017 р.: А – 0,16; В – 0,07; С – 0,11; АВ – 0,11; АС – 0,14; ВС – 0,14; АВС – 0,11 2018 р.: А – 0,11; В – 0,06; С – 0,08; АВ – 0,08; АС – 0,10; ВС – 0,12; АВС – 0,12 <i>HP</i> _{0,05} для середніх 0,19						

Максимальний приріст урожаю квасолі було отримано за внесення добрив у нормі N₆₀P₄₀K₂₀ у комплексі з інокуляцією насіння Ризобофітом, який становив відповідно 36,5 % у сорту Надія, 31,1 – Мавка та 34,8 % у сорту Перлина. Збільшення норми внесення добрив з N₉₀P₆₀K₃₀ до N₁₂₀P₈₀K₄₀ знижувало ефективність інокуляції у досліджуваних сортів квасолі.

Найбільший вплив на урожайність досліджуваних сортів квасолі мав чинник «Мінеральні добрива» – 53 %, дещо менший чинники «Сорт» – 20 %, «Інокуляція насіння» – 14 % та «Погодні умови» – 13 %.

Вплив удобрення та інокуляції на якість зерна квасолі. Вміст білка у зерні квасолі залежно від досліджуваних чинників становив 20,4–21,2 % у сорту Надія, 17,8–18,8 % у сорту Мавка та 18,6–19,5 % у сорту Перлина. Вміст жиру у зерні квасолі залежно від досліджуваних чинників у сорту Надія був в межах 1,67–1,87 %, Мавка – 1,68–1,89, у сорту Перлина – 1,88–2,05 % (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст білка та жиру в зерні квасолі та їх збір з урожаєм залежно від удобрення та інокуляції (середнє значення за 2016–2018 рр.)

Варіант удобрення	Вміст білка, %		Збір білка, т/га		Вміст жиру, %		Збір жиру, т/га	
	*обробка насіння							
	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Надія								
Без добрив (контроль)	20,4	20,6	0,34	0,40	1,67	1,74	0,028	0,034
N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀	20,6	20,9	0,40	0,45	1,70	1,78	0,033	0,038
N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀	20,9	21,2	0,43	0,48	1,76	1,87	0,036	0,043
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	21,0	21,0	0,45	0,46	1,79	1,80	0,038	0,039
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₄₀	21,2	21,2	0,45	0,46	1,82	1,81	0,038	0,039
Мавка								
Без добрив (контроль)	17,8	18,3	0,34	0,37	1,68	1,78	0,032	0,036
N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀	18,1	18,5	0,39	0,42	1,73	1,84	0,037	0,042
N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀	18,4	18,8	0,41	0,47	1,77	1,89	0,040	0,047
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	18,5	18,6	0,44	0,45	1,80	1,80	0,043	0,043
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₄₀	18,7	18,7	0,44	0,44	1,82	1,82	0,042	0,043
Перлина								
Без добрив (контроль)	18,6	19,0	0,37	0,41	1,88	1,99	0,037	0,043
N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀	19,0	19,2	0,43	0,46	1,93	2,01	0,044	0,048
N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀	19,3	19,5	0,47	0,52	1,97	2,05	0,048	0,054
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	19,4	19,3	0,51	0,51	1,99	2,01	0,052	0,053
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₄₀	19,6	19,5	0,49	0,50	2,03	2,04	0,051	0,052
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,2</i>	<i>1,4</i>	<i>0,14</i>	<i>0,08</i>	<i>1,2</i>	<i>1,3</i>	<i>0,004</i>	<i>0,006</i>

Примітка. *б/і – без інокуляції; і – інокуляція насіння

За вирощування квасолі з інокуляцією насіння найвищий приріст жиру в зерні відмічено за внесення N₆₀P₄₀K₂₀, що у сортів Надія, Мавка та Перлина становив відповідно 0,13 %, 0,11 та 0,06 %. Без застосування інокуляції насіння приріст білка та жиру в зерні квасолі зростає зі збільшенням норм внесення мінеральних і, зокрема, азотних добрив. При подальшому збільшенні норм добрив N₉₀P₆₀K₃₀ та N₁₂₀P₈₀K₄₀ відмічено незначний приріст, а в деяких випадках відмічено зниження показників якості зерна. Максимальний збір жиру з одиниці площі відмічено за внесення N₆₀P₄₀K₂₀ та інокуляції насіння Ризобіфітом за рахунок формування сортами квасолі найвищої в досліді врожайності і становив 0,054 т/га у сорту Перлина, 0,047 та 0,043 т/га відповідно у сортів Мавка та Надія.

Підвищення посівних якостей насіння квасолі звичайної. Енергія проростання насіння сорту квасолі Мавка залежала від збільшення внесення добрив і в середньому за роки проведення досліджень змінювалася в межах 82–86 %, лабораторна схожість – 88–93 %, у сорту Перлина – 85–89 та 93–96 % відповідно. В цілому, внесення низьких та середніх норм ($N_{30}P_{20}K_{10}$ та $N_{60}P_{40}K_{20}$) мінеральних добрив підвищувало посівні якості насіння квасолі.

Встановлено, що травмоване насіння квасолі дихає значно інтенсивніше, ніж ціле, зокрема насіння з мікро- і макротравмами сім'ядолей. Після 20 місяців зберігання інтенсивність дихання насіння збільшувалася в кілька разів, особливо у травмованого насіння. Ціле, і особливо травмоване, насіння сорту квасолі Перлина, який характеризується дрібнішим насінням (маса 1000 насінин 174–184 г) дихало інтенсивніше, ніж насіння сорту Мавка, маса 1000 насінин якого в дослідженнях складала 203–215 г.

Встановлено позитивний вплив на посівні якості насіння квасолі передпосівної обробки мікродобривом карбоксилатів природних кислот Аватар-1, імуномодуляторами (стимулятором ростових процесів) Йодіс концентрат та Йодіс концентрат + Se та колоїдними розчинами наночасток металів (10^{-9}). Суттєво, на 4–8 %, підвищує лабораторну схожість насіння застосування імуностимулятора Йодіс концентрат + Se. Підвищенню посівних якостей насіння сприяє застосування наночасток молібдену та марганцю, при цьому лабораторна схожість насіння квасолі підвищується на 5–12 %. Передпосівна обробка насіння квасолі розчинами наночасток металів церію, германію, селену та міді приводить до пригнічення проростання.

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ

Рентабельність вирощування в умовах Закарпаття України квасолі в цілому висока і коливається в межах від 163 до 255 %. За вирощування квасолі без внесення добрив та інокуляції рентабельність сортів квасолі Надія, Мавка та Перлина становить відповідно 195 %, 204 та 217 % з інокуляцією насіння Ризобофітом – відповідно 233 %, 215 та 230 %. Найвищий рівень рентабельності відмічено на контролі та за внесення низьких норм мінеральних добрив, а найнижчий – за внесення високих норм добрив за рахунок збільшення витрат на виробництво. Витрати на вирощування квасолі в межах досліджуваних чинників варіюють від 9500 до 10880 грн/га, тоді як прибуток за рахунок високої ціни на товарну продукцію культури зростає від 18556 до 32221 грн/га. Найбільш економічно вигідним є вирощування сортів Мавка та Перлина за технологією із проведенням інокуляції насіння Ризобофітом та внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$.

В енергетичному відношенні при вирощуванні квасолі перевагу має система удобрення, яка поєднує внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ та інокуляцію насіння Ризобофітом або внесення вищої норми добрив – $N_{90}P_{60}K_{30}$ без інокуляції. При цьому ($N_{60}P_{40}K_{20}$ + інокуляція Ризобофітом) отримуємо найвищий вихід енергії з урожаєм: 60229 Мдж/га у сорту Надія, 61207 у сорту Мавка та 67576 МДж/га у сорту Перлина. Коефіцієнт

енергетичної ефективності досягав максимальних значень – 5,33 та 5,39 для сорту Надія, 5,26 та 5,32 для сорту Мавка, 5,58 та 5,47 для сорту Перлина на контролі, як з інокуляцією насіння, так і без її проведення.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та практичне вирішення наукового завдання щодо інтенсифікації технології вирощування квасолі звичайної шляхом виявлення особливостей формування врожаю та якості зерна сортів середньої групи стиглості залежно від удобрення та інокуляції насіння Ризобофітом в умовах Закарпаття України.

1. Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є типовими для умов Закарпаття України та сприятливими для вирощування квасолі звичайної. Відмічено тенденцію до підвищення температур повітря і зменшення кількості опадів за період вегетації культури порівняно з середньо-багаторічними даними. Максимально сприятливим для росту, розвитку та формування врожайності був 2017 р., жарким та посушливим – 2018 р. Розрахунок коефіцієнтів суттєвості відхилень засвідчує, що липень 2018 р. відносився до III категорії ($K_c=2,27$) з умовами, які наближені до екстремальних.

2. Ефектом від комплексного застосування інокуляції насіння Ризобофітом та мінеральних добрив є подовження вегетаційного та міжфазних періодів росту та розвитку рослин сортів квасолі, що сприяє диференціації більшої кількості генеративних органів. Тривалість вегетації сорту Надія варіює в межах 79–89 діб, Мавка – 87–100 та Перлина – 89–102 доби залежно від добрив та інокуляції. Збільшення норми мінеральних добрив від $N_{30}P_{20}K_{10}$ до $N_{120}P_{80}K_{40}$ подовжує настання фаз розвитку на 7–12 діб, інокуляція Ризобофітом сприяє подовженню вегетаційного періоду квасолі на 3–5 діб.

3. Висота рослин квасолі зростає за збільшення норми мінеральних добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ незалежно від інокуляції насіння. Максимальна висота рослин квасолі формується у фазу наливу бобів за внесення $N_{120}P_{80}K_{40}$ і становить 52,5 см для сорту Надія, 58,8 – Мавка та 64,4 см для сорту Перлина, що більше відносно контролю на 11–12 см. Інокуляція Ризобофітом сприяє збільшенню висоти рослин квасолі на 2–10 % за удобрення до $N_{60}P_{40}K_{20}$.

4. Внесення $N_{60}P_{40}K_{20}$ та інокуляція Ризобофітом забезпечують вищу схожість насіння квасолі – 89,7 % у сорту Мавка, відповідно 84,6 та 85,0 % у сортів Перлина та Надія та вищий відсоток виживання рослин: 96,9 % у сорту Перлина, 93,1 та 88,9 % у сортів Мавка та Надія відповідно.

5. Найбільшу площу листової поверхні посівів квасолі відмічено у фазі цвітіння – 30,1–46,6 тис. $m^2/га$ залежно від удобрення, інокуляції насіння та сортових особливостей. Максимальні показники площі листової поверхні посівів квасолі забезпечує внесення $N_{60}P_{40}K_{20}$ у поєднанні з передпосівною інокуляцією насіння Ризобофітом – 41,8 тис. $m^2/га$ у сорту Надія, 45,1 – у сорту Мавка та 46,6 тис. $m^2/га$ у сорту Перлина. Внесення високих норм мінеральних

(особливо азотних) добрив від $N_{90}P_{60}K_{30}$ та $N_{120}P_{80}K_{40}$ нівелює вплив інокуляції на формування площі листкового апарату посівів кvasолі.

6. Фотосинтетичний потенціал посівів кvasолі змінюється залежно від фази розвитку рослин і досягає максимальних значень у період цвітіння – наливу бобів, зростаючи від збільшення норм добрив та застосування інокуляції насіння. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{80}K_{40}$ та $N_{60}P_{40}K_{20}$ + інокуляції насіння Ризобофітом забезпечує максимальні показники фотосинтетичного потенціалу посіву сорту Надія – 1,14 млн m^2 *діб/га, сорту Мавка – 1,21 та 1,22, сорту Перлина – 1,23 та 1,24 млн m^2 *діб/га.

7. Чиста продуктивність фотосинтезу упродовж вегетаційного періоду кvasолі поступово знижується від фази першого трійчастого листка до досягання. Максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу відмічено у міжфазний період перший трійчастий листок – бутонізація і за передпосівної інокуляції насіння вони становили 3,56–7,52 $г/м^2$ за добу, за сівби інокуюльованим насінням – 3,45–7,34 $г/м^2$ за добу залежно від сорту та норми внесення мінеральних добрив. Найвищий показник чистої продуктивності фотосинтезу формує сорт Перлина, найнижчий – Надія. Внесення мінеральних добрив до $N_{60}P_{40}K_{20}$ забезпечує збільшення показників чистої продуктивності фотосинтезу удвічі відносно контролю як без інокуляції, так і на її фоні.

8. Максимальні показники накопичення сухої речовини посівами кvasолі формуються у період наливу бобів. Найбільше сухої речовини накопичують посіви кvasолі за проведення інокуляції насіння Ризобофітом та внесення добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ – 5,33 т/га у сорту Надія, відповідно 6,40 та 6,85 т/га у сортів Мавка та Перлина.

9. Формування найбільшої кількості активних бульбочок на коренях кvasолі сорту Надія – 23,0 шт., Мавка та Перлина – відповідно 26,4 та 29,1 шт. на одній рослині відмічено у фазу цвітіння за удобрення $N_{60}P_{40}K_{20}$ та інокуляції насіння Ризобофітом. На цих ділянках досліду отримано найкращі показники біомаси бульбочок: 247 мг/рослину у сорту Надія, відповідно 277 та 275 мг/рослину у сортів Мавка і Перлина та нітрогеназної активності бульбочок, яка у фазу цвітіння досягає максимальних значень: 2614 нМоль $C_2H_4/год$ на рослину у сорту Перлина, 2342 та 2192 нМоль $C_2H_4/год$ на рослину у сортів Мавка та Надія відповідно.

10. Урожайність сортів кvasолі зростає від 1,41 до 3,16 т/га залежно від погодних умов року вирощування, сортових особливостей, удобрення та передпосівної інокуляції насіння. Високий рівень врожайності зерна кvasолі сорту Надія – 2,28 т/га, Мавка та Перлина – відповідно 2,49 та 2,67 т/га забезпечує поєднання інокуляції насіння Ризобофітом та внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$. Найбільший вплив на урожайність досліджуваних сортів кvasолі мав чинник «Мінеральні добрива» – 53 %, дещо менший – чинники «Сорт» – 20 %, «Інокуляція насіння» – 14 % та «Погодні умови» – 13 %.

11. Вміст білка в зерні кvasолі варіює залежно від сортових особливостей, удобрення та інокуляції в межах 20,4–21,2 % у сорту Надія, 17,8–18,8 % у сорту Мавка та 18,6–19,5 % у сорту Перлина. Вміст жиру у зерні кvasолі варіює в

межах 1,67–1,87 % у сорту Надія, відповідно 1,68–1,89 та 1,88–2,05 % у сортів Мавка та Перлина. Без інокуляції насіння Ризобофітом приріст білка та жиру в зерні квасолі зростає зі збільшенням норми внесення мінеральних добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$. Максимальний збір білка та жиру з одиниці площі відмічено за внесення $N_{60}P_{40}K_{20}$ та інокуляції насіння Ризобофітом.

12. Вищі посівні якості насіння посіви квасолі формують за вирощування материнських рослин з внесенням добрив в нормах $N_{30}P_{20}K_{10}$ та $N_{60}P_{40}K_{20}$. Енергія проростання насіння сорту квасолі Мавка варіювала в межах 82–86 %, лабораторна схожість – 88–93 %, сорту Перлина – 85–89 та 93–96 % відповідно. Насіння квасолі з мікро- і макротравмами сім'ядолей характеризується найвищою інтенсивністю дихання. Ціле, і особливо травмоване, насіння сорту квасолі Перлина з меншою маса 1000 насінин дихає інтенсивніше, ніж крупніше насіння сорту Мавка.

13. Виробництво зерна квасолі звичайної в умовах Закарпаття України є економічно високоефективним, рентабельність в цілому висока і коливається в межах від 163 до 255 %. За загальних технологічних витрат вирощування квасолі від 9500 до 10880 грн/га умовно чистий прибуток становить 18556–32221 грн/га залежно від сорту та технології вирощування. Найбільш економічно вигідним є вирощування сортів Мавка та Перлина за технологією із проведенням інокуляції насіння Ризобофітом та внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$.

14. Квасоля є високоенергетичною культурою. Сукупні енергетичні затрати за вирощування квасолі становлять 8159–22053 МДж/га, за виходу енергії з урожаєм 43955–67576 МДж/га. Найбільший вихід енергії отримано за вирощування квасолі з внесенням добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ + інокуляція Ризобофітом: 60229 Мдж/га у сорту Надія, 61207 у сорту Мавка та 67576 МДж/га у сорту Перлина. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування квасолі становить 2,32–5,58.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На дерново-підзолистих важкосуглинкових ґрунтах Закарпаття для отримання врожаю високоякісного зерна середньостиглих сортів квасолі звичайної вище 2,5 т/га рекомендовано вирощувати сорти Перлина та Мавка за поєднання інокуляції насіння Ризобофітом (200 г/га) та мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. Доктор Н. М., Мартинов О. М., Новицька Н. В. Урожайність та посівні якості насіння квасолі в умовах Закарпаття. Таврійський науковий вісник. 2018. Вип. 100. Т. 1. С. 45–51. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо врожайності квасолі звичайної, підготовлено статтю до друку).*

2. Доктор Н. М., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Вегетація квасолі під впливом передпосівної інокуляції насіння та удобрення. Вісник Полтавської

державної аграрної академії. 2018. № 2. С. 45–48. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо тривалості вегетаційного періоду квасолі залежно від удобрення та інокуляції насіння, підготовлено статтю до друку).*

3. Доктор Н. М. Ефективність симбіотичної діяльності рослин квасолі звичайної за внесення мінеральних добрив та інокуляції насіння. Наукові горизонти. 2018. Вип. 7–8 (70). С. 59–64.

4. Каленська С. М., Новицька Н. В., Максін В. І., Каплуненко В. Г., Карпенко Л. Д., **Доктор Н. М.** Посівні якості насіння зернобобових культур за впливу наночасток металів, мікродобрив та імуномодуляторів. Зрошуване землеробство. 2018. Вип. 70. С. 17–21. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо посівних якостей квасолі звичайної, підготовлено статтю до друку).*

**Стаття у науковому фаховому виданні України,
включеному до міжнародних наукометричних баз даних**

5. Доктор Н. М., Мартинов О. М., Новицька Н. В. Функціонування фотосинтетичного апарату рослин квасолі звичайної в умовах Закарпаття. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2017. Вип. 269. С. 67–73. *(Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження та обрахунки даних щодо продуктивності фотосинтезу, підготовлено статтю до друку).*

Стаття у науковому виданні іншої держави

6. **Доктор Н. М.**, Новицькая Н. В. Интенсивность дыхания семян в зависимости от травмирования. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 7 (153). С. 78–82. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо дихання насіння квасолі залежно від типу травм, проаналізовано і узагальнено результати, підготовлено статтю до друку).*

Тези наукових доповідей:

7. Новицька Н. В., **Доктор Н. М.** Вирощування квасолі в умовах Закарпаття. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: IV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених, с. Центральне, Київська область, 21 квітня 2016 року: тези доповіді. К., 2016. С. 10–11. *(Здобувачем проведено польові дослідження, проаналізовано літературу, підготовлено матеріали до друку).*

8. Новицька Н. В., **Доктор Н. М.**, Кипила В. Й. Особливості вирощування зернобобових культур в умовах Закарпаття. Ресурсозберігаючі технології та їх правова і економічна оцінка в сільськогосподарському виробництві: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 27–28 травня 2016 року: тези доповіді. К., 2016. С. 98. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо порівняння продуктивності сортів квасолі звичайної в умовах Закарпаття, підготовлено матеріали до друку).*

9. **Доктор Н. М.**, Новицька Н. В. Урожайність сортів квасолі звичайної на дерново-підзолистих ґрунтах Закарпаття України. 2016: Зернобобові культури та квасоля для сталого розвитку аграрного виробництва України: Міжнародна наукова конференція, м. Вінниця, 11–12 серпня 2016 року: тези доповіді. Вінниця, 2016. С. 70. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо формування продуктивності квасолі залежно від сорту, удобрення та інокуляції, підготовлено матеріали до друку).*

10. Доктор Н. М. Вплив системи удобрення на продуктивність квасолі. Біорізноманіття України в забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки: Всеукраїнська науково-практична відео-онлайн конференція, м. Київ, 24–25 листопада 2016 року: тези доповіді. Мукачеве, 2016. С. 84–85.

11. **Доктор Н. М.**, Новицька Н. В. Оптимізація технології вирощування квасолі в умовах Закарпаття. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: V Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і спеціалістів, с. Центральне, Київська область, 21 квітня 2017 року: тези доповіді. Вінниця, 2017. С. 46. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо врожайності сортів квасолі залежно від добрив та інокуляції, підготовлено матеріали до друку).*

12. **Доктор Н. М.**, Новицька Н. В. Урожайність вітчизняних сортів квасолі в умовах Закарпаття. Селекція – надбання, сучасність і майбутнє (освіта, наука, виробництво): Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 105-річчю з дня народження видатного вченого, селекціонера, Заслуженого працівника вищої школи, доктора сільськогосподарських наук, професора Зеленського Михайла Олексійовича, м. Київ, 22–24 травня 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 82–83. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо визначення врожайності квасолі, підготовлено матеріали до друку).*

13. **Доктор Н. М.**, Новицька Н. В. Продуктивність квасолі звичайної в умовах Закарпаття. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: III Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин, м. Київ, 7 червня 2017 року: тези доповіді. Вінниця, 2017. С. 206–208. *(Здобувачем проведено польові дослідження, проаналізовано літературу, підготовлено матеріали до друку).*

14. Новицька Н. В., **Доктор Н. М.** Вплив добрив та умов збирання на схожість насіння квасолі. Новітні агротехнології: теорія та практика: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, м. Київ, 11 липня 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 126. *(Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження щодо формування посівних якостей насіння квасолі залежно від добрив та умов збирання, підготовлено матеріали до друку).*

15. **Доктор Н. М.**, Мартинов О. М. Площа листової поверхні квасолі звичайної в умовах Закарпаття. Інновації в освіті, науці та виробництві: Міжнародна науково-практична відео-онлайн конференція, м. Київ, 23–24 листопада 2017 року: тези доповіді. Мукачеве, 2017. С. 77. *(Здобувачем*

проведено польові дослідження щодо динаміки формування площі листкового апарату сортів квасолі, підготовлено матеріали до друку).

16. **Доктор Н. М.**, Новицька Н. В., Мартинов О. М. Оптимізація технології вирощування квасолі звичайної в умовах Закарпаття. Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23–25 травня 2018 року: тези доповіді. К., 2018. С. 226–227. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо впливу інокуляції на формування врожайності квасолі, підготовлено матеріали до друку).*

17. **Доктор Н. М.**, Новицька Н. В., Мартинов О. М. Квасоля звичайна – нішева культура. Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 50-річчю створення кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва імені професора Б. В. Лесика та 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 26–27 червня 2018 року: тези доповіді. К., 2018. С. 74–75. *(Здобувачем проведено польові дослідження, проаналізовано літературу з питань доцільності та переваг вирощування квасолі звичайної в Україні, підготовлено матеріали до друку).*

18. **Доктор Н. М.**, Новицька Н. В., Мартинов О. М. Вплив допосівної обробки на схожість травмованого насіння зернобобових культур. Органічне агровиробництво: освіта і наука: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 1 листопада 2018 року: тези доповіді. К., 2018. С. 141–144. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо аналізу посівних якостей травмованого насіння квасолі, підготовлено матеріали до друку).*

19. Новицька Н. В., **Доктор Н. М.**, Мартинов О. М. Оптимізація технології вирощування квасолі звичайної в умовах Закарпаття. Органічне агровиробництво: освіта і наука: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 1 листопада 2018 року: тези доповіді. К., 2018. С. 126–129. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо продуктивності квасолі в умовах Закарпаття, підготовлено матеріали до друку).*

20. Доктор Н. М. Якість зерна сортів квасолі на дерново-підзолистих ґрунтах Закарпаття України. Інновації в освіті, науці та виробництві: II Міжнародна науково-практична відео-онлайн конференція, м. Київ, 23–24 листопада 2018 року: тези доповіді. К., 2018. С. 68–69.

АНОТАЦІЯ

Доктор Н. М. Формування продуктивності сортів квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) залежно від інокуляції та удобрення в умовах Закарпаття України. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільсько-господарських наук зі спеціальності 06.01.09 «Рослинництво». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2019.

У дисертації наведене теоретичне обґрунтування та практичне вирішення наукового завдання щодо підвищення зернової продуктивності сортів кvasолі вітчизняної селекції шляхом встановлення особливостей росту і розвитку та оптимізації елементів технології вирощування (удобрення, інокуляція) залежно від сортових особливостей та умов вегетаційного періоду в умовах Закарпаття України.

Встановлено, що ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є типовими для умов Закарпаття України та сприятливими для вирощування кvasолі звичайної. Проведені дослідження показали, що висота рослин кvasолі зростає при збільшенні норм мінеральних добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ незалежно від інокуляції насіння. Максимальна висота рослин кvasолі формується у фазу наливу бобів за внесення $N_{120}P_{80}K_{40}$ і становить 52,5 см для сорту Надія, 58,8 – Мавка та 64,4 см для сорту Перлина. На формування густоти посіву та загальне виживання рослин кvasолі позитивно впливають інокуляція насіння, норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{20}K_{10}$ та $N_{60}P_{40}K_{20}$.

Найбільшу площу листової поверхні посівів кvasолі відмічено у фазі цвітіння – 30,1–46,6 тис. $m^2/га$ залежно від удобрення, інокуляції насіння та сортових особливостей. Максимальні показники накопичення сухої речовини посівами кvasолі формуються у період наливу бобів. Внесення $N_{90}P_{60}K_{30}$ без інокуляції Ризобофітом забезпечує найбільше нагромадження сухої речовини посівами кvasолі. Найбільше сухої речовини накопичують посіви кvasолі за проведення інокуляції насіння Ризобофітом та внесення добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ – 5,33 т/га у сорту Надія, відповідно 6,40 та 6,85 т/га у сортів Мавка та Перлина. Формування найбільшої кількості активних бульбочок на коренях кvasолі сорту Надія – 23,0 шт., Мавка та Перлина – відповідно 26,4 та 29,1 шт. на одній рослині відмічено у фазу цвітіння за удобрення $N_{60}P_{40}K_{20}$ та інокуляції насіння Ризобофітом. На цих ділянках дослідів отримано вищі показники біомаси бульбочок: 247 мг/рослину у сорту Надія, відповідно 277 та 275 мг/рослину у сортів Мавка і Перлина та нітрогеназної активності бульбочок, яка у фазу цвітіння досягає максимальних значень: 2614 нМоль $C_2H_4/год$ на рослину у сорту Перлина, 2342 – у сорту Мавка та 2192 нМоль $C_2H_4/год$ на рослину у сорту Надія.

Урожайність сортів кvasолі зростає від 1,41 до 3,16 т/га залежно від погодних умов року вирощування, сортових особливостей, удобрення та передпосівної інокуляції насіння. Високий рівень врожайності зерна кvasолі сорту Надія – 2,28 т/га, Мавка та Перлина – відповідно 2,49 та 2,67 т/га забезпечує поєднання інокуляції насіння Ризобофітом та внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$. Найбільший вплив на урожайність досліджуваних сортів кvasолі мав чинник «Мінеральні добрива» – 53 %, дещо менший – чинники «Сорт» – 20 %, «Інокуляція насіння» – 14 % та «Погодні умови» – 13 %. Максимальний збір білка та жиру з одиниці площі відмічено за внесення $N_{60}P_{40}K_{20}$ та інокуляції насіння Ризобофітом.

Виробництво зерна кvasолі звичайної в умовах Закарпаття України є економічно високоефективним, рентабельність в цілому висока і коливається в межах від 163 до 255 %. Кvasоля є високоенергетичною культурою, коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування кvasолі становить 2,32–5,58.

Ключові слова: квасоля, сорт, система удобрення, мінеральні добрива, інокуляція, урожайність, якість зерна, посівні якості насіння.

АННОТАЦІЯ

Доктор Н. М. Формирование продуктивности сортов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) в зависимости от инокуляции и удобрения в условиях Закарпатья Украины. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание на учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 «Растениеводство». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев, 2019.

В диссертации приведено теоретическое обоснование и практическое решение научного задания по повышению зерновой продуктивности сортов фасоли отечественной селекции путем установления особенностей роста и развития и оптимизации элементов технологии выращивания (удобрения, инокуляция) в зависимости от сортовых особенностей и условий вегетационного периода в условиях Закарпатья Украины.

Установлено, что почвенно-климатические условия места проведения исследований являются типичными для условий Закарпатья Украины и благоприятными для выращивания фасоли обыкновенной. Отмечена тенденция к повышению температуры воздуха и уменьшению количества осадков за период вегетации культуры по сравнению с среднемноголетними данными. Максимально благоприятным для роста, развития и формирования урожайности был 2017 г., жарким и засушливым – 2018 г. Расчет коэффициентов существенности отклонений показывает, что июль 2018 г. относился к III категории ($K_c=2,27$) с условиями, приближенными к экстремальным. Эффектом от комплексного применения инокуляции семян Ризобифитом и минеральных удобрений является удлинение вегетационного и межфазных периодов роста и развития растений сортов фасоли, что способствует дифференциации большего количества генеративных органов. Продолжительность вегетации сорта Надия варьирует в пределах 79–89 суток, Мавка – 87–100 и Перлына – 89–102 суток в зависимости от удобрений и инокуляции.

Проведенные исследования показали, что высота растений фасоли возрастает при увеличении норм минеральных удобрений до $N_{120}P_{80}K_{40}$ независимо от инокуляции семян. Максимальная высота растений фасоли формируется в фазу налива бобов при внесении $N_{120}P_{80}K_{40}$ и составляет 52,5 см для сорта Надия, 58,8 – Мавка и 64,4 см для сорта Перлына. На формирование густоты посева и общей выживаемости растений фасоли положительно влияют инокуляция семян, нормы внесения минеральных удобрений $N_{30}P_{20}K_{10}$ и $N_{60}P_{40}K_{20}$. Чистая продуктивность фотосинтеза в течении вегетационного периода фасоли постепенно снижается от фазы первого тройчатого листа до созревания. Наибольшая площадь листовой поверхности посевов фасоли отмечена в фазе цветения – 30,1–46,6 тыс. м²/га в зависимости от удобрения, инокуляции семян и сортовых особенностей. Максимальные показатели

накопления сухого вещества посевами фасоли формируются в период налива бобов. Больше сухого вещества накапливают посеы фасоли при проведении инокуляции семян Ризобифитом и внесении удобрений в норме $N_{60}P_{40}K_{20}$ – 5,33 т/га у сорта Надия, соответственно 6,40 и 6,85 т/га в сортов Мавка и Перлына. Формирование наибольшего количества активных клубеньков на корнях фасоли сорта Надия – 23,0 шт., Мавка и Перлына – 26,4 и 29,1 шт. на одном растении отмечено в фазу цветения при норме удобрения $N_{60}P_{40}K_{20}$ и инокуляции семян Ризобифитом. На этих участках опыта получено высшие показатели биомассы клубеньков: 247 мг/растение у сорта Надия, соответственно 277 и 275 мг/растение у сортов Мавка и Перлына и нитрогеназной активности клубеньков, которая в фазу цветения достигала максимальных значений: 2614 нМоль $C_2H_4/ч$ на растение у сорта Перлына, 2342 и 2192 нМоль $C_2H_4/ч$ на растение у сортов Мавка и Надия.

Урожайность сортов фасоли возрастает от 1,41 до 3,16 т/га в зависимости от погодных условий года выращивания, сортовых особенностей, удобрения и предпосевной инокуляции семян. Высокий уровень урожайности зерна фасоли сорта Надия – 2,28 т/га, Мавка и Перлына – соответственно 2,49 и 2,67 т/га обеспечивает сочетание инокуляции семян Ризобифитом и внесения минеральных удобрений в норме $N_{60}P_{40}K_{20}$. Наибольшее влияние на урожайность исследуемых сортов фасоли имел фактор «Минеральные удобрения» – 53 %, несколько меньше факторы «Сорт» – 20 %, «Инокуляция семян» – 14 % и «Погодные условия» – 13 %. Содержание белка в зерне фасоли варьирует в зависимости от сортовых особенностей, удобрения и инокуляции в пределах 20,4–21,2 % у сорта Надия, 17,8–18,8 % у сорта Мавка и 18,6–19,5 % у сорта Перлына. Содержание жира в зерне фасоли варьирует в пределах 1,67–1,87 % у сорта Надия, 1,68–1,89 и 1,88–2,05 % у сортов Мавка и Перлына соответственно. Без инокуляции семян прибавка белка и жира в зерне фасоли растет с увеличением нормы внесения минеральных удобрений до $N_{120}P_{80}K_{40}$. Максимальный сбор белка и жира с единицы площади отмечен при внесении $N_{60}P_{40}K_{20}$ и инокуляции семян Ризобифитом.

Производство зерна фасоли обыкновенной в условиях Закарпатья Украины является экономически высокоэффективным, рентабельность в целом высокая и колеблется в пределах от 163 до 255 %. Фасоль является высокоэнергетической культурой, коэффициент энергетической эффективности выращивания фасоли составляет 2,32–5,58.

Ключевые слова: фасоль, сорт, система удобрения, минеральные удобрения, инокуляция, урожайность, качество зерна, посевные качества семян.

ANNOTATION

Doctor N. M. Productivity Formation of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Varieties Depending on Inoculation and Fertilizer in Conditions of Transcarpathia of Ukraine. – The Manuscript.

Thesis for degree of candidate of agricultural sciences in the specialty 06.01.09 «Plant Growing». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kiev, 2019.

The dissertation work presents a theoretical justification and practical solution of scientific task an increasing grain productivity bean varieties of domestic selection by identifying the growth and development features and optimizing the elements of growing technology (fertilizer, inoculation) depending on varietal characteristics and growing season conditions in Transcarpathia of Ukraine.

Soil and climatic conditions of research place are typical for conditions of Transcarpathia of Ukraine and are favorable for growing common beans varieties. Studies have shown that the height of bean plants grows with an increase of mineral fertilizers rates till $N_{120}P_{80}K_{40}$ regardless to seed inoculation. The maximum height of bean plants is formed in the phase of grain formation with applying $N_{120}P_{80}K_{40}$ and is 52.5 cm for variety Nadiya, 58.8 – Mavka and 64.4 cm for the variety Perlyna. Seeds inoculation, doses of mineral fertilizers application $N_{30}P_{20}K_{10}$ and $N_{60}P_{40}K_{20}$ have a positive effect on planting density formation and the overall survival rate of beans.

The biggest leaf area of beans sowings was noted in the flowering phase – 30.1–46/6 thousand m^2/ha , depending on fertilizer, seed inoculation and varietal characteristics. The maximum rates of dry matter accumulation in beans sowings are formed during the period of grain formation. Introduction of $N_{90}P_{60}K_{30}$ provides the highest accumulation of dry matter by beans sowings on variants of the experiment without inoculation by Rizobofit. More dry matter accumulates by beans sowings with seeds inoculation by Rizobofit and fertilizer application in dose $N_{60}P_{40}K_{20}$ – 5.33 t/ha for variety Nadiya, 6.40 and 6.85 t/ha in varieties Mavka and Perlyna. Formation of the biggest number of active nodules on the roots of bean variety Nadiya – 23.0, Mavka and Perlyna – 26.4 and 29.1 pieces per one plant was noted in the flowering phase for fertilizer dose $N_{60}P_{40}K_{20}$ and seeds inoculation by Rhizobofit. In these plots of the experiment, the best biomass of nodules was obtained: 247 mg/plant in variety Nadiya, 277 and 275 mg/plant in Mavka and Perlyna varieties and nitrogenase activity of nodules, which reaches maximum values in the flowering phase: 2614 nMol C_2H_4/h per plant of variety Perlyna, 2342 – at variety Mavka and 2192 nMol C_2H_4/h per plant at variety Nadiya.

Yield of beans varieties increases from 1.41 to 3.16 t/ha, depending on weather conditions of the year of growing, varietal characteristics, fertilizer, and presowing seed inoculation. A high level of grain yield of bean varieties Nadiya – 2.28 t/ha, Mavka and Perlyna – 2.49 and 2.67 t/ha provides a combination of seeds inoculation by Rizobofit and mineral fertilizers in dose $N_{60}P_{40}K_{20}$ kg/ha. Factor «Mineral fertilizers» had an impact on the yields of studied varieties of beans – 53 %, factor «Variety» was slightly less – 20 %, «Seed inoculation» – 14 % and «Weather conditions» – 13 %. The maximum collection of protein and fat per area unit is noted in variant of technology with applying $N_{60}P_{40}K_{20}$ and seeds inoculation by Rizobofit.

In conditions of Transcarpathia of Ukraine, production of common beans is economically highly efficient, the overall profitability is high and ranges from 163 to 255 %. Beans is a high-energy crop, the energy efficiency ratio of beans growing is 2.32–5.58.

Key words: beans, variety, fertilizer system, mineral fertilizers, inoculation, yield, grain quality, sowing qualities of seeds.

Підписано до друку 24.05.19
Ум. друк. арк. 0,9
Наклад 100 прим.

Формат 60x84\16
Обл.-вид.арк. 0,9
Зам. № 190439

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041
тел.: 527-81-55

