

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

ПИЛИПЕНКО ВІКТОРІЯ СЕРГІЇВНА

УДК 631.8.:633.35:631.5(477.41/.42)

**УПРАВЛІННЯ ФОРМУВАННЯМ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ
ЗА ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ
В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.09 «Рослинництво»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис

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

Науковий керівник доктор сільськогосподарських наук,
професор, член-кореспондент НААН
Каленська Світлана Михайлівна,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
завідувач кафедри рослинництва

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Бахмат Микола Іванович,
Подільський державний
аграрно-технічний університет,
професор кафедри рослинництва,
селекції та насінництва

доктор сільськогосподарських наук, професор
Мельник Андрій Васильович,
Сумський національний аграрний університет,
професор кафедри рослинництва

Захист дисертації відбудеться «11» грудня 2017 року о 10⁰⁰ 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 «10» листопада 2017 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Н. В. Новицька

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Інтенсифікація виробництва рослинного білка шляхом розширення посівних площ під зернобобовими культурами, зокрема гороху, дозволить підвищити збір високобілкової продукції, покращити родючість ґрунтів, розширити та зберегти біорізноманіття, оптимізувати структуру посівних площ сільськогосподарських культур, що є актуальним для сільськогосподарського виробництва країни. Одним з важливих питань у вирішенні низки проблем є підвищення врожайності та якості зерна шляхом впровадження високопродуктивних сортів гороху з вусатим морфотипом листків, перевагою яких є стійкість до вилягання та придатність до збирання прямим комбайнуванням.

Зростання виробництва гороху в Україні шляхом успіхів у селекції та впровадження технологій вирощування сучасних сортів досягнуто завдяки науковим дослідженням вітчизняних вчених А. О. Бабича, В. В. Волкогона, В. Ф. Петриченка, О. І. Безручка, І. М. Безуглого, А. О. Василенка, В. А. Нідзельського, М. І. Бахмата, В. Ф. Камінського, П. М. Чекригіна та ін. Проблема розроблення та вдосконалення адаптивних сортових технологій вирощування гороху, які забезпечують високий рівень реалізації генетичного потенціалу сорту та формування врожайності зерна із відповідною якістю, є актуальною в сучасному рослинництві України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою частиною науково-технічної програми кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України і виконувалася в рамках державних наукових тем «Розробити науково-обґрунтовані новітні технології виробництва, переробки та зберігання сировини і стандартизованої продукції рослинництва» (номер державної реєстрації 0112U002219, 2012–2014 рр.) та «Наукове обґрунтування та практична реалізація біоресурсного потенціалу польових культур за зниження впливу стресових чинників довкілля» (номер державної реєстрації 0115U003378, 2015–2016 рр.).

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи було наукове обґрунтування біологічних і технологічних особливостей формування продуктивності сортів гороху через оптимізацію системи удобрення та інокуляцію насіння в умовах Правобережного Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- провести порівняльну характеристику сортів гороху щодо потенціалу урожайності та встановити механізми управління реалізацією їх генетичного потенціалу врожайності в умовах Правобережного Лісостепу України;
- встановити ефективність інокуляції насіння гороху та заходів щодо її підвищення;
- виявити особливості формування та функціонування симбіотичного апарату, асиміляційної поверхні рослин гороху, фотосинтетичної активності посівів залежно від сорту, системи удобрення та інокуляції насіння;

- виявити механізми стійкості рослин гороху до стресових чинників довкілля;

- встановити ефективність диференційованого та комбінованого застосування основного удобрення та позакоренових підживлень щодо формування оптимальної структури посівів гороху та продуктивності;

- встановити економічну та біоенергетичну ефективність розроблених технологій вирощування сортів гороху посівного.

Об'єкт дослідження – процес формування продуктивності гороху залежно від особливостей сорту, норм мінеральних добрив, інокуляції насіння та особливостей їх взаємодії в умовах Правобережного Лісостепу України.

Предмет дослідження – сорти Девіз і Царевич, удобрення, урожайність, інокуляція насіння, економічна та біоенергетична ефективність технології вирощування.

Методи дослідження. Загальнонаукові – для встановлення напряму досліджень, планування і закладання дослідів, проведення спостережень та аналізу. Спеціальні: 1) польовий – для дослідження взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними чинниками в умовах досліджуваної зони; 2) лабораторний – вимірювально-ваговий для визначення біометричних показників рослин гороху; біохімічний – встановлення вмісту поверхневих ліпідів на кутикулі листків рослин гороху, якості зерна; 3) математичні та статистичні – для оброблення експериментальних даних і визначення достовірності отриманих результатів; 4) розрахунковий – встановлення та обґрунтування економічної та біоенергетичної ефективності технології вирощування.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в теоретичному обґрунтуванні та практичному розробленні сортових технологій вирощування гороху посівного безлисточкового (вусатого) морфотипу, що забезпечує підвищення урожайності та якості зерна в умовах Правобережного Лісостепу України.

Уперше в умовах Правобережного Лісостепу України встановлено:

- особливості формування продуктивності гороху вусатого морфотипу залежно від сортових особливостей та елементів технології вирощування, зокрема системи удобрення, інокуляції насіння та погодних умов вирощування;

- механізм стійкості рослин гороху до стресових чинників через утворення поверхневих ліпідів на листковій пластинці та регулювання їх кількісного вмісту;

- ефективність диференційованого позакоренового підживлення рослин гороху низькими дозами азоту і фосфору на фоні основного удобрення;

- особливості функціонування симбіотичного апарату рослин гороху залежно від інокуляції та системи удобрення – внесення макроелементів у основне удобрення та підживлення;

- оптимальну структуру посіву та рослини гороху, за якої відбувається реалізація генетичного потенціалу сорту;

- вплив удобрення та інокуляції насіння на фотосинтетичну активність посівів гороху;

– продуктивний потенціал сортів гороху, виявлено особливості формування його врожайності та якості зерна залежно від удобрення та інокуляції насіння;

– обґрунтовано економічну та біоенергетичну ефективність вирощування гороху.

Удосконалено:

– окремі елементи технології вирощування гороху для умов Правобережного Лісостепу України, які спрямовані на підвищення симбіотичної активності та стійкості рослин до несприятливих гідротермічних умов; врожайності та якості продукції;

– методичні підходи щодо визначення інтегрованої площі асиміляційної поверхні рослин гороху через встановлення площі прилистків та вусів.

Подальшого розвитку набуло теоретичне обґрунтування формування стійкості рослин до стресових чинників через морфоанатомічні особливості будови органів рослин.

Практичне значення одержаних результатів дослідження. На основі проведених польових досліджень, одержаних результатів та їх виробничої перевірки, розроблено та науково обґрунтовано елементи технології вирощування гороху, які включають підбір сортів, інокуляцію насіння та ефективність удобрення, що дає можливість отримати врожайність зерна гороху на рівні 4,5–5,5 т/га. Результати наукових досліджень пройшли виробничу перевірку на площі 30 га та впроваджені у ФГ «Агроновація» Бершадського району Вінницької області у 2015–2016 рр.

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 дослідження. Результати дослідження оприлюднено та обговорено на: науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Новітні технології для конкурентоспроможного аграрного виробництва» (с.м. Чабани, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Модернізація національної системи управління державним розвитком: виклики і перспективи» (м. Тернопіль, 2015 р.); Міжнародній науковій конференції «Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах та дендропарках» (м. Київ, 2015 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільсько-господарських культур» (с. Центральне, Київська область, 2016 р.); Міжнародній науковій конференції «2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України» (м. Вінниця, 2016 р.); Міжнародній науковій конференції «Die rolle der bodenmikroorganismen bei der ernahrung von kulturpflanzen» (Ангалт, Федеративна Республіка Німеччина, 2016 р.); Всеукраїнській науково-практичній відео-онлайн конференції «Біорізноманіття України в забезпеченні

продовольчої та енергетичної безпеки» (м. Київ – 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.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 14 наукових праць, з яких 2 статті у наукових фахових виданнях України, 3 статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, стаття в іншому науковому виданні та 8 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотацій, вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаної літератури, додатків. Роботу викладено на 222 сторінках комп'ютерного тексту, вона містить 27 таблиць, 22 рисунки. Кількість використаних літературних джерел налічує 220 найменувань, у тому числі 46 латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ШЛЯХИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ (огляд літератури)

У розділі наведено аналіз стану виробництва гороху, результатів досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів з питань впливу окремих елементів – сорт, удобрення, інокуляція насіння і технології вирощування гороху в цілому на ріст та розвиток рослин, урожайність та якість зерна. Проаналізовано результати досліджень щодо біологічних та технологічних особливостей вирощування сортів гороху нового морфотипу – вусатого. Особливу увагу приділено питанням системи удобрення гороху, зокрема проведенню позакореневих підживлень елементами живлення та інокуляції насіння. На основі аналізу сформульовано завдання дослідження та шляхи їх вирішення.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Експериментальні дослідження виконували впродовж 2014–2016 рр. у стаціонарному польовому досліді кафедри рослинництва у Відокремленому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція (с. Пшеничне Васильківського району Київської області), розташованому в північно-східній частині Правобережного Лісостепу та у навчально-науковій лабораторії «Аналітичні дослідження у рослинництві». Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний грубопилувато-легкосуглинковий на лесі. Вміст гумусу в орному шарі (за Тюрніним І. В.) – 4,40–4,50 %, рН сольової витяжки – 6,96–7,20, ємність поглинання – 31,7–32,2 мг-екв. на 100 г ґрунту. Вміст загального азоту (за К'ельдалем) – 0,29–0,34 %, загального фосфору – 0,18–0,27 %, калію – 2,4–2,7 %. Вміст рухомого фосфору (за Мачигінім Б. П.) 4,6–5,8, а обмінного калію – 9,6–10,8 мг на 100 г ґрунту.

Клімат місця розташування дослідної станції помірно континентальний. Середня температура повітря за рік становить +5,0...+7,0 °С з відносною вологістю 79 %. Середня багаторічна сума опадів 540...560 мм на рік, з яких 120–135 мм випадає весною, 195–200 – влітку, 130–135 – восени і 90–100 мм – взимку. Тривалість періоду з температурами вище +5 °С коливається від 210 до 215 днів, періоду з температурами вище +10 °С – від 150 до 190 днів.

Роки проведення досліджень характеризувалися нерівномірним надходженням опадів, що мало як позитивний, так і негативний вплив на ростові процеси гороху. 2015 рік характеризувався строкатістю опадів – на початкових етапах розвитку спостерігали дефіцит вологи, що в подальшому негативно вплинуло на урожайність культури. У 2016 році впродовж вегетації спостерігали надходження опадів у достатній кількості, що позитивно вплинуло на урожайність.

Для вирішення поставлених завдань закладали та проводили багатofакторний польовий дослід (табл. 1). Програмою дослідження передбачалася оптимізація та розроблення нових елементів сортових технологій вирощування гороху посівного за вирощування високоінтенсивних скоростиглих сортів гороху вусатого морфотипу в умовах Правобережного Лісостепу України.

Таблиця 1

Схема польового дослідження та позначення варіантів

Сорт, чинник С	Варіант	Удобрення, чинник Д				Інокуляція насіння, чинник І
		Основне удобрення, кг/га д. р.	Підживлення, кг/га д. р. мікростадії за шкалою ВВСН			
			12–13	51–59	60–69	
С ₁ – Девіз С ₂ – Царевич	Д1	Контроль (без добрив)	–	–	–	І ₁ – Без інокуляції І ₂ – Інокуляція насіння
	Д2	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	–	–	–	
	Д3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	–	–	–	
	Д4	N ₃₀ P ₉₀ K ₆₀	–	–	–	
	Д5	N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	–	–	–	
	Д6	N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀	–	–	–	
	Д7	–	N ₁₀	N ₁₀	N ₁₀	
	Д8	–	P ₁₀	P ₁₀	P ₁₀	
	Д9	–	N ₁₀ P ₁₀	N ₁₀ P ₁₀	N ₁₀ P ₁₀	
	Д10	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₀	N ₁₀	N ₁₀	
	Д11	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	P ₁₀	P ₁₀	P ₁₀	
	Д12	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₀ P ₁₀	N ₁₀ P ₁₀	N ₁₀ P ₁₀	

Основне удобрення, згідно вищезазначеної схеми дослідження, передбачало внесення елементів у вигляді таких добрив: аміачна селітра (N – 34,4 % д. р.);

подвійний гранульований суперфосфат (P_2O_5 – 45 % д. р.) та калій хлористий (K_2O – 60 % д. р.). Фосфорні і калійні добрива вносили восени під основний обробіток ґрунту, азотні – навесні під передпосівний обробіток ґрунту. Для позакореневих підживлень використовували азотні та фосфорні добрива – карбамід (N – 46 %) та суперфосфат (P_2O_5 – 19,5 %), які вносили згідно схеми досліджень.

Попередником гороху в сівозміні є ячмінь ярий. Агротехніка вирощування – загальноприйнята для зони вирощування за виключенням елементів, які досліджували. Норма висіву становила 1,2 млн шт. насінин на 1 га. Інокуляцію насіння проводили біопрепаратом Ризогумін (*Rhizobium leguminosarum* 31, титр бульбочкових бактерій становить $2,0 \times 10^9$ клітин у 1 г препарату) в день сівби за норми 900 г на 1 т насіння. Загальна площа ділянки – 30 м², облікова площа – 25 м². Повторність досліду чотириразова, розміщення варіантів послідовне.

Фенологічні спостереження за процесами росту і розвитку рослин гороху посівного проводили відповідно до міжнародної шкали ВВСН. Відбір зразків ґрунту та рослин і підготовку їх до аналізу здійснювали відповідно до «Методики біологічних та агрономічних досліджень рослин та ґрунтів» (2003).

Обрахунок площі асиміляційної поверхні посівів гороху посівного проводили з використанням методу контурного сканування листків з подальшим визначенням їх площі за допомогою програмного забезпечення LpSquare 3.0; фотосинтетичний потенціал посівів та чисту продуктивність фотосинтезу визначали за методикою за А. О. Ничипоровича (1982); вміст пігментів хлорофілу *a* і *b* у листках рослин гороху визначали за методом біохімічного аналізу рослин з використанням спектрофотометру з подальшим розрахунком концентрації пігментів за рівняннями Хольмана–Веттштейна; вміст поверхневих ліпідів встановлювали у прилистках рослин гороху гравіметричним методом; кількість і масу бульбочок визначали за Г. С. Посипановим; вологість, масу 1000 зерен, енергію проростання та лабораторну схожість насіння визначали згідно ДСТУ 4138-2002; вміст сухої речовини та вологість ґрунту – термостатно-ваговим методом; якість зерна гороху (вміст протеїну, жиру) визначали з використанням інфрачервоної спектрометрії на інфрачервоному аналізаторі NIR Scanner 4250 з комп'ютерним забезпеченням ADI DM 3114; облік урожаю здійснювали комбайном Volvo 800 методом суцільного обмолоту з кожної ділянки з подальшим перерахунком на 100 % чистоту та 14 % вологість.

Розрахунок економічної ефективності технологій вирощування зернобобових культур визначали за методичними вказівками «Технологічна оцінка зернових, круп'яних і зернобобових культур» (1988); енергетичну ефективність технологій з урахуванням сукупних витрат енергії та виходом з 1 га валової енергії за О. К. Медведовським та П. І. Іваненком (1988). Статистичну обробку параметричних даних здійснювали шляхом дисперсійного аналізу з порівнянням середніх арифметичних та значущості різниці між ними за допомогою t-критерію Стьюдента за «Statistica-6».

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

Польова схожість насіння та виживання рослин гороху залежить від комплексу чинників, але найбільший вплив мають гідротермічні умови в до- і післяпосівний період. Польова схожість насіння гороху в середньому за роки проведення досліджень склала 71,9–87,8 % для сорту Девіз та 83,1–97,2 % для сорту Царевич. Польова схожість насіння була вищою по фоні з добривами. За високого азотного фоні спостерігалася незначна тенденція до зниження польової схожості. Польова схожість насіння сортів Царевич і Девіз була вищою за сівби по фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$ на відповідно 19,3 і 20,0 % порівняно з контрольним варіантом і без інокуляції насіння та на 14,1 і 15,4 % вище порівняно з інокульованим насінням.

Вживання рослин гороху впродовж вегетації було досить високим і варіювало в межах 87,0–94,5 % залежно від досліджуваних чинників. Інокуляція насіння не мала суттєвого впливу на збереженість рослин під час вегетації. За внесення $N_{90}P_{90}K_{60}$ виживаність рослин сорту Девіз підвищилась на 4,6–5,5 %; сорту Царевич на 4,7–5,2 %. Проведення лише підживлення рослин сприяло підвищенню виживання їх під час вегетації. Найменша редуція та виживання рослин була за підживлення на фоні за наступною схемою: $N_{10}P_{10}$ ВВСН 12–13+ $N_{10}P_{10}$ ВВСН 51–59 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 60–69 і складала 93,4–94,5 %.

Тривалість вегетаційного періоду гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння в середньому за роки досліджень різнилася і склала у сорту Девіз – 79–94 діб; Царевич – 76–88 діб. Найдовшою вегетація була в 2014 р. – 93–108 діб у сорту Девіз і 87–103 діб у сорту Царевич; 2015 р. – 74–89 та 72–83 діб; 2016 р. – 71–85 і 68–79 діб відповідно залежно від чинників досліджень. За інокуляції насіння і внесенні повного добрива тривалість вегетації подовжувалась до 9 діб. Тривалість окремих мікростадій суттєво змінювалася в розрізі років відповідно до тривалості загальної вегетації. Період від сівби до появи сходів (00–09 мікростадії) складав 12–15 діб.

Динаміка формування висоти рослин гороху посівного. Досліджуючи вплив різних норм удобрення та ефективності позакореневого підживлення було відмічено, що взаємодія основного удобрення та підживлення позитивно впливає на збільшення висоти рослин сортів гороху. Впродовж вегетації рослини сорту Девіз були дещо вищими порівняно з рослинами сорту Царевич – відповідно 53,8–64,3 і 54,5–62,8 см на мікростадії ВВСН 70–77.

Передпосівна інокуляція насіння сприяє інтенсивному розвитку рослин, обумовлюючи збільшення висоти рослин впродовж вегетації, яка сягає максимуму на мікростадії ВВСН 70–77 та становить 64,3 см. Висота рослин гороху сорту Девіз на мікростадії ВВСН 12–13 була 7,6 см; ВВСН 51–69 – 55,0 см; ВВСН 70–77 – 80,3 см; сорту Царевич відповідно 7,8 см; 53,1 та 86,3 см.

ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН ГОРОХУ

Динаміка наростання вегетативної маси залежно від досліджуваних елементів технології вирощування гороху. Найбільше вегетативної маси та сухої речовини посівами обох сортів накопичувалося до мікростадії ВВСН 60–69 – збільшуючись відповідно на 25,4–65,3 та 11,2–59,0 % залежно від удобрення, порівняно з посівом, де добрива не використовувались. Найбільшу біомасу рослин гороху та найвищу інтенсивність її накопичення відмічено у період від мікростадії ВВСН 51–59 до 60–69. Більшою абсолютною вегетативною масою рослин відзначився сорт Царевич за вирощування по фоні основного удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ та підживлення за схемою $N_{10}P_{10}$ ВВСН 12–13 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 51–59 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 60–69 – 64,7 г/рослину на ВВСН 60–69 за використання неінокульованого насіння та 66,3 г/рослину за інокуляції насіння; для сорту Девіз це відповідно склало – 63,7 г/рослину за неінокульованого насіння та 65,8 г/рослину за інокульованого насіння. Позакореневі підживлення сприяли більшому приросту вегетативної маси рослин сортів гороху, порівняно з вирощуванням лише по фоні основного удобрення та інокуляцією насіння.

Динаміка формування площі асиміляційної поверхні гороху. Площа асиміляційної поверхні гороху залежала від сортових особливостей, погодних умов, удобрення та інокуляції насіння. З мікростадії ВВСН 12–13 до 60–69 спостерігали інтенсивне наростання асиміляційної поверхні листя гороху, а далі відмічається зменшення листової поверхні. Площа асиміляційної поверхні інтенсивно зростала за проведення комплексних підживлень на фоні основного удобрення у сорту Царевич – до 364,4–468,0 см²/рослину та у сорту Девіз – 330,4–429,2 см²/рослину на мікростадії ВВСН 60–69.

Фотосинтетична діяльність посівів гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння. Суттєвий вплив на фотосинтетичний потенціал посівів гороху мало внесення мінеральних добрив та інокуляція насіння. Максимальним фотосинтетичним потенціалом характеризувалися посіви за вирощування на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$ та підживленні $N_{10}P_{10}$ ВВСН 12–13 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 51–59 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 60–69 – 1,11–1,12 млн м²*добу/га. За проведення лише підживлення азотними та фосфорними добривами по мікростадіям гороху фотосинтетичний потенціал посівів становив 0,93–0,96 млн м²*добу/га.

Чиста продуктивність фотосинтезу за період вегетації досягла максимальних значень від стадії ВВСН 12 до ВВСН 59 за основного внесення добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та інокуляції у сорту Царевич. З настанням стадії ВВСН 60 показник чистої продуктивності фотосинтезу знижується.

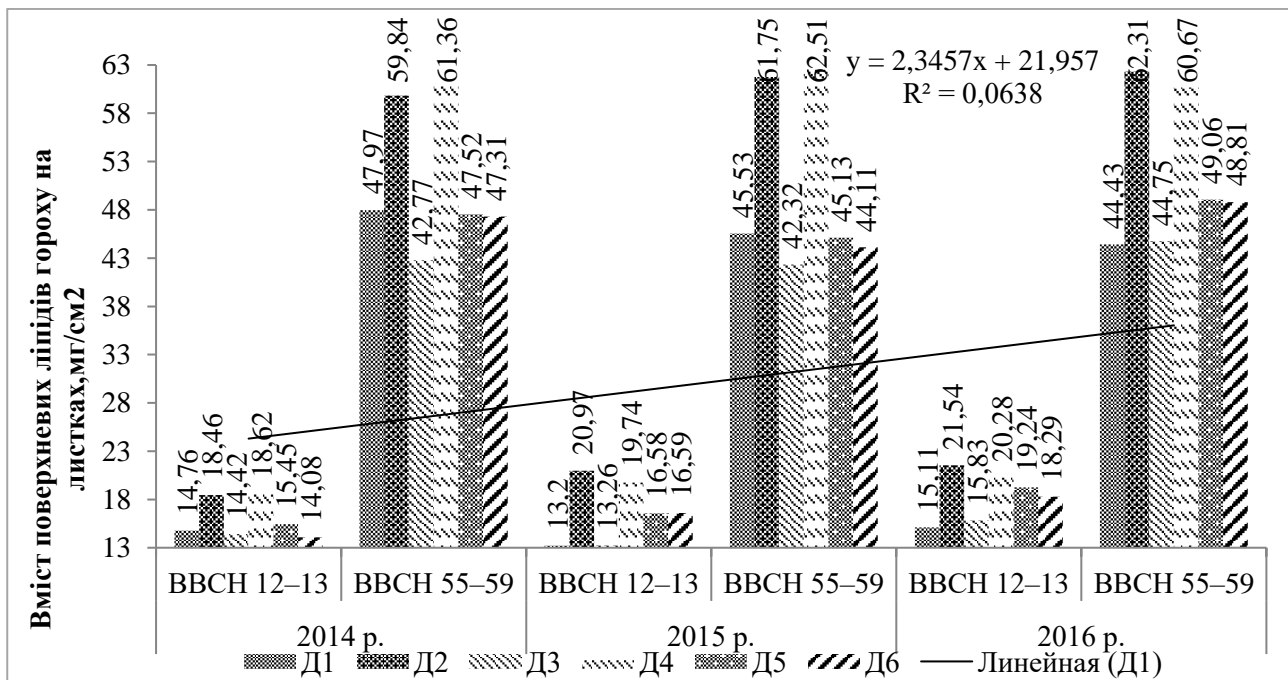
Загальний вміст і динаміка накопичення пігментів у листках та прилистках рослин гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння. Ефективність функціонування асиміляційної поверхні рослин гороху обумовлюється вмістом пігментів, який розраховується на сиру масу листків. Встановлено залежність між площею листової поверхні, вмістом суми пігментів ($a+b$) та дозами й кратністю внесення елементів живлення. За зростаючих норм елементів живлення в основне удобрення спостерігається зворотна залежність щодо вмісту пігментів, за виключенням варіанту з високими нормами фосфору і калію та низьким азоту $N_{30}P_{90}K_{90}$. Так, залежність може бути пов'язана як,

власне, з формуванням хлоропластів, так і перерозподілом на значно більшу площу та масу листової поверхні, яка інтенсивно наростає за внесення високих норм добрив – «біологічне розбавлення». Проведення підживлень по вегетації сприяє інтенсивному формуванню хлоропластів. Найкращий ефект щодо формування хлоропластів отримано за підживлення азотом і фосфором у три прийоми – $N_{10}P_{10}$ ВВСН 12–13 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 51–59 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 60–69 на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$, особливо після проведення першого підживлення. Вміст хлорофілів за такої схеми внесення на мікростадії ВВСН 13–19 склав 51,0–55,4 та 60,8–62,4 мг/г сирової маси листків відповідно за використання неінокульованого та інокульованого насіння, за 22,1–22,8 та 24,0–24,8 мг/г відповідно в листках контрольного варіанту та 28,3–40,7 мг/г у листках всіх інших варіантів удобрення.

За досягнення листовою поверхнею своїх найбільших розмірів це співвідношення зменшувалось, проте закономірність залишалася. На мікростадії ВВСН 69–71 вміст суми хлорофілів у листках рослин, які вирощувались на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$ та за підживлення $N_{10}P_{10}$ ВВСН 12–13 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 51–59 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 60–69, а також за підживлення лише азотом склав 27,2–29,3; за вмісту в листках контрольного варіанту – 16,7–19,6; в листках за вирощування на фоні $N_{30}P_{90}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{60}$ – 14,0–24,7 мг/г сирової маси листків.

Поверхневі ліпіди та стійкість рослин гороху до стресових чинників.

Рівень продуктивності культур значною мірою залежить від стійкості до біотичних та абіотичних чинників, і в останні роки особливо актуальним є підвищення посухостійкості рослин. Усі рослинні кутикули містять віск – «поверхневі ліпіди», які відкладаються у вигляді шару на кутикулярній поверхні (рис. 1).



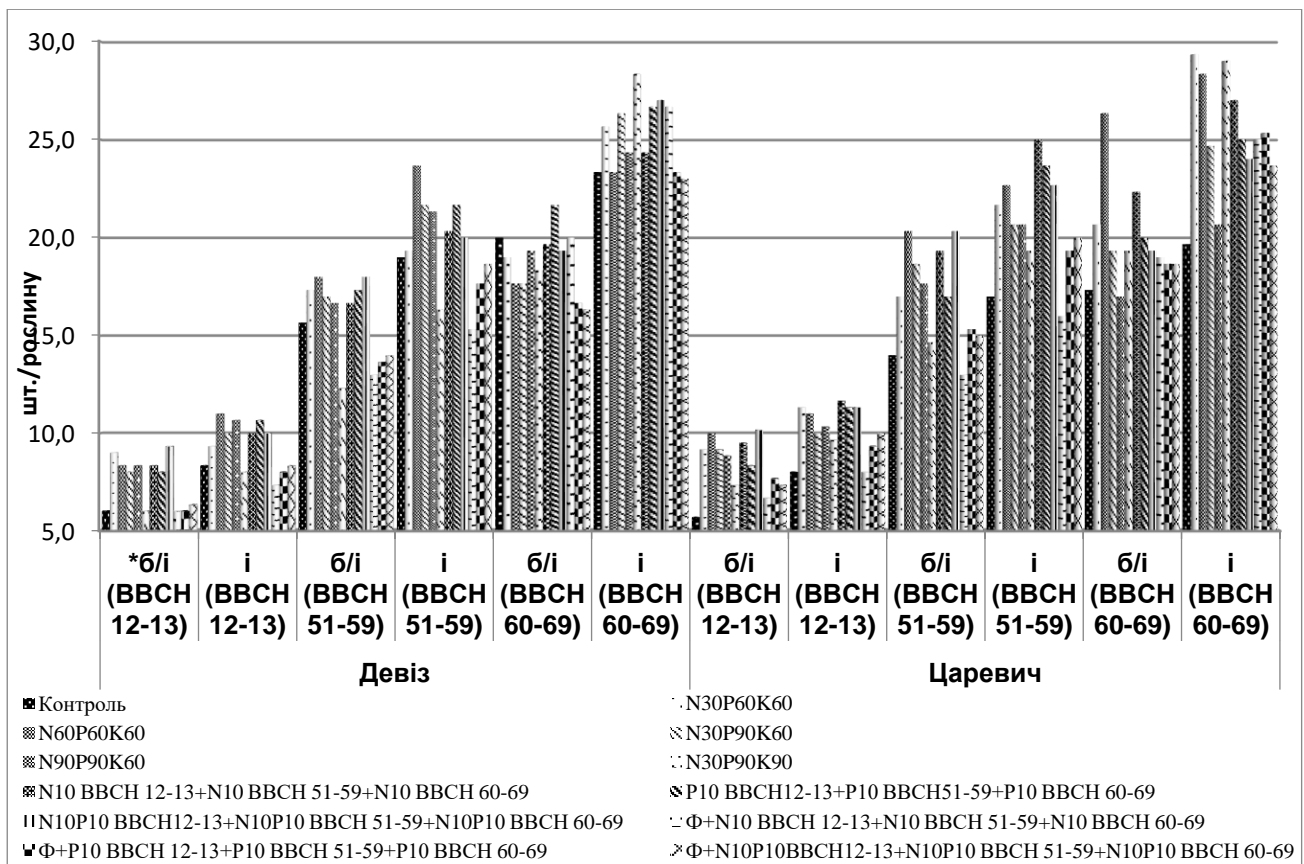
Примітки: *Д1 – контроль (без добрив); Д2 – $N_{30}P_{60}K_{60}$; Д3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$; Д4 – $N_{30}P_{90}K_{60}$; Д5 – $N_{90}P_{90}K_{60}$; Д6 – $N_{30}P_{90}K_{90}$.

Рис. 1. Вміст поверхневих ліпідів на прилистках рослин гороху сорту Царевич, мг/см²

Цей восковий наліт має багато функцій, основна полягає в захисті внутрішньо-клітинного середовища рослин від ультрафіолетового опромінення. Він забезпечує захист рослин від захворювань та шкідників, а також надає природне мікросередовище існування для різних паразитичних і сапрофітних організмів.

Дослідження абсолютного вмісту поверхневих ліпідів і проведені перерахунки їх вмісту на одиницю площі асиміляційної поверхні листків, дозволили встановити параболічну залежність щодо співвідношення вмісту ліпідів на одиницю площі залежно від норм добрив. Найбільший вміст поверхневих ліпідів на одиницю площі листків гороху був за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ та достатньо високий вміст був за внесення $N_{30}P_{90}K_{60}$.

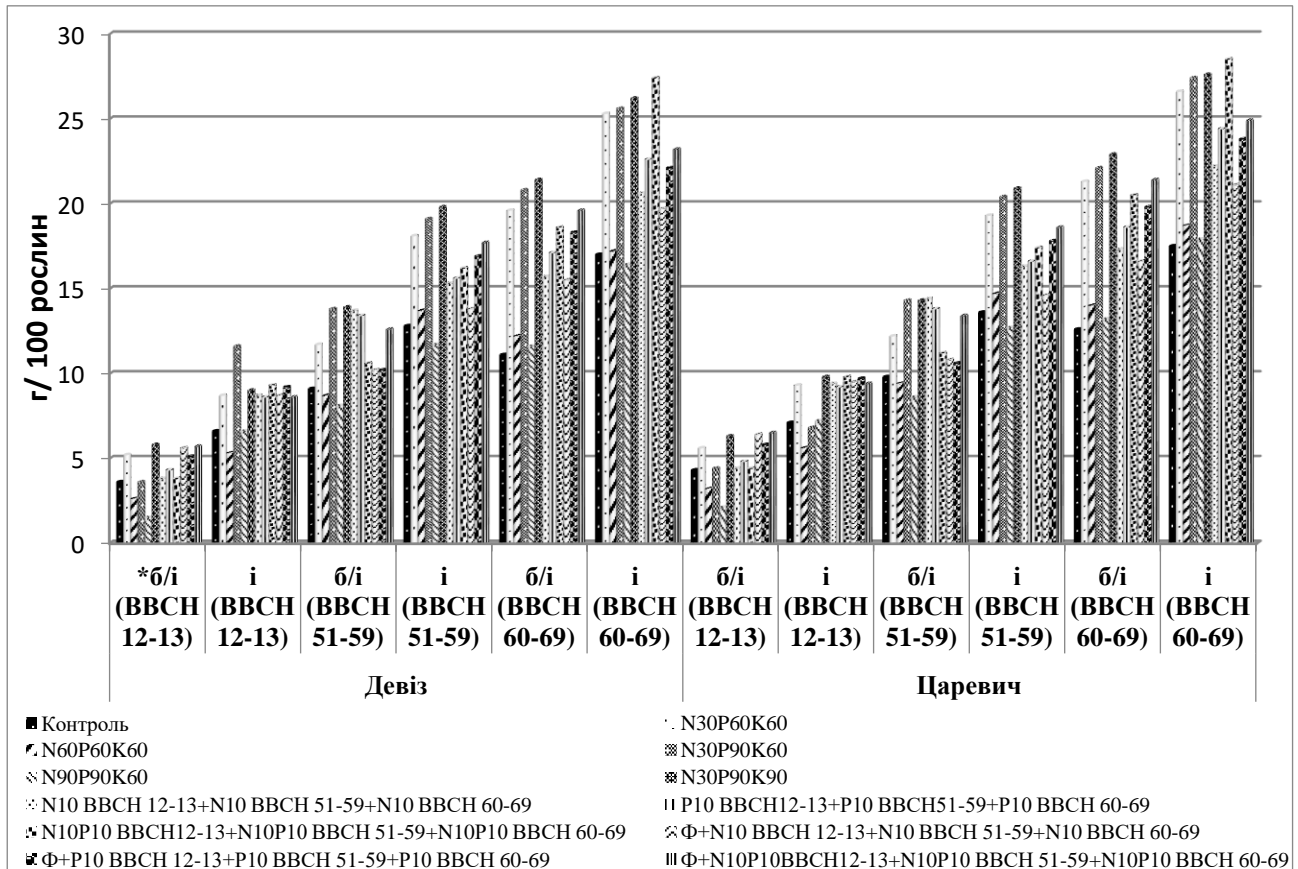
Кількість та маса бульбочок рослин гороху. Ефективність функціонування симбіотичної системи гороху суттєво зростає за передпосівної інокуляції насіння Ризогуміном – кількість бульбочок зростає на 13,9–48,7 % залежно від удобрення та складає 20,7–29,3 шт./рослину за 17,3–19,0 шт./рослину за умови відсутності інокуляції насіння та фону добрив. Найбільше формується бульбочок за внесення в основне удобрення невисоких норм – $N_{30}P_{60}K_{60}$. Підвищення норми до $N_{90}P_{90}K_{60}$ зумовлює зниження функціонування бульбочкових бактерій. Диференційоване підживлення $N_{10}P_{10}$ ввсн 12–13 + $N_{10}P_{10}$ ввсн 51–59 + $N_{10}P_{10}$ ввсн 60–69 є більш ефективним, порівняно з підживленням лише азотом, а за підживлення лише фосфором кількість бульбочок зростає, проте вони поступаються за розмірами та масою (рис. 2).



Примітки: *б/і – без інокуляції насіння; і – з інокуляцією насіння.

Рис. 2. Кількість бульбочок рослин гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння, шт./рослину (середнє за 2014–2016 рр.)

Встановлено сортові особливості щодо формування та симбіотичної активності бульбочкових бактерій – на кореневій системі рослин сорту Царевич формувалась дещо більша кількість бульбочок та, відповідно, і більша їх маса. Диференційоване комбіноване підживлення за мікростадіями – $N_{10}P_{10}$ ВВСН 12–13 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 51–59 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 60–69 сприяє інтенсифікації утворення бульбочок на коренях рослин гороху. Роздільне внесення азоту і фосфору у підживлення також сприяє додатковому утворенню бульбочок – проте за внесення лише азоту їх формується менше, а за внесення фосфору – менша їх маса (рис. 3).



Примітки: *б/і – без інокуляції насіння; і – з інокуляцією насіння.

Рис. 3. Маса бульбочок на коренях рослин сортів гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння, г/100 рослин (середнє за 2014–2016 рр.)

Основне удобрення має позитивний вплив на утворення бульбочок та на їх величину, проте за зростаючих норм мінеральних добрив, особливо азотних, симбіотична активність знижується.

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

Структура врожаю рослин сортів гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння. Оптимізація системи удобрення шляхом позакореневого підживлення низькими дозами азоту та фосфору, інокуляція насіння сприяють посиленню диференціації генеративних органів та зниженню їх редукції впродовж вегетації. Кількість бобів на рослині сорту Девіз варіює від 3,33 до 7,33 шт/рослину; сорту Царевич – від 4,00 до 8,67; маса зерна 2,47–5,08 та 2,85–5,86 г/рослину відповідно до сорту. Маса 1000 насінин обох сортів

коливається від 162,6 до 208,3 г, суттєво зростаючи за диференційованого підживлення азотом і фосфором на фоні основного удобрення.

Урожайність гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння. Урожайність сортів гороху суттєво змінюється залежно від удобрення, яка передбачає як традиційно низькі стартові дози добрив, так і проведення підживлень по вегетації, інокуляції насіння, погодних умов, і змінюється в діапазоні від 1,16 до 5,46 т/га (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність зерна сортів гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння, т/га

Удобрення, чинник Д	Інокуляція насіння*, чинник І	Сорт, чинник С							
		Девіз				Царевич			
		2014	2015	2016	\bar{x}	2014	2015	2016	\bar{x}
Контроль (без добрив)	б/і	1,53	1,16	2,05	1,58	1,88	1,33	2,36	1,86
	і	1,95	1,36	2,74	2,01	2,16	1,91	2,85	2,31
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	б/і	2,48	2,07	3,31	2,62	3,38	2,46	3,59	3,14
	і	3,40	2,77	4,60	3,59	3,92	3,24	4,94	4,03
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	б/і	3,26	2,32	3,75	3,11	3,89	2,91	4,40	3,73
	і	3,83	3,27	4,07	3,72	4,04	3,71	4,55	4,10
N ₃₀ P ₉₀ K ₆₀	б/і	3,06	2,01	3,23	2,76	3,59	2,44	3,97	3,33
	і	3,62	2,56	3,89	3,36	4,05	3,40	4,54	3,99
N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	б/і	3,34	2,30	3,73	3,12	3,37	2,32	3,81	3,17
	і	3,96	3,25	4,38	3,86	4,26	3,69	4,77	4,24
N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀	б/і	3,37	2,65	3,65	3,22	3,97	3,29	4,22	3,83
	і	4,08	3,61	4,44	4,04	4,47	3,87	4,80	4,38
N ₁₀ ВВСН 12-13 + N ₁₀ ВВСН 51-59 + N ₁₀ ВВСН 60-69	б/і	2,14	1,75	2,61	2,17	2,22	2,03	3,01	2,42
	і	3,28	2,33	3,46	3,02	3,37	2,42	3,66	3,15
P ₁₀ ВВСН12-13 + P ₁₀ ВВСН51-59 + P ₁₀ ВВСН 60-69	б/і	2,26	1,87	2,87	2,33	2,64	2,11	3,13	2,62
	і	3,30	2,25	3,45	3,00	3,36	2,92	3,70	3,33
N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 12-13 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 51-59 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 60-69	б/і	2,54	1,99	3,01	2,51	2,73	2,26	3,66	2,88
	і	3,88	2,68	3,92	3,49	4,14	3,04	4,73	3,97
Ф + N ₁₀ ВВСН 12-13 + N ₁₀ ВВСН 51-59 + N ₁₀ ВВСН 60-69	б/і	2,89	2,23	3,31	2,81	3,13	2,31	3,73	3,06
	і	3,70	2,63	4,76	3,70	4,22	3,13	4,87	4,07
Ф+P ₁₀ ВВСН 12-13 + P ₁₀ ВВСН 51-59 + P ₁₀ ВВСН 60-69	б/і	3,02	2,58	3,21	2,94	3,25	2,62	3,55	3,14
	і	3,19	2,66	3,75	3,20	3,34	2,84	4,64	3,61
Ф + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН12-13 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 51-59 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 60-69	б/і	3,63	2,78	4,29	3,57	3,83	2,88	4,62	3,78
	і	4,66	3,74	4,86	4,42	4,82	3,90	5,46	4,73
НІР _{0,5} для чинника «сорт»							0,08		
НІР _{0,5} для чинника «удобрення»							0,18		
НІР _{0,5} для чинника «інокуляція насіння»							0,06		
НІР _{0,5} для чинника «погодні умови»							0,12		

Примітки: *б/і – без інокуляції насіння; і – з інокуляцією насіння.

Діапазон урожайності сорту Царевич складає – 1,33–5,46 т/га; Девіз – 1,16–4,86 т/га. Середня урожайність сорту Девіз складає 1,58–4,42 т/га; сорту Царевич – 1,86–4,73 т/га. Частка участі чинника «удобрення» у формуванні врожайності гороху посівного становить – 48 %; «сорт» – 11 %; «інокуляція насіння» – 16 %; «погодні умови» – 25 %.

Визначальним чинником у формуванні урожайності сортів гороху вусатого морфотипу є система удобрення, яка передбачає не лише основне внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$, а й проведення диференційованих підживлень по $N_{10}P_{10}$ на ВВСН 12–13; ВВСН 51–59 та ВВСН 60–69. Приріст урожайності за такої системи удобрення, порівняно з внесенням лише $N_{30}P_{60}K_{60}$, складає 0,34 та 0,41 т/га відповідно для сортів Девіз і Царевич. Диференційоване підживлення низькими дозами азоту і фосфору, за комбінованого їх внесення або роздільного, як по фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$, так і без фоні, є високоефективним і доцільним. Підвищені норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{30}P_{90}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{60}$ та $N_{30}P_{90}K_{90}$ в основне удобрення поступаються щодо ефективності вказаній системі удобрення. Інокуляція насіння гороху сприяла суттєвому зростанню урожайності обох сортів гороху. Застосування фосфору у підживлення оптимізує засвоєння азоту та сприяє інтенсифікації продукційного процесу, що проявляється в суттєвому підвищенні продуктивності рослин гороху.

Якість зерна гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння. Вміст сирого протеїну в зерні гороху залежав від сортових особливостей, удобрення та інокуляції насіння і становив 22,1–26,2 % у сорту Девіз і 22,5–26,7 % у сорту Царевич (табл. 3). Вищий вміст сирого протеїну в зерні гороху сорту Девіз забезпечувало внесення в основне удобрення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{90}K_{60}$ 25,1 % без інокуляції та 26,2 % за інокуляції насіння, порівняно з контролем 22,1 і 22,8 %; у сорту Царевич – 25,5 та 26,7 % при 22,5 і 23,2 % у контролі відповідно. Інокуляція насіння гороху сприяла зростанню в зерні сирого протеїну обох сортів гороху від 0,2 до 1,8 %.

Вміст протеїну в зерні позитивно корелює з нормами добрив, у той же час вміст сирого жиру в зерні не має чіткої залежності від добрив і коливається від 9,9 до 12,3 % в зерні сорту Девіз та від 10,6 до 12,9 % в зерні сорту Царевич. Вищий вміст сирого жиру в зерні гороху сорту Девіз забезпечувало внесення в основне удобрення мінеральних добрив в нормі $N_{30}P_{90}K_{90}$ 12,1% без інокуляції та 12,4 % за інокуляції насіння; у сорту Царевич – відповідно 12,6 та 12,9 % на варіанті удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$. Диференційоване підживлення низькими дозами азоту, як по фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$, так і без фоні сприяло незначному підвищенню сирого жиру обох сортів гороху. За вирощування гороху на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$ та підживленні N_{10} ВВСН 12–13 + N_{10} ВВСН 51–69 + N_{10} ВВСН 60–69 вміст сирого жиру в зерні сорту гороху Девіз досягав 12,1 % без інокуляції та 12,3 % за інокуляції насіння Ризогуміном. У сорту Царевич за вирощування з проведенням диференційованих підживлень по N_{10} на ВВСН 12–13; ВВСН 51–59 та ВВСН 60–69 на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$, сирого жиру в зерні нагромаджувалося до 12,3 та 12,6 % без інокуляції насіння та з її проведенням відповідно. Внесення в підживлення по N_{10} на ВВСН 12–13; ВВСН 51–59 та ВВСН 60–69 забезпечило нагромадження 12,4–12,5 % жиру в зерні сорту Царевич.

Вміст сирого протеїну та жиру в зерні сортів гороху залежно від удобрення та інокуляції, % (середнє за 2014–2016 рр.)

Удобрення, чинник Д	Сорт, чинник С							
	Девіз				Царевич			
	сирий протеїн		сирий жир		сирий протеїн		сирий жир	
	Інокуляція насіння, чинник І*							
	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Контроль (без добрив)	22,1	22,8	9,9	10,3	22,5	23,2	10,6	10,8
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	25,0	26,1	11,3	12,0	25,4	26,6	11,6	12,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,5	25,6	11,9	12,3	24,8	26,0	12,6	12,9
N ₃₀ P ₉₀ K ₆₀	25,1	26,2	11,6	11,9	25,5	26,7	11,7	12,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	24,5	25,7	11,9	12,1	24,9	26,0	11,9	12,4
N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀	23,2	25,4	12,1	12,4	23,6	25,7	12,3	12,6
N ₁₀ ВВСН 12–13 + N ₁₀ ВВСН 51–59 + N ₁₀ ВВСН 60–69	23,5	23,7	12,0	12,1	23,7	23,9	12,4	12,5
P ₁₀ ВВСН 12–13 + P ₁₀ ВВСН 51–59 + P ₁₀ ВВСН 60–69	23,4	24,1	11,2	11,4	23,8	24,5	11,2	11,6
N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 12–13 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 51–59 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 60–69	23,6	24,3	12,0	12,2	24,1	24,9	12,3	12,6
Ф+N ₁₀ ВВСН 12–13 + N ₁₀ ВВСН 51–59 + N ₁₀ ВВСН 60–69	24,4	24,7	12,1	12,3	24,8	25,0	12,3	12,6
N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 12–13 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 51–59 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 60–69	24,4	25,9	11,8	11,9	24,8	26,2	11,9	12,2
Ф+N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 12–13 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 51–59 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 60–69	23,7	25,5	11,7	11,8	24,1	25,8	11,8	12,4
НІР _{0,5} для чинника «сорт»					0,5			
НІР _{0,5} для чинника «удобрення»					0,2			
НІР _{0,5} для чинника «інокуляція насіння»					0,4			

Примітки: *б/і – без інокуляції насіння; і – з інокуляцією насіння

ЕКОНОМІЧНА І БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ЗА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

Управління формуванням продуктивності гороху через застосування інокуляції насіння та удобрення забезпечує підвищення економічної та біоенергетичної ефективності вирощування. Економічно вигідні технології вирощування гороху передбачають систему удобрення з основним внесенням добрив, і на їх фоні проведення підживлень низькими дозами фосфору і калію та

передпосівної інокуляції насіння – прибуток складає 9838–17934 грн/га; рентабельність – 54–128 %. Чистий прибуток у сорту Девіз варіював від 12253 до 15039 грн/га; Царевич – від 12636 до 17934 грн/га за внесення добрив та проведення інокуляції насіння. Максимальному збільшенню виходу енергії з урожаєм сприяли добрива, інокуляція насіння та позакореневі підживлення, абсолютні показники якого склали у сорту Девіз – 77836 та Царевич – 86856 МДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності сягав 3,33–3,77.

ВИСНОВКИ

У дисертації теоретично обґрунтовано та узагальнено експериментальні й лабораторні дані щодо розроблення адаптивних сортових технологій вирощування гороху посівного. В основу технологій закладено раціональне поєднання таких чинників як: основне удобрення, позакореневе підживлення та інокуляція насіння з врахуванням біологічних особливостей сортів гороху вусатого морфотипу.

1. Горох посівний є досить чутливим щодо забезпечення вологою та зміною температурного режиму – частка участі чинника «погодні умови» в формуванні урожайності складає 25 %. Управління формуванням оптимальної структури посіву гороху через диференційоване внесення добрив сприяє підвищенню ефективності використання вологи та продуктивності посівів.

2. Густота стояння рослин гороху і характер її зміни впродовж вегетації значною мірою залежать від особливостей сорту, мінерального живлення та інокуляції насіння, які за умови інтегрованого впливу забезпечують суттєву різницю за показниками між удобреними та контрольними варіантами на період збирання.

3. Тривалість вегетації гороху посівного, залежно від удобрення та інокуляції насіння, в середньому за роки досліджень різнилася і склала у сорту Девіз – 79–94 діб; Царевич – 76–88 діб. У розрізі років тривалість різнилася: 2014 р. – 93–108 діб у сорту Девіз і 87–103 діб у сорту Царевич; 2015 р. – 74–89 і 72–83 діб; 2016 р. – 71–85 і 68–79 діб відповідно залежно від чинників досліджень. За інокуляції насіння і внесення повного добрива тривалість вегетації подовжувалась до 9 діб. Тривалість мікростадій суттєво змінюється в розрізі років відповідно до тривалості загальної вегетації.

4. Обумовленість ростових процесів рослин гороху системою удобрення чітко відслідковується за висотою рослин, темпами наростання вегетативної маси та накопиченням сухої речовини. Висота рослин сягала 64,3 см у сорту Девіз у мікростадії ВВСН 70–77; у сорту Царевич – 62,8 см. Сорти гороху вусатого морфотипу є високостійкими до вилягання. Найбільше вегетативної маси та сухої речовини посівами обох сортів накопичувалося до мікростадії ВВСН 60–69 – збільшуючись відповідно на 25,4–65,3 та 11,2–59,6 % залежно від системи удобрення, порівняно з посівом, де добрива не використовувались.

5. Формування оптимальної за розмірами площі та забезпечення більш тривалої роботи листового апарата забезпечується диференційованим внесенням добрив. Найбільша площа асиміляційної поверхні посівів гороху

сформувалася до мікростадії ВВСН 60–69 – у сорту Царевич – 364,4–468,0 см²/рослину; Девіз – 330,4–429,2 см²/рослину залежно від удобрення, інокуляції насіння та сортових особливостей. Підживлення рослин гороху по вегетації сприяє подовженню функціонування асиміляційної поверхні.

6. Максимальним фотосинтетичним потенціалом характеризувалися посіви за вирощування на фоні N₃₀P₆₀K₆₀ та підживлення N₁₀P₁₀ ВВСН_{12–13} + N₁₀P₁₀ ВВСН_{51–59} + N₁₀P₁₀ ВВСН_{60–69} – 1,11–1,12 млн м²*добу/га. За проведення лише підживлення азотними та фосфорними добривами по мікростадіям гороху, фотосинтетичний потенціал посівів становив 0,93–0,96 млн м²*добу/га.

7. Встановлено параболічну залежність щодо співвідношення вмісту ліпідів на одиницю площі залежно від норм добрив. Вміст поверхневих ліпідів на ВВСН 12–13 змінювався від 13,2 до 21,5 мг/см²; на ВВСН 55–59 – від 42,3 до 62,5 мг/см². Найбільший вміст поверхневих ліпідів на одиницю площі листків гороху був за внесення N₃₀P₆₀K₆₀, та достатньо високий вміст був за внесення N₃₀P₉₀K₆₀, що сприяло ефективному використанню рослинами ресурсів довкілля та підвищувало стійкість до стресів.

8. Ефективність функціонування симбіотичної системи гороху суттєво зростає за передпосівної інокуляції насіння Ризогуміном – кількість бульбочок зростає на 13,9–48,7 % залежно від системи удобрення та складає 20,7–29,3 шт./рослину та 17,3–19,0 шт./рослину за умови відсутності інокуляції насіння та фону добрив. Найбільше формується бульбочок за внесення в основне удобрення невисоких норм N₃₀P₆₀K₆₀. Підвищення норми до N₉₀P₉₀K₆₀ зумовлює зниження функціонування бульбочкових бактерій. Диференційоване підживлення N₁₀P₁₀ ВВСН_{12–13} + N₁₀P₁₀ ВВСН_{51–59} + N₁₀P₁₀ ВВСН_{60–69} є найбільш ефективним, порівняно з підживленням лише азотом, а за підживлення лише фосфором кількість бульбочок зростає, проте вони поступаються за розмірами та масою.

9. Оптимізація системи удобрення шляхом позакореневого підживлення низькими дозами азоту та фосфору, інокуляція насіння сприяють посиленню диференціації генеративних органів та зниженню їх редукції впродовж вегетації. Кількість бобів на рослині сорту Девіз варіює від 3,33 до 7,33 шт./рослину; сорту Царевич – від 4,00 до 8,67; маса зерна 2,47–5,08 та 2,85–5,86 г/рослину відповідно до сорту. Маса 1000 насінин обох сортів коливається від 162,6 до 208,3 г, суттєво зростаючи за диференційованого підживлення азотом і фосфором на фоні основного удобрення.

10. Урожайність сортів гороху суттєво змінюється залежно від удобрення, інокуляції насіння, погодних умов, і діапазон її змін складає 1,16–5,46 т/га; для сорту Девіз – 1,16–4,86 т/га; сорту Царевич. – 1,33–5,46 т/га. Середня урожайність сорту Девіз складає 1,58–4,42 т/га; сорту Царевич – 1,86–4,73 т/га. Частка участі чинника «удобрення» у формуванні врожайності гороху посівного становить – 48 %; «сорт» – 11 %; «інокуляція насіння» – 16 %; «погодні умови» – 25 %.

11. Визначальним чинником у формуванні урожайності сортів гороху вусатого морфотипу є система удобрення, яка передбачає не лише основне внесення N₃₀P₆₀K₆₀, а й проведення диференційованих підживлень по N₁₀P₁₀ на

12–13; 51–59; 60–69 мікростадіях ВВСН. Приріст урожайності за такої системи удобрення, порівняно з внесенням лише $N_{30}P_{60}K_{60}$, складає 0,34 та 0,41 т/га відповідно для сортів Девіз і Царевич. Диференційоване підживлення низькими дозами азоту і фосфору, за комбінованого їх внесення або роздільного, як по фону $N_{30}P_{60}K_{60}$, так і без фону, є високоефективним і доцільним. Підвищені норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{30}P_{90}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{60}$ та $N_{30}P_{90}K_{90}$ в основне удобрення поступаються щодо ефективності вказаній системі удобрення.

12. Вміст сирого протеїну в зерні гороху варіює залежно від сорту, удобрення та інокуляції насіння і становить 23,2–26,2 % у сорту Девіз; 23,6–26,7 % у сорту Царевич, порівняно з контролем 22,1 і 22,5 % відповідно. За інокуляції насіння суттєво підвищується ефективність основного удобрення за всіх норм добрив. Вміст жиру в зерні сорту Девіз складає 11,3–12,3 %; сорту Царевич – 11,6–12,9 %, порівняно з контролем 9,9 і 10,6 % відповідно.

13. Економічно вигідні технології вирощування гороху передбачають систему удобрення з основним внесенням добрив і на їх фоні проведення підживлень низькими дозами фосфору і калію та передпосівної інокуляції насіння – прибуток складає 9838–17934 грн/га; рентабельність – 54–128 %. Співвідношення між енергетичними затратами на технологію вирощування та виходом енергії з урожаєм свідчить про високу енергетичну ефективність вирощування гороху – коефіцієнт енергетичної ефективності складає 2,08–3,77 в розрізі сортів, системи удобрення та інокуляції насіння.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Правобережного Лісостепу України для отримання врожаїв зерна гороху на рівні 4,0–5,5 т/га, вмістом в зерні сирого протеїну понад 25 %, рекомендуємо вирощувати високотехнологічні сорти гороху Царевич та Девіз з дотриманням елементів адаптивних технологій вирощування:

– внесення в основне удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проведення позакореневого комбінованого підживлення в декілька прийомів – $N_{10}P_{10}$ ВВСН 12–13 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 51–59 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 60–69.

– проведення передпосівної обробки насіння Ризогуміном з розрахунку 300 г препарату на 1 гектарну норму насіння.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Пилипенко В. С. Формування та симбіотична активність бульбочкових бактерій рослин гороху вусатого в Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016. № 3 (82). С. 89–93. *(Здобувачем проаналізовано літературу, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

2. Пилипенко В. С., Каленська С. М. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння. Вісник аграрної науки. 2017. № 4 (770). С. 17–22. *(Здобувачем*

проаналізовано літературу, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

**Статті у наукових фахових виданнях України,
включених до міжнародних наукометричних баз даних:**

3. Каленська С. М., Нідзельський В. А., Пилипенко В. С., Таран Н. Ю., Стороженко В. О. Поверхневі ліпіди та стійкість рослин зернобобових культур до стресових чинників в умовах Правобережного Лісостепу України: [електронний ресурс]. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016. № 3 (60). Режим доступу до статті: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/issue/view/289>. *(Здобувачем проаналізовано літературу, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

4. **Pylypenko V.**, Honchar L. Symbiotic activity of nodule bacteria of pea plants at the territory of the Forest-Steppe of Ukraine. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2016. Вип. 235. С. 71–78. *(Здобувачем проаналізовано літературу, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

5. **Пилипенко В. С.**, Гончар Л. М., Каленська С. М. Управління формуванням продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Агрономія і біологія». 2016. № 9 (32). С. 71–76. *(Здобувачем проаналізовано літературу, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

Стаття в іншому науковому виданні

6. **Пилипенко В. С.**, Каленська С. М., Гончар Л. М. Формування асиміляційної гороху залежно від рівня мінерального живлення та інокуляції насіння. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2016. № 20 (34). С. 20–28. *(Здобувачем проаналізовано літературу, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

Тези наукових доповідей:

7. **Пилипенко В. С.**, Каленська С. М. Горох посівний у сучасному виробництві продукції рослинництва. Новітні технології для конкурентоспроможного аграрного виробництва: науково-практична конференція молодих учених і спеціалістів, м. Київ, 27–29 жовтня 2014 року: тези доповіді. К., 2014. С. 84–85. *(Здобувачем узагальнено матеріали, написано тези).*

8. **Пилипенко В.**, Каленська С. Продуктивність гороху посівного в умовах Правобережного Лісостепу України. Модернізація національної системи управління державним розвитком: виклики і перспективи: Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція, м. Тернопіль, 16–17 грудня 2015 року: тези доповіді. Тернопіль, 2015. С. 25–26. *(Здобувачем узагальнено матеріали, написано тези).*

9. Пилипенко В. С. Продуктивність гороху посівного залежно від елементів технології в умовах Правобережного Лісостепу України. Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах та дендропарках: Міжнародна наукова конференція, присвячена 80-річчю від дня заснування Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка м. Київ, 15–17 вересня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 193–194.

10. Пилипенко В. С. Вміст поверхневих ліпідів в прилистках рослин гороху посівного та їх вплив на посухостійкість в Правобережному Лісостепу України. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: IV Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і спеціалістів, м. Вінниця, 21 квітня 2016 року: тези доповіді. Вінниця, 2016. С. 85–86.

11. **Пилипенко В. С.**, Сонько Р. В., Новицька Н. В., Каленський В. П. Симбіотична активність зернобобових культур (соя, горох, нут) залежно від технології вирощування на чорноземах типових. 2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України: Міжнародна наукова конференція, присвячена 80-річчю з дня народження академіка НААН А. О. Бабича, м. Вінниця, 11–12 серпня 2016 року: тези доповіді. Вінниця, 2016. С. 35–36. *(Здобувачем узагальнено матеріали, написано тези).*

12. Scherbakova E. Kalenskiy V., Novytcka N., Kalenska S., **Pylypenko V.**, Cherniy V. Efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes (soybean, peas, chickpeas), based on cropping technology on black soils. Die rolle der bodenmikroorganismen bei der ernahrung von kulturpflanzen: International Wissenschaftliche konferenc, 11 November, 2016: look of abstracts. Anhalt, 2016. P. 12–13. *(Здобувачем узагальнено матеріали, написано тези).*

13. Пилипенко В. С. Формування площі листкової поверхні гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння. Біорізноманіття України в забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки: Всеукраїнська науково-практична конференція, присвячена 70-річчю заснування навчального закладу, м. Мукачево, 24–25 листопада 2016 року: тези доповіді. Мукачево, 2016. С. 70–73.

14. Пилипенко В. С. Роль сорту в сучасних технологіях вирощування гороху. 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. 121–123.

АНОТАЦІЯ

Пилипенко В. С. Управління формуванням продуктивності гороху за оптимізації системи удобрення в Правобережному Лісостепу 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, 2017.

Дисертацію присвячено встановленню та науковому обґрунтуванню біологічних та технологічних особливостей формування продуктивності сортів гороху через оптимізацію системи удобрення та інокуляцію насіння в умовах Правобережного Лісостепу України. Виявлено морфофізіологічні особливості формування та реалізації біологічного потенціалу продуктивності сортів гороху залежно від ґрунтово-кліматичних умов та елементів технології вирощування. Встановлено особливості впливу досліджуваних елементів технології вирощування, зокрема удобрення, інокуляції насіння у посівах та їх комплексного впливу на продуктивність.

У дисертаційній роботі викладено результати досліджень з питань особливостей росту, розвитку та формування урожаю сортів гороху залежно від елементів технології вирощування, а саме сорту, удобрення, інокуляції насіння. Встановлено особливості процесу формування фотосинтетичного потенціалу посіву, обґрунтовано вплив передпосівної інокуляції насіння за різних варіантів мінерального удобрення на формування симбіотичного апарату, рівень врожайності та якості зерна. Викладено економічну та біоенергетичну ефективність вирощування гороху залежно від факторів, які досліджували.

Удосконалено технологію вирощування сортів на основі нових прийомів її інтенсифікації, що забезпечить підвищення продуктивності культури в умовах Правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: горох, сорт, морфотип, інокуляція насіння, удобрення, урожайність, якість зерна, економічна і біоенергетична ефективність вирощування.

АННОТАЦІЯ

Пилипенко В. С. Управление формированием продуктивности гороха через оптимизацию системы удобрения в Правобережной Лесостепи Украины. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 «Растениеводство». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2017.

Диссертация посвящена установлению и научному обоснованию биологических и технологических особенностей формирования продуктивности сортов гороха через оптимизацию системы удобрения и инокуляции семян в условиях Правобережной Лесостепи Украины. Установлены морфофизиологические особенности формирования и реализации биологического потенциала продуктивности сортов гороха в зависимости от почвенно-климатических условий и элементов технологии выращивания. Установлены особенности влияния исследуемых элементов технологии

выращивания, в частности удобрения, инокуляции семян в посевах и их комплексного воздействия на продуктивность.

В диссертационной работе изложены результаты исследований по вопросам особенностей роста, развития и формирования урожая сортов гороха в зависимости от элементов технологии выращивания, а именно: сорта, удобрения, инокуляции семян. Установлены особенности процесса формирования фотосинтетического потенциала посева, обосновано влияние предпосевной инокуляции семян при разных вариантах минерального удобрения на формирование симбиотического аппарата, уровня урожайности и качества зерна. Изложена экономическая и биоэнергетическая эффективность выращивания гороха в зависимости от факторов, которые исследовали. Усовершенствована технология выращивания сортов на основе новых приемов ее интенсификации, что обеспечит повышение продуктивности культуры в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

В частности, установлена параболическая зависимость по соотношению содержания липидов на единицу площади листьев гороха посевного в зависимости от норм удобрений. Содержание поверхностных липидов на ВВСН 12–13 изменилось от 13,2 до 21,5 мг/см²; на ВВСН 55–59 – от 42,3 до 62,5 мг/см². Наибольшее содержание поверхностных липидов на единицу площади листьев гороха отмечено при внесении N₃₀P₆₀K₆₀ и достаточно высокое содержание – при внесении N₃₀P₉₀K₆₀, что способствовало эффективному использованию растениями ресурсов окружающей среды и повышало устойчивость к стрессам. Эффективность функционирования симбиотической системы гороха существенно возрастает при инокуляции семян Ризогумином – количество клубеньков возрастает на 13,9–48,7 % в зависимости от системы удобрения и составляет 20,7–29,3 шт./растение за 17,3–19,0 шт./растение при отсутствии инокуляции семян и фона удобрений. Больше всего формируется клубеньков при внесении в основное удобрение невысоких норм минеральных удобрений N₃₀P₆₀K₆₀. Повышение нормы N₉₀P₉₀K₆₀ обуславливает снижение функционирования клубеньковых бактерий. Дифференцированные подкормки N₁₀P₁₀ ВВСН 12–13 + N₁₀P₁₀ ВВСН 51–59 + N₁₀P₁₀ ВВСН 60–69 являются более эффективным, по сравнению с подкормкой только азотом, а при внесении только фосфора количество клубеньков возрастает, однако они уступают по размерам и массе.

Оптимизация системы удобрения путем внекорневой подкормки низкими дозами азота и фосфора, инокуляция семян способствуют усилению дифференциации генеративных органов и снижению их редукции в течение вегетации. Количество бобов на растении сорта Девиз варьирует от 3,33 до 7,33 шт./растение; сорта Царевич – от 4,00 до 8,67; масса зерна 2,47–5,08 и 2,85–5,86 г/растение соответственно сорту. Масса 1000 семян обоих сортов варьирует от 162,6 до 208,3 г, существенно возрастая при дифференцированной подкормке азотом и фосфором на фоне основного удобрения.

Урожайность сортов гороха существенно меняется в зависимости от удобрения, которая предусматривает как традиционно низкие стартовые дозы удобрений, так и проведение подкормок по вегетации, инокуляции семян,

погодных условий, и варьирует в диапазоне от 1,16 до 5,46 т/га. Средняя урожайность сорта Девиз составляет 1,58–4,42 т/га; Царевич – 1,86–4,73 т/га. Определяющим фактором в формировании урожайности сортов гороха усатого морфотипа является система удобрения, которая предусматривает не только основное внесение $N_{30}P_{60}K_{60}$, но и проведение дифференцированных подкормок по $N_{10}P_{10}$ на 12–13; 51–59; 60–69 микростадиях ВВСН. Прирост урожайности при такой системе удобрения, по сравнению с внесением только $N_{30}P_{60}K_{60}$, составляет 0,34 и 0,41 т/га соответственно для сортов Девиз и Царевич. Дифференцированные подкормки низкими дозами азота и фосфора, за комбинированного их внесения или отдельного, как на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$, так и без фона, является высокоэффективным и целесообразным.

Экономически выгодные технологии выращивания гороха предусматривают систему удобрения с основным внесением удобрений и на их фоне проведение подкормок низкими дозами фосфора и калия и предпосевную инокуляцию семян – прибыль составляет 9838–17934 грн/га; рентабельность – 54–128 %. Соотношение между энергетическими затратами на технологию выращивания и выходом энергии с урожаем свидетельствует о высокой энергетической эффективности выращивания гороха – коэффициент энергетической эффективности составляет 2,08–3,77 в разрезе сортов, системы удобрения и инокуляции семян.

Ключевые слова: горох, сорт, морфотип, инокуляция семян, удобрения, урожайность, качество зерна, экономическая и биоэнергетическая эффективность выращивания.

ANNOTATION

Pylypenko V. S. Management of peas performance formation due fertilizer system optimization on Right Bank Forest-Steppe of Ukraine Pylypenko. – The manuscript.

Thesis for a degree candidate of agricultural sciences on specialty 06.01.09 Plant Growing. National University of Life and Environmental sciences of Ukraine, Kyiv, 2017.

Thesis is devoted to scientific substantiation biological and technological features of productivity formation by peas varieties through optimization fertilizing and seed inoculation in condition Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Revealed morphological features of formation and biological potential realization by peas varieties productivity depending soil – climatic conditions and growing technology elements. Influence of growing technology elements including fertilizers, seed inoculation and their complex effects on performance was found.

The thesis presents results of research characteristics of growth, development and yield formation by peas varieties depending growing technology elements, such as variety, fertilizers, seed inoculation. Established peculiarities of forming photosynthetic capacity process by sowings, reasonable influence of seed inoculation with different variants of mineral fertilizing on symbiotic system formation, yield and

grain quality. Expounded economic and bioenergetics efficiency of peas cultivation depending on studied factors.

Improved growing technology based on new methods of intensification that will improve culture performance on Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: pea, variety, morphotype, inoculation of seeds, fertilizing, yield, grain quality, economic and bioenergetic efficiency of cultivation.