МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту
„_____” _____ 2024 р.
Зав. кафедри к. с.–г. н., доцент
_____Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ НВВ УНУС

Виконав: студент ІІ курсу, групи 24 м-а
Освітньої програми Агрономія
Спеціальності 201 Агрономія
КОТЛЕНКО Богдан Олексійович

Керівник: Віталій КРАВЧЕНКО, к. с.–г. н., доцент
ЯЦЕНКО Вячеслав, доктор філософії,
старший викладач

Умань – 2024

ЗМІСТ

	Ст.
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. Наукові основи формування продуктивності квасолі звичайної залежно від технологічних прийомів вирощування (огляд літератури)	5
1.1. Народногосподарське значення квасолі звичайної, її походження, поширення та використання	5
1.2. Особливості впливу способу сівби та густоти рослин на продуктивність квасолі звичайної	10
1.3. Технологічні проблеми вирощування квасолі	21
РОЗДІЛ 2. Умови та методика досліджень	37
2.1. Загальні відомості про господарство	37
2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов господарства	39
2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень	43
РОЗДІЛ 3. Особливості формування росту і розвитку квасолі звичайної залежно від технології вирощування	46
3.1. Біологічні особливості росту і розвитку залежно від передпосівного оброблення насіння квасолі	46
3.2 Структура врожаю	51
3.3 Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від мінерального удобрення, способів сівби та норм висіву	53
3.4 Показники якості зерна квасолі	55
РОЗДІЛ 4. Економічна та енергетична ефективність технологічних прийомів вирощування квасолі звичайної	58
4.1. Економічна ефективність	59
4.2 Енергетична ефективність	62
Розділ 6 Організація умов охорони праці та умов навколишнього середовища при вирощуванні й селекційних дослідженнях з квасолею	65
6.1 Організація умов охорони праці	65
6.2. Оцінка екологічної небезпеки та вимоги щодо вирощування квасолі	66
ВИСНОВКИ	69
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	70
Список використаних джерел	71

ВСТУП

Важливим завданням сьогодення України є забезпечення збалансованого харчування людей білковими продуктами рослинного походження. Це особливо пов'язане з різким зниженням виробництва високобілкових продуктів тваринництва. Тому важлива увага повинна надаватися проблемі збільшення валових зборів зернобобових культур, особливо квасолі. За обсягом виробництва вона займає друге після сої місце у світі серед зернобобових культур і користується великим попитом на світовому ринку.

Вона є цінною високобілковою продовольчою культурою, яка використовується в різних сферах народного господарства [11]. Цінність квасолі, як продовольчої культури зумовлюється вмістом у зерні 17–32 % білка, 41–56 % вуглеводів, 0,4–3,5 % жиру, 2,2–6,6 % клітковини. Білок квасолі за складом амінокислот близький до тваринного рівня молока або м'яса [116, 211]. Насіння і боби даної культури містять вітаміни B_1, B_6, Е, каротин, рибофлавін, фолазін. Зерно квасолі має високу калорійність (336 ккал в 100 г сухого насіння) і за енергетичною цінністю перевищує яловичину та рибу [32].

Квасолі також відводиться важливе значення в структурі посівних площ, зерновому і кормовому балансах, підвищенні культури землеробства [81].

Також, шляхом максимального використання симбіотичного потенціалу азотфіксації бобових культур, зокрема квасолі, можна розв'язати проблему збагачення грунту та живлення рослин азотистими сполуками. Слід зазначити, що молекулярний азот з атмосфери є невичерпним джерелом. Його перехід у зв'язаний стан здійснюється завдяки біологічній та фізико-хімічній фіксації молекул азоту бактеріями в симбіозі із бобовими рослинами [79]. Завдяки раціональному поєднанню мінерального та біологічного азоту можна збільшити прибуток на 383 грн./га, підвищити ріст рівеня рентабельності вирощування на 55 % [80]. Недооцінка ролі симбіотичної азотфіксації як джерела збереження енергоресурсів

призводить до того, що бобовим в Україні в структурі посівних площ відводять лише 10 %, тоді як у США – 26 % [21].

Квасоля звичайна є однією із зернобобових продовольчих культур світового землеробства. Її вирощування у різних країнах світу відбувається за різними технологіями, як індустріальними, з максимальним насиченням механізованих операцій, так і за технологіями, де використовується ручна праця.

Вдало підібрані способи сівби і оптимальні норми висіву – важливі елементи інтенсивної технології вирощування квасолі. Важливе агротехнічне значення має площа живлення рослини. За однакової густоти рослин на одиниці площі, спосіб їх розміщення може бути різний, що підсилює або послаблює їх конкурентоспроможність за фактори життя [56, 67, 86, 90].

Оптимальне просторове та кількісне розміщення рослин на площі є важливим елементом технології вирощування, який підвищує індивідуальну і зернову продуктивність рослин [17, 22].

РОЗДІЛ 1
НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ

1.1. Народногосподарське значення квасолі звичайної, її походження, поширення та використання

Людина стоїть на вершині екологічної піраміди і першою чергою зацікавлена у вирівнюванні харчових ланцюгів з метою одержання максимальної кількості первинної та вторинної біологічної продукції необхідної якості [19].

Серед зернобобових культур квасоля – одна із найбільш цінних культур [21]. Вона досить поширена у світовому землеробстві і за посівними площами посідає друге місце у світі, поступаючись лише сої. Щорічно її посівні площі становлять 23–25 млн. га [21]. Насіння квасолі має значний попит, а ціна його нерідко дорівнює ціні м’яса].

Квасоля звичайна – *Phaseoleus vulgaris* належить до родини Бобових (*Fabaceae*). Рослина однорічна, за типом стебла відноситься до виткої ліани. Рід *Phaseoleus* налічує 200 видів, які поширені в основному у тропічному поясі земної кулі. Проте в культурі вирощують близько 20 видів, інші дикорослі. Види, які культивуються, поділяють на дві групи: американську і азіатську. Видами квасолі є звичайна, лімська, багатоквіткова, золотиста та кутова [21].

Батьківщина квасолі – Америка, де її вирощували ще до Колумба. У XVI столітті під назвою «італійські боби» вона була завезена до Європи. На територію Росії потрапила у XVII столітті, але у споживання увійшла лише через два століття. Саме тоді квасолю стали вирощувати на території України і Молдови [13].

В Україні найбільші площі квасолі (у межах 140–150 тис. га) висівали

під час ІІ Світової війни війни. У подальшому вони значно скоротилися та на початку 80-х років становили лише 16,6–26,8 тис. га.

З 90-х років минулого століття встановилась тенденція до зростання посівних площ квасолі, які вже у 1995 році становили 27,9 тис. га, що забезпечувало виробництво 41,1 тис. т. зерна за урожайності 14,7 ц/га, а у 2001 р. – відповідно 92,0 тис. т. за посівних площ 43,6 тис. га й врожайності – 20,9 ц/га.

Найбільша посівна площа квасолі розміщена в лісостеповій зоні. Із 1991 року вона зросла більше ніж у 3–4 рази, валові збори у 2023 році становили 30,4 тис. т. За період з 1991 до 2023 рр. у 3,2 раза також розширились посівні площі цієї культури в зоні Полісся. Так, у 2023 році вони сягали 11 тис. га, що дало змогу за врожайності 21,6 ц/га довести її виробництво до 23,8 тис. т.

У зоні Степу посівні площі квасолі незначні. У 1981–2023 рр. вони займали 3,6–8,4 тис. га, найбільша їх кількість розміщується в Одеській (0,8–1,9 тис. га) і Кіровоградській (0,5–2,2 тис. га) областях. Варто зазначити, що в останні роки тенденція до збільшення посівних площ культури у згаданій зоні, як і у інших ґрунтово-кліматичних зонах, зумовлюється суттєвою нестабільністю рівня реалізації генетичного потенціалу сортів, високою пластичністю і, навпаки, істотною залежністю від умов вирощування, серед яких визначальними є погодні умови [7].

Кліматичні умови нашої країни цілком відповідають вимогам цієї культури. Незважаючи на це, посівні площі квасолі в Україні в нині досить незначні (43,1 тис./га). Це пояснюється відсутністю наукових досліджень з вивчення впливу окремих елементів технології вирощування дрібнонасінних штамбових сортів квасолі нового покоління [43].

На світовому ринку ціни на насіння квасолі стабільно високі, оскільки воно має значний попит [14]. Причин декілька: по-перше, квасоля, як і всі бобові, є джерелом рослинного білка; по-друге, її вигідно вирощувати,

оскільки не потребує значних затрат часу і засобів; по-третє, згадана культура менш вимоглива до ґрунтів, попередників й агротехніки, порівняно з іншими культурами [23]. Проте рівень виробництва її недостатній для забезпечення як зовнішніх, так і внутрішніх потреб ні за обсягами, ні за якістю продукції [27].

Збільшення посівних площ зернобобових дає змогу розв'язати ще одну загальну проблему рослинного білка, який у балансі харчування становить 68–70 %, а у балансі кормового білка – 95 % [15].

Рід *Phasoleus* поділяється на 3 групи: лущильну, напівцукрову і цукрову. У рамках кожної групи є багато видів насіння, які розрізняються за розміром, формою і кольором [25]. Лущильні сорти квасолі вирощують виключно заради насіння. У напівцукрових сортів пергаментний шар не такий товстий, тому боби цих сортів споживають в їжу доти, доки квасоля молода. А ось цукрові, ще їх називають спаржеві сорти, зовсім не мають пергаментного шару. Таку квасолю можна готувати просто з бобами [13].

Зерно квасолі характеризується високими смаковими та харчовими властивостями [49]. Цінність квасолі, як продукту харчування, визначається перш за все високим вмістом в зерні добре засвоюваного організмом білка [44] – у середньому, за даними комісії із сортовипробування сільськогосподарських культур він становив 22,3 % [21, 44]. Білок квасолі перетравлюється значно краще від білка гороху [44].

Споживання бобових відіграє важливу роль у раціоні людей по всьому світу [13]. Бобові культури використовуються для розв'язання проблем у галузі розвитку цільових груп населення: скорочення бідності, поліпшення здоров'я та харчування людини [24].

У зерні квасолі містяться складні розчинні і нерозчинні вуглеводи (61 %), вітаміни і мінерали (24 %), крохмаль, харчові волокна, захисні фітохімічні масла, сіль і жир (2 %) та немає холестерину [3].

Розподіл однорічних бобових культур за вмістом у зерні рослинного білка свідчить, що у зерні сої його знаходиться 36–40 %, горосі – 20–22,

квасолі – 23–25, кормових бобах – 32, чині – 28, виці – 28–33, арахісу – 24 % [81]. Вміст білку у зелених бобах квасолі – 2,0–3,5 % [15]. Білок за своєю поживністю наближується до тваринного. За калорійністю квасоля у 1,5 раза перевищує пшеничний хліб, у 3,5 раза картоплю [16]. До складу білків входить велика кількість цінних амінокислот, зокрема аргініну – 8,1–9,9 %, гістидину – 2,3–3,6 %, лізину – 3,4–5,7 %, метіоніну – 1,7–1,9 %, тирозину – 2,4–3,0 %, триптофану – 0,8–1,8 %, цистину – 1,2–1,6 %. Жирів і крохмалю в зерні квасолі відповідно 0,8–3,6 та 50–60 % [44]. Завдяки високому вмісту незамінних амінокислот, квасоля поступається м'ясу і рибі лише на 10–14 %, за енергетичною цінністю переважає яловичину у 2 рази, рибу – 7 разів [17], енергетична цінність становить – в 100 г міститься 309 ккал. (1293кДж) [3, 13].

Вміст заліза у зерні квасолі вищий, ніж у м'ясі в 2,8 раза, фосфору – 2,6, калію – 3,3, магнію і кальцію відповідно у 4,5–15,0 раза. За складом зольних елементів перевершує більшість зернобобових культур [44]. Характеризується високим вмістом вітамінів А, B_1, B_2, B_6, РР, С, а також мінеральних солей калію, натрію, магнію та кальцію [29]. Зелений біб (стручок, лопатка) майже не поступаються зрілому насінню за якісним та вітамінним складом, а за вітамінами С і В навіть перевищує його [25].

Квасоля набула широкого застосування в медицині [33, 44], з неї готують дієтичні страви, використовують у фармацевтичній промисловості, а також як речовину для консервної промисловості [54]. У результаті споживання квасолі знижується ризик серцево-судинних захворювань, ожиріння [23] та раку [24]. Вона корисна для людей, які страждають на порушення обміну речовин [25], сприяє виведенню радіонуклідів [18], містить антиоксиданти (хімічні речовини, які усувають вільні радикали) [23].

Результати досліджень закордонних вчених засвідчують, що за регулярного споживання квасолі знижується рівень холестерину [23]. Тому її використовують у дієтичному та дитячому харчуванні [24].

Зерно квасолі у сирому вигляді не споживають, тому що воно містить токсин – глюкозид фазеолунатин, який руйнуються під час термічної обробки [12, 29].

З насіння квасолі також виготовляють борошно, яке додають у кількості 5–10 % до пшеничного під час випікання хліба, який корисний дітям. Борошно з червононасінних сортів (адзуки) в Японії і Китаї застосовувалось у кондитерській промисловості для виготовлення пудри, одержання лимонної кислоти [22] та соусу Чилі [25].

Розширення площ посіву високобілкових культур є однією з умов стабілізації кормовиробництва в Україні [15].

Суміші посіву квасолі з кукурудзою покращують збалансованість корму за перетравним протеїном (на 18–12 %) і можуть бути надійним резервом високобілкових кормів у західних областях України. Зелена маса квасолі може використовуватись для виготовлення монокорму для тварин, які також добре поїдають і солому цієї культури [67].

За останні роки зріс інтерес до бобових рослин і бульбочкових бактерій. Зусилля вчених спрямовані на вивчення азотфіксуючої діяльності бульбочкових бактерій і пошуку шляхів більш результативного їх застосування для підвищення врожайності бобових рослин. Ефективне використання діяльності бульбочкових бактерій дає змогу підвищувати якість ґрунту і в решті-решт заощадити значну кількість мінеральних азотних добрив за одержання високого стабільного врожаю [33].

Більшість країн світу відводить бобовим культурам виняткову роль у подоланні труднощів, спричинених енергетичною кризою, дефіцитом білка і необхідністю охорони довкілля. Незнання реальних масштабів симбіотичної азотфіксації, недооцінка значення цього джерела збереження енергоресурсів і здоров’я людини призводять до того, що бобовим у нашій державі відводиться досить скромне місце у структурі посівних площ – приблизно 10 % (у США – 26 %). Згідно з даними продовольчої і сільськогосподарської організації при ООН (ФАО), у світовому виробництві білка на частку

зернобобових припадає близько 20 %, а в Україні – тільки 5 % [19].

Квасоля є добрим попередником для інших культур. Вона є ідеальною культурою для сівозмін, за рахунок чого збільшується виробництво валової продукції (внесок 1 % у загальний врожай поля) [2], покращуються фізико-хімічні властивості ґрунту [73]. Використовують квасолю також як зелене добриво [68].

Квасоля не вибаглива до ґрунтів, однак для її вирощування не придатні кислі заболочені ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод [33].

Отже, квасоля звичайна є цінною зернобобовою культурою, яка набула широке застосування у різних сферах народного господарства, а високий вміст білка в зерні сприяє розв'язанню загальної проблеми рослинного білка.

1.2. Особливості впливу способу сівби та густоти рослин на продуктивність квасолі звичайної

Реалізація генетичного потенціалу сучасних інтенсивних сортів квасолі значною мірою залежить від погодних ресурсів регіону вирощування, просторового і кількісного розміщення рослин на площі, які оптимізуються, способом сівби, густотою рослин, а також режимом мінерального живлення [9, 62].

У технології вирощування не існує другорядних заходів. Будь-який агротехнічний захід по-своєму важливий і необхідний. Вплив його на кінцевий результат – урожайність, може проявитися більшою чи меншою мірою, залежно від умов вирощування [1, 18, 55]. Потенційна насіннєва продуктивність інтенсивних сортів значно залежить від просторового і кількісного розміщення рослин на одиниці площі, що зумовлено способом сівби та густотою рослин [9, 16, 23] і є важливим фактором технології вирощування, який підвищує індивідуальну зернову продуктивність [25].

Існують різні наукові твердження з приводу питання ширини міжрядь. В основному це пояснюється різними ґрунтово-кліматичними умовами та

реакцією культури на просторове і кількісне розміщення рослин на площі [10].

Так, у Голландії квасолю витку вирощують за використанням металевих конструкцій (такі, як на виноградниках). Недолік цього способу – це стаціонарність конструкції, що ускладнює проведення оранки і дотримання сівозміни.

У Китаї й США квасолю вирощують за допомогою бамбукових опор, які ставлять під кутом і скріплюють між собою. Недоліком такого способу є потреба у монтажі та демонтажі конструкції опор, які під дією сильних вітрів і великої маси квасолиння руйнуються, збирання врожаю досить працевмісне [68]. Насіння висівають на відстані 10 см одне від одного в одинарні або подвійні рядки з шириною міжрядь 60 см [29].

В Англії вирощують за допомогою крапельного зрошення. Сівбу здійснюють сівалкою одночасно в 6 рядків по 2–3 насінини в барабан, який проколює плівку і розміщує насіннину завглибшки 4–5 см. Урожай збирають вручну [61]. Висівають квасолю з шириною міжрядь 22 або 24 дюйми. Норма висіву коливається від 30 до 100 фунтів на акр [25]. Також сівбу здійснюють одночасно у 4 рядки, з шириною міжрядь 34 дюйми та відстанню між насінинами 1 дюйм [28].

Вчені Південної Африки рекомендують для ранньостиглих сортів (детермінованих) ширину міжрядь 75 см і густоту рослин 177 тис./га з відстанню між насінинами в рядку 7,5 см. Для середньостиглих і пізньостиглих сортів ширина міжрядь складає 90 см і густота рослин відповідно 150 і 115 тис./га з відстанню між насінинами в рядку 7,5 см та 10–15 см [25].

Овочівники-любителі використовують квасолю для ущільнення інших культур (картоплі, капусти, буряку столового, моркви, цибулі). Як ущільнювач її висівають гніздовим способом на відстані гнізда від гнізда 100–200 см [5].

Відомий спосіб вирощування квасолі разом з кукурудзою або соняшником. Біля кожного гнізда кукурудзи висівають по 2–3 насінини квасолі. Недоліком способу є низька урожайність та продуктивність праці [20].

Спосіб сівби є важливим елементом сортової агротехніки і має досить великий вплив не тільки на врожайність зерна квасолі [32], а ще й на затрати на вирощування [82].

Кращі схеми сівби насіння кущових форм такі: одно стрічковий – з відстанню між рядками 30–50 см, (між рослинами в рядку 10-12 см); дво стрічковий – з відстанню між рядками 15–20 см, між стрічками – 45–50 см; квадратно-гніздовий (40 х 40, 60 х 60 см), по 6–8 насінин у гніздо. На 1 м^2 висівають 25–30 насінин [21].

Виткі сорти квасолі вирощують з шириною міжрядь 70–80 см, а в рядку висівають по 3–4 насінини на відстані 40–50 см і ведуть колову культуру. Після появи сходів культури ґрунт навколо гнізд розпушують [5]. Витку квасолю вирощують за допомогою опори на відстані 60 см [11]. Оптимальною схемою вирощування на шпалері вважають стрічкову – (35 + 120) х 15 см або (35 – 40 + 110) х 20 см, а на поодиноких жердинах – гніздову – по 2–3 насінини в гніздо з відстанню між ними 40–50 см та шириною міжрядь 70 або 90 см. Для надання більшої стійкості проти вітру рекомендують зв’язувати верхівки чотирьох жердин, утворюючи «живий вігвам» [19].

Напіввиткі сорти квасолі висівають переважно три- і чотири стрічковим способами. Ширина міжрядь – 50–60 см, відстань між рядками у стрічці – 20 см.

Норма висіву квасолі залежить від маси насіння і способу сівби. Насіння кущових і напівкущових сортів квасолі висівають широкорядним способом з шириною міжрядь 30–45 см або стрічковим – за схемою 50 х 20; 50 х 20 х 20 х 20 см. У рядку насіння висівають на відстані 5–10 см [9].

Низькорослі сорти рекомендують висівати з шириною міжрядь 50 см і відстанню між рослинами 10 см, а високі відповідно – 75 см і 15–20 см [22].

Здебільшого квасолю спаржеву сіють широкорядним способом 45–60 см, а на чистих від бур'янів ґрунтах стрічковим способом за схемою 60 + 15–20 х 15 см або 50–60 + 30 х 8–12 см [26, 59].

Квасолю спаржеву також висівають стрічковим способом 50 + 25 х 15 см, або двотрирядковими стрічками 50 + 90 х 8 – 10 см, 40 + 40 + 60 або 55 + 55 + 70 см (норма висіву 200–400 тис. схожих насінин на 1 га, що відповідає нормі висіву – 120–240 кг/га) [64]. В умовах достатнього зволоження квасолю спаржеву необхідно висівати з густотою рослин від 357 до 454 тис. шт./га за схеми розміщення 50 + 20 + 220 х 50 + 20 + 20 + 20 х 8 см [58].

У дослідах, де висівали спаржеву квасолю стрічковим способом сівби 20 х 70 см з кількістю насінин на 1 га – 200, 250, 300, 350, 400 тис., фенологічні фази росту тривали майже однаково, незалежно від густоти. Однак площа листкової поверхні із загущенням посівів зменшувалась, через погіршення умов освітлення і ґрунтового живлення. За рахунок збільшення густоти рослин урожайність зростала лише до певного періоду. Найвища урожайність спостерігалась за густоти 350 тис. рослин/га і становила – 13,5 т/га, а найменша – 12,9 т/га за густоти рослин – 400 тис./га [195].

Дослідження в науково-дослідному господарстві в місті Sanilac Country (США) показали, що на ділянках з шириною міжрядь 15 дюймів урожайність була значно більшою, порівняно з ділянками з 20-дюймовою і 30-дюймовою шириною міжрядь. Висота рослин на ділянках з шириною міжрядь 20 дюймів була вищою, порівняно з шириною міжрядь 15 дюймів. Середня врожайність становила 37 ц/га. Збільшення густоти рослин в діапазоні від 106288 до 144690 не мало істотного впливу на врожай. За збільшення густоти на посівах з шириною міжрядь 15 дюймів, порівняно з ділянками – 30 дюймів, знижувалась біомаса бур'янів, а також пошкодженість шкідниками (совкою).

Проведені дослідження у 2011 році доцентом кафедри рослинництва L. Cristy у Мічіганському університеті показали, що ширина міжрядь та густота рослин істотно впливає на урожайність квасолі. Досліджували: 1) два сорти: Зорро (має чорні боби), Мерлот (маленька червона квасоля); 2) ширина міжрядь 15, 20, 30 дюймів; 3) густота рослин – для сорту Зорро – 795, 106 та 132 тис./га, для сорту Мерлот 600, 790, 106 тис./га. Середня врожайність становила для сорту Зорро 26,2 ц/га, для сорту Мерлот – 22,2 ц/га. Для обох сортів кращим варіантом виявився спосіб сівби з шириною міжрядь 25 дюймів, тоді як 30-дюймова ширина міжрядь виявилась гіршою, порівняно з 20-дюймовою. Урожайність сорту Мерлот зростала за збільшення густоти, а сорту Зорро залишалася незмінною [28].

Розпушування ґрунту до цвітіння покращує його аерацію і проникнення води [55]. Механізований догляд (до- і після сходові боронування, міжрядні обробітки) має велике значення, оскільки є однією з альтернатив застосуванню хімічних препаратів. Виробничі спостереження показали, що нерідко дія гербіцидів проявляється тоді, коли бур’яни встигли вже прорости і завдати певної шкоди посіву [59]. Крім того, широкорядний спосіб сівби сприє зростанню показників продуктивності рослин квасолі звичайної (кількість бобів, насінин, маса 1000 насінин, маса насіння г/рослину), порівняно із звичайним рядковим способом [30].

У своїх дослідженнях Б. І. Пархуць в умовах західного Лісостепу встановив, що кращим способом сівби є широкорядний (з шириною міжрядь 30 см), порівняно із широкорядним способом (45 см) та вузькорядним способом сівби (15 см). У варіантах досліду, де висівали квасолю з шириною міжрядь 30 см, було відзначено найбільшу кількість зерен на рослині 37,3 шт. і встановлено найвищу урожайність зерна – 2,77 т/га [44].

Деякі вчені, як вітчизняні, так і зарубіжні, вважають кращими звичайний рядковий (15 см) та дворядковий способи сівби (ширина міжрядь 45 см і між рядками стрічки – 15 см) для рослин квасолі звичайної, порівняно із широкорядним способом сівби (45 см). Проте згадані способи сівби можна

застосовувати на полях, чистих від бур’янів, та за використання високоефективних гербіцидів [8].

Квасоля потребує ретельного моніторингу та контролю бур’янів упродовж всього вегетаційного періоду. Поля мають бути чистими від бур’янів під час збирання врожаю, щоб унеможливити зниження якості і ціни на зерно квасолі [55].

Варто враховувати те, що біологічною особливістю рослин квасолі є сильно виражений фототропізм: листки в сонячну погоду не затінюють поверхні ґрунту, у результаті чого навіть після повного змикання міжряддь спостерігається поява бур’янів, які у подальшому створюють конкуренцію культурі за основні фактори життя та знижують урожайність [15]. Рослини квасолі характеризуються низькою конкурентною здатністю щодо бур’янів, тому заходи контролювання забур’яненості необхідно здійснювати на ранньому етапі розвитку культури [25].

Втрати врожаю від присутності бур’янів у посівах квасолі можуть сягати більше 50 % [24, 27, 29]. A. G. Ogg і B. S. Rodgers, виявили конкуренцію з боку пасльону чорного, який завдає серйозних збитків для якості квасолі [27]. R. N. Arnold та інші [24], вивчали вплив видів пасльонових – курячого проса і чортополоха – як серйозних конкурентів для квасолі у штатах Небраска і Нью-Мексико. Дослідження показали, що бур’яни, які з’являються в перші 5–7 тижнів після посіву, є більш конкуренто-спроможними щодо квасолі, ніж бур’яни, які з’являються пізніше. Після 7 тижнів спостерігається змикання міжрядь та їх затінення [25]. У своїх дослідженнях Wilson [29] встановив, що посіви квасолі, які зберігаються чистими від курячого проса упродовж чотирьох тижнів після появи сходів культури, будуть такими весь сезон.

Недоліком двострічкового способу сівби є те, що механізований догляд за рослинами відбувається тільки між стрічками, але в самій стрічці потрібно здійснювати ручну прополку посіву [24, 25].

У дослідах було встановлено, що широкорядний і стрічковий способи

сівби на фоні комплексного застосування базових і страхових гербіцидів сприяють кращому зволоженню ґрунту впродовж вегетації квасолі, порівняно зі звичайним рядковим посівом. В умовах лівобережного Лісостепу України за сильного змішаного типу забур'яненості полів найвищу урожайність квасолі сорту Харківська штамбова забезпечує стрічковий спосіб сівби з поєднанням двох розпушень ґрунту в міжряддях та комплексного застосування під передпосівну культивацію харнесу, 2,8 л/га з наступним обприскуванням посівів у фазі 1–3 листків квасолі базаграном, 2,0 л/га, що зумовлено більш оптимальним розміщенням рослин квасолі на площі та високою конкурентною спроможністю проти бур'янів за рахунок більш щільного змикання вегетативної маси культури у стрічках посіву. Звичайний рядковий спосіб із застосуванням під передпосівну культивацію базового гербіциду харнес (2,8 л/га) помітно поступається за урожайністю стрічковому [5].

Площа листкової поверхні і біомаса рослин має вищі показники у результаті використання широкорядного способу сівби. Це пояснюється можливістю проведення міжрядних обробітків, які сприяють збільшенню кисню у ґрунті, де розміщена основна маса бульбочок, у результаті активізується симбіотичний апарат рослин [42]. Активна азотфіксація відбувається за достатньої кількості в ризосфері кисню, який зв'язується із леггемоглобіном і використовується при окисленні вуглецю. На 1 мл фіксованого азоту повітря витрачається 3 мл кисню, тому добре аеровані ґрунти – важлива умова ефективної азотфіксації [70].

Коефіцієнт розмноження квасолі звичайної залежно від способів сівби змінюється не суттєво. За широкорядного способу сівби становить 79,5, стрічкового – 77, звичайного рядкового – 74,9 [42].

Результати досліджень ННЦ "Інституту землеробства НААН" свідчать про істотний вплив способу сівби на врожайність зерна квасолі. Так, за сівби широкорядним способом цей показник перебував на рівні 20,5–24,9 ц/га (залежно від норми висіву), що на 0,4–4,3 % вище, ніж за сівби стрічковим

способом, та на 3,0–15,2 % вище, порівняно із звичайним рядковим посівом [34].

Характеристикою ступеня біологічної відповідності досліджуваних способів сівби і густоти рослин можуть бути показники структури врожаю. Інститутом кормів та сільського господарства Поділля НААН встановлено, що в умовах Лісостепу України урожайність зернобобової культури, такої як соя, більшою мірою залежить від густоти рослин, ніж від способу сівби [12].

Світлолюбиві бобові культури чутливо реагують на зміну площі живлення. Тому правильний вибір норми висіву має важливе значення в технології вирощування, від якої залежить прогрівання ґрунту, освітленість посівів, забезпеченість їх поживними речовинами і вологою, як наслідок облистяність, кількість вузлів і бобів на рослині, висота прикріплення бобів, товщина стебла біля кореневої шийки та інші біометричні показники, що визначають урожайність зерна [7].

Спосіб сівби і густота рослин залежать від розміру насінин. Норма висіву насіння квасолі звичайної у зонах Лісостепу та Полісся становить 400–500 тис./га схожих насінин, у Степу – 350–400 тис./га. Для крупно насінних високорослих сортів – відповідно 300–350 і 250–300 тис./га. [18]. На окультурених полях за рядкового способу сівби (15 см) оптимальна норма висіву сягає 600 тис.шт./га, а за використання широкорядного способу свби (45 см) – 400–500 тис./га [82]. Для дрібнонасінних сортів у зоні Лісостепу норма висіву насіння не перевищує 450 тис.шт./га [11].

Можна висівати квасолю з шириною міжрядь 22 дюйми з густотою 120 тис./акр та 800–900 тис./акр або з шириною міжрядь 30 дюймів з густотою 100–110 тис./акр [23].

Площа живлення відіграє важливу роль вже у фазі проростання насіння, а також упродовж періоду вегетації квасолі, що істотно позначається на рівні врожаю.

Польова схожість залежить від розміру площі живлення. Це

пояснюється тим, що квасоля відноситься до культур, які під час проростання насіння виносять сім'ядолі на поверхню, для чого їй необхідно подолати опір шару ґрунту 3–4 см. Більша кількість проростків на одиниці площі цей бар'єр долає легше. Проте показник кількості рослин, які збереглись до збирання, має іншу тенденцію – із зменшенням площі живлення однієї рослини він знижується незалежно від способу сівби та конфігурації даної площі [42].

Де вивчали вплив норми висіву 200, 250, 300, 350, 400 тис. насінин/га з площею живлення однієї рослини відповідно 0,050, 0,041, 0,032, 0,028, 0,022 $м^2$ за стрічкового способу сівби (20 + 70 см) на густоту стояння рослин і на тривалість вегетаційного періоду, було встановлено, що польова схожість рослин становить у середньому 85 %. Зі збільшенням норми висіву спостерігається тенденція до зрідження сходів. Найсприятливіші умови для збереження рослин до технічної стиглості складалися за висіву 200 тис. насінин/га. Цьому сприяли умови росту і розвитку рослин у зв'язку з достатньою площею їх живлення. Виживаність рослин у процесі вегетації збільшувалась із загущенням посівів. Із зростанням норм висіву тривалість вегетаційного періоду рослин скорочувалась у середньому на 4 доби [16].

Із збільшенням площі живлення зростають показники біомаси і листкової поверхні рослин, показники окремої рослини, а із зменшенням відповідно знижуються. Це пояснюється погіршенням умов освітлення, водопостачання і живлення [42, 43].

Продуктивність окремої рослини із зменшенням площі живлення знижується, зростає кількість рослин на одиниці площі. З погляду агрономії, оптимальною площею живлення є така площа, за якої досягається не найбільша продуктивність окремої рослини, а отримується максимальна врожайність основної продукції високої якості за мінімальних затрат [11].

Кількість бобів і насіння на одній рослині, їх маса і маса 1000 насінин зменшується із збільшенням густоти як за рядкового так і за широкорядного способів сівби. Зменшення кількості бобів пояснюється більшою конкурентністю за фактори життя рослин квасолі звичайної в загущених

посівах [13].

У Кенії рекомендують вирощувати квасолю з шириною міжрядь 50–60 см, відстанню між насінинами 10–15 см та нормою висіву 12–5 кг/акр [266]. У Каліфорнії висівають згадану культуру в межах 50–75 фунтів/акр [65].

Для умов Лісостепу України найкраща норма висіву для сорту Мавка – 450 тис./га схожого насіння [32, 36]. Водночас урожайність становить 22,1 ц/га. Зменшення норми висіву до 350–150 тис. шт./га призводить до зниження рівня врожайності відповідно на 0,4–3,6 ц/га [32].

Оптимальні процеси росту для сорту Красноградська 5 відбуваються за норми висіву 400 тис. схожих насінин/га, для кущового сорту Порумбіца – 500 тис./га. За цих показників зростає максимальна кількость сухої надземної біомаси, істотний приріст листкової поверхні та найвищий фотосинтетичний потенціал у міжфазний період наливу бобів – достигання, що, згідно із біологічними особливостями сортів, позначилося і на урожайності відповідно 28,3 та 34,7 ц/га [66].

Вивчення конкурентних відносин між рослинами, на прикладі сої, здійснювалося у модельних польових дослідах Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, з використанням модифікації системної моделі J. A. Nedler, описаної W. G. Duncan та D. B. Egli, яка передбачала посів рослин променевим способом. Такий метод дав змогу оцінити широкий спектр густоти посіву культури на порівняно невеликій дослідній ділянці [6, 10]. Вивчали конкурентні відносини сої та їх вплив на індивідуальну продуктивність. Дослідження показали, що за майже однакової величини площі живлення рослин, але за різної їх форми, встановлюються відмінні показники морфобіологічних ознак і продуктивність окремих рослин [7, 11]. Найвища продуктивність сої досягається за площі живлення від 115 до 177 $см^2$, що відповідає густоті рослин у посіві від 879565 до 564972 шт./га. Загущення і зменшення

інтервалів густоти призводить до зниження продуктивності рослин [11].

Зміна площі живлення рослин у посіві, а отже і густоти рослин призводить до формування різної структури врожаю та індивідуальної продуктивності культури, першою чергою маси рослин, кількості гілок, бобів і насіння на одній рослині, висоти прикріплення нижнього ярусу, маси рослини й маси 1000 насінин. Бабичем А. О. та Петриченком В. Ф. була встановлена залежність між збільшенням кількості гілок і вузлів, у тому числі з бобами. У посівах сої із зростанням густоти, бокові гілки у нижніх міжвузлях на головному стеблі майже не утворюються. Величина врожаю насіння сої в перерахунку на одиницю площі зростає зі збільшенням площі живлення лише до певної межі. Подальше розширення площі живлення не сприяю підвищенню урожайності, навпаки, вона поступово знижується. Аналогічну залежність від величини площі живлення сої виявлено під час аналізу маси 1000 насінин [11, 12].

Процес формування високопродуктивних посівів передбачає цілковите задоволення біологічних вимог конкретних сортів до тепла, світла, поживних речовин, вологи і газового режиму за рахунок оптимізації вибору елементів технології їх вирощування [10].

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин іншої зернобобової культури – бобів кормових, показали, що в умовах центрального Лісостепу України способи сівби, густота рослин і дози мінеральних добрив суттєво не впливають на перебіг фаз росту і розвитку в онтогенезі, їх тривалість здебільшого залежить від гідротермічних умов [12, 14].

У Харківському національному аграрному університеті ім. В. В. Докучаєва вивчали способи сівби та густоти рослин квасолі сорту Зіронька: широкорядний спосіб 70 х 6 см з густотою 238 тис. шт./га і площею живлення 0,042 м^2; 45 х 6 см з густотою рослин 370 тис. шт./га і площею живлення 0,027 м^2, та стрічковий дворядний (20 + 50) х 10 см з густотою рослин 286 тис. шт./га та площею живлення 0,14 м^2. Результати досліджень,

за коефіцієнтом Ротмістрова, показали, що найбільш потужну кореневу систему у квасолі отримано за схеми розташування рослин (20+50) х 10 см із згаданою вище густотою і площею живлення. Її коефіцієнт становив 5600 [17].

Отже, вибір способу сівби та густоти рослин квасолі звичайної на одиницю площі залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, рівня мінерального живлення, розміру насінин, які суттєво впливають на індивідуальну продуктивність: масу рослини, кількість гілок, бобів та насіння на одній рослині, масу 1000 насінин та інше.

1.3. Технологічні проблеми вирощування квасолі

Способи сівби. Важливе значення в технології вирощування квасолі звичайної займає такий агротехнічний прийом, як спосіб сівби, оскільки він значною мірою визначає умови розвитку та продуктивність. Застосуванням того чи іншого способу сівби та норми висіву забезпечуємо відповідно рослинам світловий, водний, тепловий і поживний режими. Сівба, яка б давала найкраще співвідношення цих умов, є важливим елементом технології вирощування культури [9, 10].

Спосіб сівби має важливе значення не лише для підвищення продуктивності рослин, але і для механічного догляду, збирання і залежить від конкретних умов вирощування квасолі, а також від наявності в господарстві відповідної сільськогосподарської техніки [24, 25].

На Брестській державній дослідній сільськогосподарській станції вивчали способи сівби квасолі за різних норм висіву насіння. Найвищий урожай зерна квасолі – 25,2 – 25,7 ц/га – одержано за вузькорядного способу сівби з нормою висіву 400 – 450 тисяч схожих насінин на гектар. Однак за такого способу сівби збільшується забур’яненість посівів, що підвищує собівартість продукції [35].

Не виявлено переваг і за двострічкового способу сівби. Тут найвищий урожай зерна одержано за норми висіву 300 – 350 тисяч схожих насінин на гектар. Такий спосіб сівби забезпечує механізований догляд за рослинами квасолі між стрічками, але в самій стрічці потрібно забезпечувати ручне прополювання, тому що несвоєчасне його проведення значно знижує врожайність зерна [105].

Вищий урожай зерна квасолі порівняно зі звичайним рядковим (15 см) і широкорядним (60 см) способами забезпечувала сівба з міжряддями 45 см. Найпоширенішим серед способів сівби є звичайний широкорядний з міжряддям 45 см. Ефективність його застосування залежить від біологічних вимог сорту за вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

На широкорядних способах сівби з міжряддям 60 см та за норми висіву 250 – 300 тисяч схожих насінин на гектар урожайність зерна квасолі становила 20,5 – 20,9 ц/га. Вищі норми висіву за такого ж способу сівби призводили до значного зниження врожаю. Так, за сівби з номою висіву 400 тисяч схожих насінин на гектар урожайність квасолі була на 2 центнера нижча ніж за норми висіву 250 тисяч схожих насінин на гектар [15].

За широкорядних способів сівби з міжряддям 45 см оптимальною нормою висіву була 350 – 450 тисяч схожих насінин на гектар. Урожайність зерна квасолі при цьому становила 23,4 – 24,0 ц/га. Підвищення або зниження норм висіву приводило до зниження врожайності. За високої норми висіву спостерігалося загущення рослин у рядках та гірший їх розвиток, на них зав’язувалося менше бобів і насіння утворювалося щупліше, ніж у зріджених посівах [15].

Найприйнятнішим, з погляду оптимізації площі живлення, є звичайний рядковий спосіб сівби з міжряддями 15 см [5]. Однак дані багатьох досліджень [23-26] свідчать, що вузькорядний і звичайний рядковий способи сівби забезпечують вищий урожай зерна квасолі лише на високоокультурених, чистих від бур'янів полях, а також за високої ефективності дії гербіцидів.

Біологічною властивістю квасолі є сильновиражений фототропізм: листки в сонячну погоду не затінюють поверхню ґрунту, у результаті чого навіть після повного змикання рядків бур'яни заглушують культуру. Тому вона вимагає чистих від бур'янів полів, не засмічених однорічними і особливо багаторічними їх видами.

З огляду на високий рівень забур'яненості полів у виробництві, абсолютна більшість дослідників рекомендує широкорядний спосіб сівби квасолі [42].

Протягом багатьох років основним способом боротьби з бур’янами в посівах квасолі були агротехнічні прийоми і, перш за все, розпушування ґрунту в широких міжряддях культури. В останні 30 – 35 років все більше визнання в боротьбі з бур’янами в посівах квасолі отримують гербіциди, як повноправний елемент технології вирощування цієї культури [25, 26].

Окремі вчені [7, 23, 73] рекомендують висівати квасолю квадратно-гніздовим чи стрічковим способами. На врожайність квасолі, посіяної квадратно-гніздовим способом, впливає також характер розміщення рослин у гнізді; очевидно, насіння слід висівати хоча б на відстані 1 – 2 см одна насінина від одної. Збільшення міжрядь до 60 см знижує ураженість рослин антракнозом і збільшує врожайність зерна квасолі.

Відомо, що спосіб сівби сприяє максимальному використанню рослинами вологи з мінімальними втратами її з поверхні ґрунту і згідно з цим забезпечує одержання високої врожайності. Цю точку зору поділяє і значна частина інших вітчизняних і зарубіжних авторів [13, 23], але їх оцінка конкретних способів неоднозначна.

У країнах Західної Європи рекомендується, як правило, висівати квасолю широкорядним способом з шириною міжрядь 40 – 60 см [25, 26]. У повоєнні роки з такими ж міжряддями її висівали у південному Степу України. Доцільність таких посівів підтверджується дослідженнями Харківського інституту механізації і електрифікації сільського господарства

[141], хоча в умовах Лісостепу західного вважають посіви з міжряддями 30 см [32, 34, 36].

На підставі результатів досліджень, проведених у різних ґрунтово-кліматичних зонах України, встановлено, що кращий спосіб сівби квасолі звичайної − широкорядний, з шириною міжрядь 45 см, але за таких умов вимагають уточнення норми висіву кущових і напіввитких сортів квасолі [68, 79].

Наведені дослідження багатьох дослідників свідчать, що отримані раніше дані про способи сівби квасолі вкрай суперечливі і не можуть дати вичерпної відповіді щодо оптимального вирішення цього найважливішого питання для конкретного регіону і тим більше для нових штамбових сортів. У зв'язку з цим нами і була поставлена задача вивчити ефективність різних способів сівби штамбового сорту квасолі Первомайська в умовах Лісостепу західного.

Норми висіву. Високі врожаї квасолі можна одержати за відповідних норм висіву. Це залежить від природних умов, способів сівби, біологічних особливостей сорту.

У посівах з оптимальною нормою висіву найбільш сприятливі умови для росту і розвитку квасолі. Крім того, у таких посівах формуються рослини з високим кріпленням нижніх бобів, що полегшує механізоване збирання та зменшує втрати врожаю.

Досліди Брестської державної обласної сільськогосподарської станції показують, що врожай квасолі Мотольська біла (1000 зерен масою 380 г) збільшувався з 22,1 до 25,7 ц/га за збільшення норми висіву з 250 до 400 тисяч схожих насінин на гектар. Подальше збільшення норми висіву призвело до зниження врожайності. Причому спостерігалось зменшення кількості бобів на одній рослині, зерен і їх маси з однієї рослини, кількості зерен у бобі і маси 1000 зерен [15].

Однак для одержання максимального врожаю квасолі в конкретних умовах треба не просто підвищувати або зменшувати норму висіву, а

поєднувати оптимальну норму висіву зі способом сівби так, щоб за найкращих агротехнічних умов розмістити оптимальну кількість рослин на одиниці площі. За таких умов підвищення норми висіву до оптимальної повинно обов'язково супроводжуватись підвищенням урожаю.

У міру загущення посівів квасолі у рослин зменшується кількість міжвузлів і збільшується їх довжина, скорочується товщина стебел і знижується стійкість проти вилягання, значно збільшується висота закладання перших бобів. За найбільшої густоти посіву зменшується майже втроє кількість бобів і насінин на рослинах, підвищується частка соломи (приблизно на 5 %). Вміст сирого протеїну у варіантах за низької вологості ґрунту зростає на 1 – 3 %. Проте густота посіву не впливає на абсолютну масу і кількість насінин у бобах [26].

Сіяти квасолю у добре прогрітий ґрунт на глибину 4 – 6 см з нормою висіву 350 – 450 тис. шт./га широкорядним способом з міжряддями 45 см [138].

У польовій культурі за широкорядного способу сівби норма висіву квасолі становить 250 – 350 тис., при гніздовому – 220 – 225 тис. схожих насінин на 1 га, залежно від умов вирощування, сортових особливостей, маси 1000 насінин і кількості рослин на 1 га. Для дрібно-, середньо- і крупно-насінних сортів квасолі, що районовані в західних областях України, вона відповідно становить: 33,3 – 110 (кущова форма), 33,6 – 112 (напіввитка), до 56,2 – 62,4 кг/га (витка форма) [19].

У Молдові для різних сортів квасолі звичайної рекомендовані різні норми висіву: для дуже дрібнонасінних сортів – 30 – 40 кг/га, для дрібно-насінних – 50 – 70, середньонасінних – 80 – 100 і для крупнонасінних – 130 – 160 кг/га. Оптимальною нормою висіву прийнято вважати 300 – 350 тис. схожих насінин на 1 га за широкорядного способу сівби з міжряддями 45 см [77].

Норму висіву квасолі на зрошуваних землях Румунії встановлюють з розрахунку 400 – 500 тис. шт./га схожих насінин [41].

Румунські дослідники оптимальною нормою висіву квасолі при зрошенні вважають 500 тис. схожих насінин на 1 га [43].

Збільшення ширини міжрядь і густоти сівби негативно впливає на такий показник продуктивності, як кількість бобів на рослині [27, 169, 171].

Кращою нормою висіву в Болгарії для напіввитких сортів є 300 – 350 тис., а для кущових – 350 – 400 тис. схожих насінин на 1 га [133 – 135].

На родючих ґрунтах норму висіву зменшують, оскільки необхідна густота продуктивного стеблостою формується за рахунок більш інтенсивного гілкування. Вважається, що норму висіву необхідно збільшити у зоні достатнього зволоження, за пізніх строків сівби і недостатнього фону удобрення [34].

На зріджених посівах урожайність квасолі зменшується в результаті неповного використання площі живлення і зростання забур'яненості. Продуктивність квасолі найвища за оптимальних норм висіву [33].

Норма висіву насіння, яка визначає кількість продуктивних рослин на одиницю площі, повинна строго збігатися з біологічними особливостями квасолі і станом родючості ґрунту. Недостатня норма висіву може різко знизити коефіцієнт корисної дії ФАР через малу асиміляційну поверхню. Перевищення оптимальної норми висіву призводить до зниження продуктивності окремо взятої рослини, а також, і загалом усього посіву. Відхилення числових норм висіву за різної родючості ґрунту і забезпечення посівів елементами мінерального живлення складає 20 – 25 %. Як правило, кращий фон мінерального живлення дає змогу одержати вищий урожай за меншої норми висіву [12].

Максимальну урожайність зерна сої сорту Білосніжка (20,0 ц/га) забезпечують посіви з нормою висіву насіння 500 тис./га схожих насінин в умовах правобережного Лісостепу України [17, 18].

З викладеного видно, що правильним вибором густоти рослин у посівах можна регулювати умови вирощування квасолі звичайної. Якщо питання норми висіву квасолі в інших регіонах України вивчались, то для

умов Західного регіону на темно-сірих опідзолених ґрунтах правильний вибір оптимальної густоти стояння рослин має актуальний характер.

Мінеральне удобрення квасолі звичайної. Квасоля серед усіх зернобобових культур найвимогливіша до умов живлення. Це пояснюється тим, що близько 90 – 95 % поживних речовин вона поглинає з ґрунту за дуже короткий період, приблизно за 60 – 70 днів від появи сходів. Забезпечення рослин квасолі вологою тільки тоді може дати найкращі результати, коли воно поєднується з достатнім забезпеченням їх поживними речовинами [105].

Азот є складовою частиною багатьох органічних сполук – амінокислот, амідів і білків, нуклеїнових кислот та їх похідних, алкалоїдів, хлорофілу, регуляторів росту, ферментів та інших. У складі сухої речовини рослин його міститься від 1,5 до 5,0 %. Як нестача, так і надлишок азоту в ґрунті призводять до зниження продуктивності квасолі й погіршення якості врожаю. При цьому сповільнюється ріст стебел, листків і коренів. Пожовтіння листків (особливо нижніх) через розклад хлорофілу переходить у побуріння тканин і їх засихання, а ознаки передаються на наступний ярус. У квасолі укорочуються боби, формується щупле, невиповнене зерно. Оптимальне азотне живлення квасолі дозволяє максимально реалізувати потенціал сорту й отримати високоякісну продукцію [39, 87, 88].

Суперечливим залишається питання удобрення квасолі азотом. Досі в літературі немає єдиної думки про необхідність внесення його як під квасолю, так і під інші зернобобові культури. Деякі дослідники вважають, що, маючи властивість фіксувати атмосферний азот внаслідок симбіозу з бульбочковими бактеріями, зернобобові культури зовсім не реагують на внесення азотних добрив, оскільки самі забезпечують себе цим елементом живлення.

На думку інших, досягти високої продуктивності зернобобових можна, поєднуючи їх симбіотичну здатність з внесенням азоту мінеральних добрив.

Деякі автори [40, 41, 47] вказують, що поверхня коренів і поглинання ними азоту за достатньої вологості значно збільшується і, незважаючи на

азотфіксацію, рослини добре реагують на азотні добрива. Це зумовлюється тим, що азот власної фіксації використовується на ріст лише частково, а за нестачі азоту фосфор і калій споживаються в обмеженій кількості. Тому додаткове внесення азотних добрив збільшує вміст хлорофілу в рослинах, що посилює інтенсивність фотосинтезу, збільшує ріст і урожайність.

Відомо, що нестача азоту в ґрунті призводить до пожовтіння листя у сходів квасолі, особливо за прохолодної погоди, а також негативно впливає на метаболізм вуглецю та його розподіл у листі рослин, особливо на фоні короткотермінового водного стресу [19, 65].

При азотному дефіциті частка крохмалю, полісахаридів і фосфорильованих сполук у квасолі підвищується, а білків і вільних амінокислот – знижується [39, 44].

Встановлено, що доза N_{30} є недостатньою. Пояснюється це тим, що квасоля хоч і фіксує атмосферний азот за допомогою бульбочкових бактерій, але фіксація його починається після утворення бульбочок, що припадає на другу половину вегетації.

Попередні думки щодо недоцільності внесення азотних добрив під квасолю застаріли. Він рекомендує залежно від ґрунтово-кліматичної зони азотні добрива вносити разом з фосфорними і калійними у кількостях, які забезпечують отримання високого врожаю. Застосування тільки фосфорних і калійних добрив не сприяє підвищенню врожайності і поліпшенню якості зерна.

Відомо, що зернобобові культури засвоюють азот добрив із ґрунту майже в таких кількостях, як і зернові, незалежно від азотфіксації. Тому, азот є найважливішим елементом мінерального живлення квасолі. Внесення його в малих дозах неістотно впливало на підвищення врожайності, а при збільшенні дози до N_{90} урожайність зростала проти контролю на 14 відсотків.

Малі дози азотних добрив (20 – 30 кг/га д. р.) під зернобобові, у тому числі й під квасолю, неефективні в усіх ґрунтово-кліматичних зонах. Збіль-

шення доз азотних добрив до 120 кг/га сприяло суттєвому підвищенню врожаю порівняно з дозами 45 – 60 кг/га д. р. . Таку ж дозу азотних добрив у поєднанні з фосфорними і калійними рекомендують застосовувати при зрошенні посівів у Болгарії [33 – 35].

У золі насіння зернових і зернобобових культур калію міститься 30 – 40 %. Потрібно відзначити, що в молодих частинах калію значно більше, ніж у старих. Калій посилює синтез високомолекулярних вуглеводів, що зумовлює потовщення клітинних стінок стебла квасолі і підвищення стійкості проти вилягання [54].

Деякі автори [4] вважають, що за відсутності калію інтенсив-ність і продуктивність фотосинтезу суттєво знижуються, але надлишок його в ґрунті не має стимуляційної дії на процеси фотосинтезу, особливо на ґрунтах з високим вмістом хлору.

Мінеральні добрива також впливають на якісні показники зерна квасолі. Є відомості про те, що за фосфорного дефіциту знижується частка білків, а цукру і вільних амінокислот – підвищується. У дослідах Л. Ісаєвої збір білка збільшувався (порівняно з контролем) на 0,8 ц/га за повного удобрення з розрахунку $N_{45}P_{60}K_{60}$, у той час як за внесення тільки азотно-калійних добрив – лише на 0,5 ц/га; найбільший вихід білка зумовило внесення складних добрив у рядки на фоні азотно-калійних [18].

Встановлено, що фосфорні сполуки позитивно впливають не тільки на ріст рослини, а й на діяльність бульбочкових бактерій. При цьому бульбочкові бактерії дуже чутливі до внесення фосфатів та їх форм.

Виявлено позитивний вплив калійних добрив на утворення активних бульбочок на коренях рослин. Фосфорні і калійні добрива подовжують термін життя бульбочок і тривалість азотфіксації та ефективність дії різних форм добрив на процес утворення бульбочок залежить від реакції ґрунту.

Для квасолі звичайної норми внесення мінеральних добрив у кожному окремому випадку, на нашу думку, повинні встановлюватись залежно від

агрохімічних властивостей ґрунту, сорту, попередника та місцевих і кліматичних умов того чи іншого регіону.

Передпосівне оброблення насіння квасолі звичайної. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур, включаючи й квасолю, практично у всіх країнах світу пов'язують насамперед з поліпшенням азотного живлення рослин. Використання „технічного” азоту мінеральних добрив є одним з найефективніших шляхів покриття азотного дефіциту ґрунтів. В умовах світової енергетичної кризи зростає інтерес до біологічних систем, що фіксують азот атмосфери за рахунок енергії сонця, що акумулюється в процесі фотосинтезу. Вивчення цього процесу є актуальною проблемою біологічних і сільськогосподарських наук. Загальна спрямованість досліджень, з одного боку складається в пошуках природних методів розширення потенційних можливостей біологічної азотфіксації, а з іншого – у селекції високоактивних і конкурентоспроможних штамів бульбочкових бактерій та інших азотфіксаторів [37, 80].

Тепер не викликає сумніву той факт, що бобові культури істотно відрізняються за здатністю до фіксації атмосферного азоту. Так, горох, вика посівна і кормові боби належать до групи культур з перевагою автотрофного типу живлення азотом; конюшина лучна і вика волохата – до групи симбіотичного типу живлення; а квасоля, соя можуть здійснювати азотне живлення шляхом засвоєння як сполук азоту, так і фіксації молекулярного азоту ризобіями в бульбочках [62]. Розбіжності між видами бобових, сортами (і навіть усередині них) можуть бути дуже великі [63, 70].

Бобові рослини навіть за найсприятливіших умов вирощування можуть лише на 70 – 80 % задовольнити свої потреби в азоті за рахунок симбіотичної азотфіксації, а при погіршенні умов частка біологічного азоту падає до 45 % і навіть нижче [52, 78].

Одним із прийомів підвищення ефективності роботи симбіотичних систем і продуктивності бобових культур стало інокулювання насіння штамами бульбочкових бактерій, які активно фіксують азот з атмосфери. За

даними багатьох досліджень, збільшення врожаю від інокуляції складає 10 – 25 %, а для культур нових у даному регіоні, що не мають спонтанного зараження, – до 100 % [45, 46].

Потрібно зазначити, що за внесення мінерального азоту рослини квасолі переходять на його споживання і бульбочки майже не утворюються. Азот мінеральних добрив є інгібітором азотфіксації. Тому рекомендації щодо внесення більших чи менших норм добрив при вирощуванні квасолі є досить суперечливими.

Відомо, що мінеральний азот у підвищених концентраціях перешкоджає утворенню бульбочок і пригнічує симбіотичну азотфіксацію [82].

Змінюючи умови азотного живлення рослин, можна на 20 – 50 % підвищити вміст білка в зерні, у той час як генетично зумовлені розбіжності між сортами за цією ознакою не перевищують 2 %. Водночас бобові культури виснажують ґрунт менше, ніж злакові [51, 58].

Активність азотфіксації має добові і сезонні коливання, що залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, рослини-господаря і її фізіологічного стану. Рівень симбіотичної азотфіксації змінюється в процесі розвитку рослин і досягає максимуму для більшості культур у період цвітіння. У сої максимуми інтенсивності фотосинтезу, активності нітрогенази, вмісту леггемоглобіну досягаються у періоди цвітіння й утворення бобів, у квасолі – у фазу росту бобів, поступово знижуються до фази наливання зерна [73].

Аналіз результатів досліджень вітчизняних і закордонних вчених, показує, що умови середовища й особливості агротехніки вирощування бобових культур, відіграють важливу, а нерідко й визначальну роль у реалізації можливостей ризобій до формування симбіотичного апарату з рослиною-господарем [58].

Багатьма авторами встановлено, що оптимальною вологістю вважається 60 – 70 % від повної вологоємності. Відхилення 30 і 90 % від повної

вологоємності несприятливі для формування бульбочок, врожаю і нагромадження азоту [17].

Інокулювання бобових рослин може бути неефективним й у випадку кислої реакції ґрунтового розчину. Нейтральна реакція в межах 6,5 – 7,5 найбільш прийнятна для більшості ризобій, а при pH 4,5 – 5,0 чи більше 8,0 їхній ріст припиняється, а тривале перебування в таких умовах може призвести до втрати утворення бульбочок і зниження активності ризобії [17].

Коренева система рослин протягом вегетації може впливати на кислотність ризосферного ґрунту й оптимізувати умови життя мікроорганізмів. Деякі культури відносно стійкі до кислого середовища й утворюють бульбочки в ґрунтах при pH близько 5,0. Так, у люпину жовтого при pH 4,0 рівень фіксації азоту складає близько 60 % потенційної азотфіксуючої здатності, у гороху й конюшини лучної – не більше 5 – 6 %, а квасоля і люцерна за такої кислотності зовсім не зв'язують азот [78].

У роботах окремих авторів відзначається тісний зв'язок між інтенсивністю азотфіксації і температурними умовами. Низькі температури на початку вегетації, а також літні посухи, знижуючи розвиток листкового апарату, негативно діють на фотосинтез і азотфіксуючу здатність рослин. Пік періоду азотфіксації припадає, як правило, на кінець весни – початок літа; оптимальною вважають температуру 18 – 26 °С [77].

Запаси поживних речовин у сім'ядолях і значна кількість нітратного азоту в орному шарі ґрунту забезпечують добрий розвиток рослин до утворення й активного функціонування бульбочок. До початку процесу азотфіксації рослини вбирають 6 – 8 кг/га азоту. Така його кількість міститься в будь-яких ґрунтах, і рослини використовують це в перші фази вегетації [17]. Встановлено, що на дуже багатих ґрунтах з високим вмістом рухомих форм азоту в ґрунті (130 – 190 мг/кг) відбувається повне інгібірування симбіотичної азотфіксації в гороху [65]. У квасолі також відбувається придушення процесу азотфіксації за високих концентрацій нітратного азоту і він не піддається асиміляції, тобто не включається в синтез білка [78].

Істотний вплив на процес азотфіксації мають також присутні в ґрунті рухомі форми фосфору, калію і мікроелементи. Науковцями встановлено, що найбільш активний симбіотичний апарат бобові культури формують за достатньої забезпеченості фосфором. Водночас для нормальної фіксації азоту різним культурам потрібна неоднакова кількість фосфору. Наприклад, квасоля звичайна за дуже низького вмісту фосфору (3 мг / 100 г ґрунту) не формує бульбочки, тоді як люпин жовтий утворює їх у значній кількості і фіксація азоту повітря складає 30 % від максимальної. Квасоля ж реагує на внесення фосфору навіть за незначного вмісту його в ґрунті (15 мг/100 г) [10].

Позитивний вплив калію на формування бульбочок і ефективність симбіозу пов'язують з його роллю в синтезі, транспорті і перетвореннях цукрів у рослинах. Калій сприяє відтоку асиміляторів з листків рослин до бульбочок і включенню фіксованого азоту до складу амінокислот [76, 180]. Найбільші активність азотфіксації і врожай бобових культур спостерігаються за співвідношення 0,5 N : 1 P : 2 K [78].

Важливе значення для процесу азотфіксації і підвищення врожайності бобових мають мікроелементи. Зокрема молібден на кислих ґрунтах знижує токсичну дію алюмінію і важких металів на бульбочкові бактерії [76].

Виявлено [76], що високобілкові сорти квасолі більш чутливі на інокуляцію, у них утворюється більша кількість бульбочок, зростає їхня маса. Ці сорти створюють кращі умови життєдіяльності для бульбочкових бактерій.

Таким чином, проблема симбіотичної азотфіксації розглядається як одна з найбільш важливих і перспективних для підвищення продуктивності землеробства. Наведені дані інокулювання свідчать про значні можливості квасолі й інших бобових культур у засвоєнні молекулярного азоту. Для реалізації цього процесу потрібний облік екологічних чинників навколишнього середовища й агротехнічних заходів, що дозволять розширити можливості одержуваних штамів і підвищити ефективність їхнього симбіозу з рослинами-господарями.

Достатня забезпеченість рослин бором підвищує інтенсивність фотосинтезу, поліпшує вуглеводний та білковий обміни, активізує діяльність ферментів, позитивно впливає на процеси поділу клітин.

Найвища ефективність борних добрив спостерігається на ґрунтах, де його вміст становить менш як 1 мг/кг, на бідних гумусом (< 2 %), легкого гранулометричного складу, нейтральних і слаболужних. Забезпеченість рослин бором залежить від погодних умов. У посушливі роки його доступність для рослин зменшується, а в районах з достатнім зволоженням та на зрошуваних землях бор інтенсивно вимивається, особливо з кислих ґрунтів. Дефіцит його також виникає на перевапнованих ґрунтах, під час застосування значних норм азотних і калійних добрив.

Загальновідомо, що цинк у рослинах активізує дію ферментів і входить до складу ферментативних систем, що беруть участь у диханні, синтезі білків і ауксинів, підвищує тепло- та холодостійкість рослин, відіграє важливу роль у регулюванні процесів росту [9].

За нестачі цинку в ґрунті сформовані листки рослин набувають жовто-зеленого забарвлення, вкриваються плямами і відмирають.

Рухомість цинку та його надходження в рослини залежить від кислотності ґрунту, вмісту і рухомості сполук інших елементів, інтенсивності мікробіологічних процесів. Вміст рухомого цинку в темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного регіону України становить від 0,2 до 2 мг/кг ґрунту [2, 6]. Застосування цинкових добрив на цих ґрунтах ефективне лише за його вмісту в ґрунті менше як 0,2 – 0,3 мг/кг. Якщо в ґрунті міститься 0,4 – 1,5 мг/кг цинку, то рекомендується проводити лише передпосівне оброблення насіння і позакореневе підживлення [5].

Позитивно впливає на проходження багатьох фізіологічних процесів, що відбуваються в рослинах, кобальт. Із літературних джерел відомо, що він є складовою частиною вітаміну B_{12} (кобаломіну), сприяє фіксації молекулярного азоту бобовими культурами.

У рослинах вміст кобальту змінюється в межах від 0,01 до 0,6 мг/кг сухої речовини. Кобальт підвищує активність ферментів, сприяє нормальному обміну речовин у рослинах, збільшує вміст хлорофілу і білка.

Загальний вміст кобальту в темно-сірих опідзолених ґрунтах коливається від 1 до 25 мг/кг [6, 49].

Застосовувати кобальтові добрива рекомендується під посіви люцерни, конюшини, гороху, сої, квасолі. При цьому в ґрунт можна вносити 100 – 300 г/га кобальту. Для оброблення насіння використовують солі кобальту з нормою витрати 20 – 30 л/т 0,5 %-го розчину, а для кореневого підживлення рослин – 300 – 700 л/га 0,05 – 0,1%-го розчину [5, 7].

Незамінним компонентом багатьох ферментів є молібден. Він бере участь у вуглеводному, азотному й фосфорному обмінах, синтезі вітамінів і хлорофілу, підвищує інтенсивність фотосинтезу, входить до складу ферменту нітроредуктази, за участю якого у рослинах відбувається відновлення нітратів до аміаку. Важлива роль належить молібдену у процесах фіксації азоту з атмосфери бульбочковими і вільноживучими бактеріями [17].

За нестачі в ґрунті молібдену на коренях рослин квасолі не розвиваються бульбочкові бактерії. Молібден позитивно впливає на збільшення абсолютної маси зерна, кількість бобів на рослині та насіння в них, а також білків і вітаміну С в бобах і насінні [15].

Основним джерелом живлення рослин молібденом є ґрунт, де його валовий вміст коливається від 0,2 до 5 мг/кг ґрунту [3].

Щодо бору, цинку, кобальту і молібдену квасоля належить до середньочутливих культур [5].

Уже давно в агропромисловому секторі розвинутих країн поряд з бактеріальними препаратами застосовуються біостимулятори й регулятори росту рослин, що є обов’язковим агроприйомом для досягнення максимальних результатів у вирощуванні сільськогосподарських культур [18]. У країнах Західної Європи більшість посівів зернових культур обробляють

стимуляторами і одержують щорічно по 65 – 80 центнерів зернових з гектара [19].

Згідно з рекомендаціями виробника, найефективнішим біостимулятором росту й розвитку рослин, створеним на основі органіки, що має у своєму складі комплекс біологічних поживних речовин, є вермістим. За допомогою вермістиму можна частково компенсувати нестачу міндобрив і пестицидів.

До його складу входять усі компоненти вермикомпосту в розчиненому і активному стані: гумати, фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, природні фітогормони, рістрегулюючі речовини, макро- і мікроелементи та спори ґрунтових організмів, чого немає в більшості імпортних та вітчизняних стимуляторів. Також не менш важливим є те, що він дешевший за інші стимулятори, які пропонуються сьогодні на ринку України та за її межами, і має низку переваг, оскільки він є не тільки регулятором росту і розвитку рослин, а й підживлює їх, сприяє ефективному засвоєнню поживних речовин і стимулює ефективний захист від різних хвороб [12-16].

У західних областях України, завдяки достатній вологозабезпеченості, ефективність інокулювання штамами бульбочкових бактерій та передпосівної обробки насіння мікроелементами і стимулятором росту порівняно з іншими регіонами досить висока [33].

Таким чином, наведені результати досліджень різних наукових установ щодо удобрення квасолі свідчать про те, що добрива є важливим чинником росту, розвитку квасолі, формування її продуктивності. Питанням удобрення квасолі дослідники приділяли увагу в різних ґрунтово-кліматичних зонах, але одержані дані і зроблені ними висновки суперечливі, особливо щодо застосування азотних добрив. Реакцію квасолі на удобрення, інокулювання та оброблення насіння мікроелементами і стимуляторами росту в зоні Лісостепу західного в умовах достатнього зволоження на темно-сірих опідзолених ґрунтах вивчено ще недостатньо. Також немає чітко встановлених рекомендацій щодо способів сівби і норм висіву. Тому ці технологічні прийоми стали предметом досліджень у нашій роботі.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальні відомості про господарство

Селянсько-фермерське господарство «Мальва» розташоване в селищі міського типу Козятин, відстань до залізничної станції від господарства становить 2,4 км.

Структура землекористування селянсько-фермерського господарства «Мальва» представлена у таблиці 2.1.

У фермерському господарстві висіваються такі сільськогосподарські культури як: озима пшениця, кукурудза на зерно, соя, соняшник цукрові буряки та квасоля.

Таблиця 2.1.

Землекористування господарства станом на 01.01. 2024 року

№ п/п	Сільськогосподарські угіддя	Землекористування	
		площа, га	структура, %
1	Площа землекористування, всього	400	100,0
2	Сільськогосподарські угіддя	400	100
3	з них: орної землі	380	97
4	природних лук та пасовищ	20	3
5	сади і ягідники	-	-
6	інші угіддя	-	-
7	Площа ріллі у всіх сівозмінах	380	97

Як видно з таблиці 2.2 урожайність культур в роки проведення досліджень різна, це пов'язано з кліматичними умовами які склались під час вегетації, а також розробкою і впровадженням нових технології вирощування

культур і сівозміні. При цьому найвищі рівні врожаїв усіх сільськогосподарських культур відмічено у 2023 році.

Таблиця 2.2

Урожайність с/г культур у ФГ «Мальва», ц/га

№ п/п	Сільськогосподарська культура	Роки		Сер. за три роки
		2023	2024	
1	Озима пшениця (зерно)	95	85	87,3
2	Озимий ячмінь (зерно)	-	-	-
3	Яра пшениця (зерно)	-	-	-
4	Ярий ячмінь (зерно)	58	55	56,3
5	Овес (зерно)	-	-	-
6	Кукурудза (зерно)	113	105	104,3
7	Горох (зерно)	-	-	-
8	Соняшник (насіння)	31	27	29,3
9	Гречка (зерно)	-	-	-
10	Цукрові буряки	535	488	512
11	Багаторічні трави (сіно)	-	-	-
12	Однорічні трави (сіно)	-		-
13	Соя	23,9	15,6	20,7
14	Квасоля	2,53	2,23	2,38

Отже величина врожаю у середньому за два роки був високим і у основних сільськогосподарських культур становив: у озимої пшениці 87,3 ц/га, ярого ячменю 56,3 ц/га, кукурудзи на зерно 104,3 ц/га, гороху 25,3 ц/га, сої 20,7 ц/га, соняшнику 29,3 ц/га, цукрових буряків 5412 ц/га.

Найвищі площі посіву у фермерському господарстві відведені під найбільш рентабельними культурами на сьогоднішній день а саме озимою пшеницею, кукурудзою на зерно, соняшником, соєю, цукровими буряками.

Проаналізувавши дані із табл. 2.1 ми бачимо, що майже всю частку в структурі сільськогосподарських угідь господарства займає рілля – 380 га (98 %). Сінокоси у господарстві відсутні, лісові насадження, в тому числі і полезахисні лісосмуги – 3 га (1 %), а інші види сільськогосподарських угідь займають незначні площі.

2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов господарства

2.2.1. Характеристика ґрунтового покриву господарства.

В господарстві поширений лише один тип ґрунтової відміни це – чорнозем опідзолений карбонатний, займає переважно всю площу орних земель [6].

Грунт має вміст гумусу – 3,5-3,6 %, який дозволяє отримувати досить високі врожаї сільськогосподарських культур. Надра багаті на поклади вапняків та фосфоритів [11].

Чорноземи опідзолені за механічним складом вони не відрізняються від інших опідзолених лісостепових ґрунтів, так що лише слабкі прояви опідзолення пов'язані з тимчасовим поселенням на цих територіях лісової рослинності і переважанням чорноземного процесу грунтотворення, обумовлених особливостями рельєфу [14].

Профіль опідзолених чорноземів слабо диференційований. Виділяється неглибокий (28-30 см) гумусовий горизонт з незначною кількістю крем'янки, досить міцною грудкувато-зернистою структурою. За ним до глибини 60-80 см йде перехідний горизонт з проявами ілювійованості – ущільненням, горіхувато-призматичною структурою, напливами колоїдів по гранях структурних агрегатів у нижній частині горизонту. Карбонати вимиті до глибини 100 – 120 см [31].

З усіх опідзолених грунтів вони мають найкращі фізико-хімічні властивості. Вміст гумусу у верхньому горизонті досягає 2,4%, реакція ґрунтового розчину слабокисла (pH6,0). Вони середньо забезпечені рухомими формами поживних речовин.

Всі опідзолені ґрунти давно окультурені і протягом століть використовуються в сільському господарстві. Це призвело до зменшення в них вмісту гумусу та поживних речовин, погіршення структури, розвитку площинної та лінійної ерозії. Для поліпшення структури, поповнення запасів поживних речовин вони потребують внесення органічних та мінеральних

добрив, у першу чергу азотних та фосфорних, правильної організації сівозмін, включення в них багаторічних трав, поглиблення орного шару, агротехнічних та спеціальних заходів боротьби з ерозією ґрунтів [24].

Детальний аналіз погодних умов зони дослідного поля показав, що в 2023 році гідротермічні показники були нестійкими і значно відрізнялися від середніх багаторічних значень, що безпосередньо впливало на продуктивність сільськогосподарських культур.

Атмосферних опадів випала надлишкова кількість, а саме 56 мм, при середніх багаторічних показниках 28 мм (або 200% від норми), що сприяло накопиченню вологи в ґрунті. Середньомісячна температура повітря становила -2,0^{0}С, що дещо нижче за норму.

Таблиця 2.3

Погодні умови 2023 року та їх відхилення від середніх багаторічних значень

Основні показники	Місяці									За вегетаційний період	За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
Атмосферні опади 2023 року, мм											
1 - декада	9,0	19,0	15,0	7,0	0,0	0,5	19,0	0,8	18,0		
2 - декада	2,0	6,0	38,0	3,0	11,0	86,0	30,0	20,0	18,0		
3 - декада	4,0	12,0	3,0	5,0	3,0	100,0	38,0	2,0	9,0		
За місяць	15,0	37,0	56,0	15,0	14,0	186,5	87,0	22,8	45,0	370,3	478,3
Середнє багаторічне	28	29	28	45	63	77	76	72	47	380,0	465
Відхилення (+,-)	-13,0	8,0	28,0	-30,0	-49,0	109,5	11,0	-49,2	-2,0	-9,7	13,3
Температурний режим повітря 2023 року, ^{0}С											
1 - декада	1,6	-1,3	-5,0	10,3	19,5	19,2	18,5	21,6	17,6		
2 - декада	-4,7	-2,7	-1,1	14,3	14,7	20,8	19,4	22,0	17,6		
3 - декада	-4,3	-10,3	0,2	15,1	18,4	17,9	21,4	19,8	11,4		
За місяць	-2,5	-4,8	-2,0	13,2	17,5	19,3	19,8	21,1	15,5	17,8	10,8
Середнє багаторічне	-6,0	-5,3	-0,5	6,9	13,6	16,7	18,7	17,8	12,9	14,4	8,3
Відхилення (+,-)	3,5	0,5	-1,5	6,3	3,9	2,6	1,1	3,3	2,6	3,3	2,5

Протягом квітня утримувалася суха, тепла погода, яка характерна для середини травня. Стрімке наростання температур сприяло накопиченню ефективного тепла. Середньодобова температура повітря у квітні місяці становила 13,2^{0}С, що на 6,3^{0}С вище середньо багаторічної норми. Сумарна кількість опадів становила 15 мм, або 33% від норми.

Протягом травня утримувалася жарка з недобором опадів, місцями з грозами погода. У травні температурний режим був дещо вищим, ніж середньо багаторічні показники та складав 17,5^{0}С при середньомісячній нормі температури на рівні 13,6^{0}С. Максимальна температура повітря становила 27^{0}С, опадів випало лише 22,4% від норми (14 мм при середньомісячній нормі 63 мм).

У червні місяці утримувалася жарка з опадами різної інтенсивності погода. На дослідних варіантах відмічені сильні зливи, шквалисте посилення вітру, град. Кінець місяця характеризувався помірно теплою, дощовою погодою. Середньомісячна температура повітря в червні перевищувала середньобагаторічну на 2,6^{0}С та становила 19,3^{0}С. Протягом червня спостерігалась значна кількість атмосферних опадів. Загальна кількість їх при цьому за місяць становила 187 мм при нормі 77 мм.

Протягом липня місяця погоду Вінницької області визначали атмосферні фронти, що зумовили помірно теплу з періодичним опадами погоду. Середньомісячна температура повітря була близькою до норми та становила 19,8^{0}С. Максимальна температура підвищувалась до 31^{0}С. Опадів за місяць випало 87 мм, або 114% від норми. Помірно тепла та дощова погода в липні місяці сприяла накопиченню вологи та поживних речовин в рослинах, що позитивно відобразилось на рості та розвитку рослин.

Протягом серпня місяця теплу, часом жарку погоду без істотних опадів на Вінниччині визначав антициклон (область підвищеного тиску). Місяць характеризувався добовими температурами повітря, які рекордно перевищували середні багаторічні значення. Середня за місяць температура повітря становила 21,1^{0}С тепла, що на 3,3^{0}С було вище норми. Опади

випадали місцями в окремих районах області і були неістотні. В середньому за місяць випало 23 мм опадів, при нормі 72 мм.

У вересні погоду першої половини місяця зумовлював наявний на території антициклон, тому у цей період утримувалась суха та жарка погода. Вторгнення циклону на територію області, в середині вересня, призвело до зниження температури і випадання дощів різної інтенсивності. Середня місячна температура повітря становила 15,5^{0}С тепла, що на 2,6^{0}С вище від норми. Опади різної інтенсивності випадали протягом всього місяця, їх кількість становила 45 мм, або 96% місячної норми (47 мм).

Таблиця 2.4

Погодні умови 2024 року та їх відхилення від середніх багаторічних значень

Основні показники	Місяці					За вегетаційний період
	IV	V	VI	VII	VIII	
Атмосферні опади 2024 року, мм						
1 - декада	0,8	69,0	27,0	9,0	9,0	-
2 - декада	28,0	58,0	6,0	22,0	0,2	-
3 - декада	9,0	17,0	31,0	7,0	0,0	-
За місяць	37,8	144,0	64,0	38,0	9,2	293
Середнє багаторічне	45	63	77	76	72	333
Відхилення (+,-)	-7,2	81,0	-13,0	-38,0	-62,8	-40
Температурний режим повітря 2024 року, ^{0}С						
1 - декада	8,4	10,8	17,0	18,8	18,6	-
2 - декада	6,6	17,1	19,0	16,6	20,6	-
3 - декада	12,8	18,3	21,3	21,6	21,3	-
За місяць	9,3	15,4	19,1	19,0	20,2	16,6
Середнє багаторічне	6,9	13,6	16,7	18,7	17,8	14,7
Відхилення (+,-)	2,4	1,8	2,4	0,3	2,4	1,9
ГТК	**1,4**	**3,0**	**1,1**	**0,6**	**0,1**	**1,3**

Впродовж шести місяців (квітень-серпень) 2024 року склалась досить тепла та суха погода із значною нерівномірністю випадання опадів. Початок вегетаційного періоду (квітень-травень) характеризувався достатнім та надмірним вологозабезпеченням ґрунту − опадів випало 182 мм, що в 1,7 рази вище середньо багаторічної норми або на 74 мм. В той же час спостерігалась тепла погода, яка сприяла задовільному прогріванню

верхнього шару ґрунту – відхилення за середньо багаторічними показниками в квітні−травні становило +1,8−2,4 ºС.

Перша та третя декади червня були дощовими і спекотними, опади випадали нерівномірно, в основному зливового характеру. В липні спостерігались нормальні температурні умови, наближені до середньо багаторічних показників, проте спостерігався дефіцит опадів, яких випало 38 мм за місяць, чи 49% від норми, а серпень відзначався високими середньодобовими температурами (відхилення склало +2,4 ºС від норми) на фоні значного дефіциту атмосферного зволоження – випало лише 9,2 мм опадів за норми 72 мм. Оцінку окремих періодів росту та розвитку культури проводили, використовуючи показники гідротермічного коефіцієнту (ГТК). За вегетаційний період середнє значення ГТК склало 1,3, що згідно шкали визначення рівня зволоження є оптимальним для вирощування культури в ґрунтово-кліматичній зоні.

2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень

Дослід з вивчення впливу норм мінеральних добрив, способів сівби та норм висіву закладено згідно схеми (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Схема досліду

Норма мінеральних добрив (фактор А)	Спосіб сівби (ширина міжрядь) (фактор В)	Норма висіву схожих насінин, тис./га (фактор С)
1. $P_{60}K_{60}$ (контроль) 2. $N_{30}P_{60}K_{60}$ 3. $N_{60}P_{60}K_{60}$	1. широкорядний (45 см) 2. широкорядний (30 см) 3. рядковий (15 см)	1. 400 2. 500 3. 600

Фосфорні і калійні добрива вносили з осені під основний обробіток ґрунту, а азотні – весною під передпосівну культивацію.

В досліді висівали сорт квасолі – Ластівка.

Відноситься до низькорослих сортів. Кущ міцний, не розкидистий. По швидкості дозрівання відноситься до ранньостиглим сортам. Стручки квасолі досягають 15 см в довжину. Зерна білого кольору з малюнком, що нагадує ластівку. Саме тому квасоля отримала таку назву. Має відмінні смакові якості.

Планування і проведення досліджень здійснювалося за загальноприйнятими методичними вказівками.

З метою всебічної оцінки досліду проводили такі обліки, спостереження та аналізи:

- фенологічні спостереження – за встановленням повних сходів, бутонізації, масового цвітіння, наливання бобів, достигання [97];
- структурний аналіз рослин за методикою М. О. Майсуряна [90];
- масу 1000 зерен – за ДСТУ 4138 – 2002;
- облік врожаю проводили поділянково методом зважування з урахуванням вологості і засміченості зерна [10];

Початок фази достигання відзначали з настанням і зміною кольору

Густоту стояння рослин визначили двічі: у період повних сходів і перед збиранням урожаю. Підрахунки рослин проводили на виділених ділянках площею 1 м^2 у всіх варіантах і повтореннях досліду.

У фазі повних сходів визначали польову схожість насіння, а перед збиранням – виживаність рослин.

Облік урожаю проводили з кожної ділянки окремо методом зважування. При цьому всю масу врожаю з кожної ділянки зважували в полі безпосередньо після збору врожаю.

До облікованої середньої врожайності зерна з кожного гектара робили поправку на вологість і засміченість. Тому під час обмолоту обов’язково відбирали середню пробу насіння для визначення посівних якостей та проведення лабораторних аналізів. Зерно доводили до 14 % вологості і після обмолоту зважували з точністю до 0,1 кг.

Структуру врожаю визначали методом лабораторного аналізу пробного снопа, який відбирали із пробних площадок перед збиранням урожаю квасолі. При аналізі снопового зразка визначали: кількість рослин на квадратному метрі, кількість бобів, зерен у бобі та на рослині, масу зерна з однієї рослини та масу 1000 зерен.

Математичний аналіз результатів польових дослідів проводили на персональному комп'ютері за програмою дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізів за Б. А. Доспєховим [55] із застосуванням комп'ютерних методів і програм „Microsoft Office Excel 2003" і „Statistica 8,0".

Економічну та енергетичну оцінку варіантів досліду визначали згідно з загальноприйнятими методичними рекомендаціями .

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РОСТУ І РОЗВИТКУ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (Результати досліджень)

3.1. Біологічні особливості росту і розвитку залежно від передпосівного оброблення насіння квасолі

Відомо, що під час вегетації квасолі звичайної послідовно відбуваються процеси росту і розвитку, які проходять за настанням основних фаз: сходи, бутонізація, цвітіння, наливання бобів, достигання. Усі вони пов'язані з поступовим формуванням нових органів. Проходження фаз розвитку, інтенсивність росту та продуктивність рослин перебувають в повній залежності від перебігу умов вирощування рослин на кожному етапі органогенезу. Найкраще розвиваються рослини за оптимального забезпечення необхідних чинників життя і високоякісного виконання всіх агротехнічних прийомів у технології вирощування [15, 17].

Одним із важливих і складних показників структури врожаю є густота рослин. У ній знаходять відображення дві складові: польова схожість і виживаність.

За результатами трирічних спостережень (табл. 3.1), найнижча польова схожість (72,8 – 72,9 %) квасолі звичайної була у варіанті внесення мінеральних добрив у нормах $P_{60}K_{60}$ – $N_{60}P_{60}K_{60}$, рядкового способу сівби з міжряддям 15 см і нормою висіву 400 тисяч схожих насінин на 1 гектар.

Найвища польова схожість насіння (84,3 – 84,6 %) виявлена у варіантах з нормами мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$ – $N_{60}P_{60}K_{60}$, широкорядним способом сівби з міжряддям 45 см та нормою висіву 600 тисяч схожих насінин на 1 гектар.

Оптимальні показники польової схожості (39,4 шт/м^2, або 78,8 %) і виживаності (33,4 шт/м^2 або 84,8 %) (див. табл. 3.1) мали місце у варіанті з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, широкорядним способом

сівби з міжряддям 30 см та нормою висіву 500 тисяч схожих насінин на 1 гектар. У цьому варіанті одержано найвищу врожайність (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Польова схожість квасолі залежно від способів сівби, норм висіву та норм мінеральних добрив, середнє за 2023 – 2024 рр.

Спосіб сівби	Норма висіву схожих насінин, тис./га	Норма мінеральних добрив		
		$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$
широкорядний (45 см)	400	33,1* 82,7*	33,2 83,0	33,2 83,0
	500	41,8 83,6	42,0 83,9	41,9 83,8
	600	50,6 84,3	50,7 84,5	50,8 84,6
широкорядний (30 см)	400	31,3 78,4	31,4 78,4	31,4 78,5
	500	39,4 78,8	39,4 78,8	39,4 78,8
	600	47,7 79,5	47,8 79,6	47,9 79,8
рядковий (15 см)	400	29,1 72,9	29,2 72,9	29,1 72,8
	500	36,9 73,8	36,7 73,4	36,8 73,6
	600	44,3 73,9	44,4 74,0	44,4 74,0

Примітка. * – контроль; у чисельнику схожість рослин – шт./м^2, знаменнику – %.

Найнижча польова схожість насіння (72,9 – 72,8 %) виявлена у варіантах за норм мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$ – $N_{60}P_{60}K_{60}$, рядкового способу сівби з міжряддям 15 см та нормою висіву 400 тисяч схожих насінин на 1 га.

Густота стояння рослин квасолі має важливе значення для формування врожаю. Чим більша польова схожість і виживаність, тим вища урожайність. Однак це не означає, що кількість рослин на 1 м^2 повинна бути дуже високою або дуже низькою. Вона повинна бути оптимальною, виходячи з оптимальних площ живлення.

Найнижчі показники виживаності рослин – 80,2 % (табл. 3.2) – встановлено у варіанті внесення мінеральних добрив в нормі $P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см і норми висіву 600 тисяч схожих насінин на 1 гектар.

Таблиця 3.2

Виживаність рослин квасолі залежно від способів сівби, норм висіву та норм мінеральних добрив, середнє за 2023 – 2024 рр.

Спосіб сівби	Норма висіву схожих насінин, тис./га	Норма мінеральних добрив		
		$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$
широкорядний (45 см)	400	27,3* 82,7*	27,6 83,0	27,7 83,2
	500	34,3 81,8	34,5 82,1	34,5 82,3
	600	40,6 80,2	40,8 80,5	41,0 80,7
широкорядний (30 см)	400	26,6 84,9	26,8 85,4	26,9 85,6
	500	33,3 84,4	33,4 84,8	33,5 84,9
	600	39,9 83,7	40,0 83,8	40,2 84,1
рядковий (15 см)	400	25,4 86,9	25,4 87,2	25,5 87,5
	500	31,9 86,5	31,9 86,9	32,0 87,0
	600	37,9 85,4	38,0 85,7	38,2 85,9

Примітка. * – контроль; у чисельнику виживаність рослин – шт./м^2, знаменнику – %.

За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, способу сівби з шириною міжрядь 30 см та норми висіву 500 тисяч схожих насінин на 1 гектар було 84,8% вижитих рослин.

Найвища виживаність рослин (87,5 %) виявлена у варіанті з нормою мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, рядковим способом сівби 15 см і нормою висіву 400 тисяч схожих насінин на 1 гектар.

Висота рослин є важливою ознакою сорту і вона може змінюватися під впливом агротехнічних чинників і погодних умов за роки досліджень (табл. 3.3).

Проведені під час вегетації біометричні вимірювання рослин квасолі звичайної показали, що найнижчі рослини (34,7 см) у фазу достигання були на контрольному варіанті досліду за внесення мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см і норми висіву 400 тисяч схожих насінин на 1 гектар.

За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, способу сівби з міжряддям 30 см та норми висіву 500 тисяч схожих насінин на 1 гектар висота рослин у фазу достигання становила 47,5 см.

Найвищі рослини квасолі звичайної – 53,4 см, що на 18,7 см вище, ніж у рослин контрольного варіанта, – виявлено у варіанті з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$, рядковим способом сівби з міжряддям 15 см та нормою висіву 600 тисяч схожих насінин на 1 гектар (див. табл. 3.4).

Найвища висота (16,7 см) прикріплення нижнього боба квасолі звичайної була у варіанті з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ за способу сівби з шириною міжрядь 15 см і нормою висіву 600 тис. схожих насінин на 1 гектар. Відстань від нижнього бобу до землі у цьому варіанті також була найбільшою (8,7 см).

За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, способу сівби з міжряддям 30 см та норми висіву 500 тисяч схожих насінин на 1 гектар висота прикріплення нижнього бобу квасолі досягла 14,4 см, а відстань до землі становила 7,9 см.

Найнижча висота прикріплення нижнього бобу квасолі звичайної (8,8 см) була у контрольному варіанті з внесенням мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$ за широкорядного способу сівби із шириною міжрядь 45 см і нормою висіву 400 тис. схожих насінин на 1 гектар. Відстань від нижнього боба до землі у цьому варіанті також була найнижчою (4,0 см).

Таблиця 3.3

Динаміка росту рослин квасолі звичайної у висоту залежно від технологічних прийомів вирощування, середнє за 2023 – 2024 рр., см

Норма мінеральних добрив	Спосіб сівби	Норма висіву схожих насінин, тис./га	Фаза розвитку					Висота прикріплення нижнього бобу	Відстань від нижнього бобу до землі
			сходи	бутонізація	цвітіння	наливання бобів	достигання		
$P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400*	4,0	24,7	30,5	32,6	34,7	8,8	4,0
		500	4,2	25,5	31,4	33,4	35,6	9,3	4,5
		600	4,3	26,2	32,0	33,9	36,2	9,6	4,9
	широкорядний (30 см)	400	4,4	26,7	32,6	34,7	36,8	10,2	5,4
		500	4,5	27,3	33,2	35,2	37,4	10,7	5,9
		600	4,6	28,4	33,7	36,5	37,9	11,0	6,2
	рядковий (15 см)	400	4,7	29,0	34,4	37,2	38,6	11,5	6,7
		500	5,4	32,8	35,1	37,6	39,3	11,8	7,0
		600	5,5	33,5	35,6	43,1	39,8	12,1	7,3
N_{30} $P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400	5,9	35,7	41,0	43,6	45,3	13,1	6,6
		500	5,9	36,2	41,6	44,1	45,8	13,4	6,9
		600	6,0	36,7	42,1	44,7	46,3	13,7	7,1
	широкорядний (30 см)	400	6,1	37,3	42,7	45,3	47,0	14,1	7,6
		500	6,2	37,8	43,3	45,8	47,5	14,4	7,9
		600	6,3	38,4	43,8	46,4	48,0	14,5	8,0
	рядковий (15 см)	400	6,4	39,0	44,4	47,0	48,6	14,9	8,4
		500	6,5	39,4	45,0	47,3	49,3	15,3	8,8
		600	6,2	37,8	45,3	44,2	49,5	15,5	9,0
N_{60} $P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400	6,0	36,8	42,2	45,0	46,4	14,8	6,8
		500	6,2	37,5	42,8	45,6	47,1	15,0	7,0
		600	6,3	38,5	43,6	46,8	47,8	15,2	7,2
	широкорядний (30 см)	400	6,5	39,5	44,7	47,6	49,0	15,6	7,6
		500	6,6	40,1	45,5	48,1	49,8	15,8	7,8
		600	6,7	41,1	46,1	49,3	50,3	15,9	7,9
	рядковий (15 см)	400	6,9	42,3	47,3	50,5	51,6	16,3	8,2
		500	7,1	43,2	48,4	51,3	52,7	16,5	8,5
		600	7,2	43,8	49,2	32,5	53,4	16,7	8,7

Примітка. * – контроль.

Аналізуючи дані наших досліджень за показниками висоти рослин, як основного органа морфологічної структури, можна визнати, що його варіабельність була порівняно незначною за різних норм висіву проти різних способів сівби і чи не найбільш значною за різного рівня мінерального живлення.

3.2. Структура врожаю

Одержання високого урожаю насіння відповідної якості – це кінцева характеристика діяльності системи агробіоценозу квасолі. Крім цього необхідно зазначити, що кількість бобів на одиниці площі є вихідною величиною для періоду розвитку цвітіння, кількість зерен – для періоду наливання зерна, маса 1000 зерен – для періоду достигання [15].

Основним компонентом урожайності (табл. 3.4) є кількість бобів на одній рослині, яка варіювала від 5,2 за норми мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см та норми висіву 600 тисяч схожих насінин на 1 га до 9,6 за норми мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$, рядкового способу сівби з міжряддям 15 см та норми висіву 400 тисяч схожих насінин на 1 гектар.

Показники кількості зерен у бобі, за нашими підрахунками, варіювали від 3,3 шт. за норми мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$, рядкового способу сівби з міжряддям 15 см та нормою висіву 600 тисяч схожих насінин на 1 га до 4,5 шт. за норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см та нормою висіву 400 тисяч схожих насінин на 1 га.

Зерен з рослини виявилося найменше (20,3 шт.) за широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см, нормою висіву 600 тисяч схожих насінин та внесення мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$. Найбільша кількість зерен з рослини (37,3 шт.) була сформована у варіанті внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби з міжряддям 30 см і висіву 400 тис. схожих насінин на 1 га (див. табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Структура врожаю квасолі залежно від рівня мінерального удобрення, способів сівби і норм висіву, середнє за 2023 – 2024 рр.

Норма мінеральних добрив	Спосіб сівби	Норма висіву схожих насінин, тис./га	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість зерен у бобі, шт.	Кількість зерен з рослини, шт.	Маса зерен з рослини, г	Маса 1000 зерен, г
$P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400*	6,8	4,1	27,9	6,5	234
		500	6,1	4,0	24,4	5,6	231
		600	5,2	3,9	20,3	4,6	227
	широкорядний (30 см)	400	8,8	3,8	33,4	8,0	238
		500	8,1	3,7	30,0	7,1	236
		600	6,8	3,6	24,5	5,7	233
	рядковий (15 см)	400	9,6	3,5	33,6	7,9	236
		500	8,3	3,4	28,2	6,6	233
		600	7,2	3,3	23,8	5,5	230
$N_{30}P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400	6,9	4,4	30,4	7,5	248
		500	6,3	4,3	27,1	6,7	246
		600	5,4	4,2	22,7	5,5	243
	широкорядний (30 см)	400	9,1	4,1	37,3	9,3	249
		500	8,5	4,0	34,0	8,4	247
		600	7,2	3,9	28,1	6,9	244
	рядковий (15 см)	400	9,3	3,8	35,3	8,8	249
		500	8,6	3,7	31,8	7,8	246
		600	7,4	3,6	26,6	6,5	244
$N_{60}P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400	6,5	4,5	29,3	7,3	249
		500	6,0	4,4	26,4	6,5	246
		600	5,1	4,3	21,9	5,4	244
	широкорядний (30 см)	400	8,6	4,2	36,1	9,0	249
		500	8,1	4,1	33,2	8,2	246
		600	6,9	4,0	27,6	6,7	244
	рядковий (15 см)	400	8,9	3,9	34,7	8,6	249
		500	8,2	3,8	31,2	7,7	246
		600	7,0	3,7	25,9	6,3	244

Примітка. * – контроль.

Маса 1000 зерен варіювала від 227 г у варіанті досліду за внесення мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$, способу сівби з міжряддям 45 см і нормою висіву 600 тис. схожих насінин на 1 га до 249 г у варіантах з внесенням $N_{30}P_{60}K_{60}$, способами сівби з міжряддями 15 і 30 см і нормою висіву 400 тис. схожих насінин на 1 га та у варіантах з внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$, способами сівби з міжряддями 15, 30 і 45 см і нормою висіву 400 тис. схожих насінин на 1 га.

3.3. Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від мінерального удобрення, способів сівби та норм висіву

Зернова продуктивність квасолі – дуже складна властивість, що лише на 20 % зумовлюється генотипом сорту. Набагато більше значення мають чинники зовнішнього середовища та окремі елементи технології вирощування. Експериментально встановлено, що зернова продуктивність квасолі значно залежить від чинників, які можна регулювати технологічними прийомами вирощування. Але найбільший вплив на розмір урожаю зерна має біологічна реакція квасолі на зміну площі живлення рослин у посіві, що визначається способами сівби та кількістю схожих насінин на 1 гектар [15].

Найсприятливіші умови для формування врожаю зерна квасолі звичайної створюються у тих посівах, які найкраще відповідають потребам рослин.

Результати досліджень (табл. 3.5) свідчать про те, що у 2023 році урожайність зерна квасолі була дещо вищою проти 2023 та 2024 років. Це, на нашу думку пов’язано з тим, що у 2023 році період вегетації квасолі за погодними умовами виявився сприятливішим порівняно з іншими роками досліджень.

Вивчення питання щодо впливу прийомів вирощування на урожайність, у середньому за три роки досліджень, показало, що найкращою виявилась норма $N_{30}P_{60}K_{60}$ за широкорядного способу сівби з міжряддям 30 см і нормою висіву 500 тисяч схожих насінин на 1 га.

Таблиця 3.5

Урожайність квасолі залежно від прийомів вирощування, т/га

Норма мінеральних добрив (А)	Спосіб сівби (В)	Норма висіву схожих насінин, тис./га (С)	2023 р.	2023 р.	2024 р.	Середня	Приріст до контролю
$P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400*	1,97	1,60	1,71	1,76	-
		500	2,16	1,74	1,84	1,91	0,15
		600	2,09	1,63	1,78	1,83	0,07
	широкорядний (30 см)	400	2,33	1,99	1,94	2,09	0,33
		500	2,61	2,21	2,15	2,32	0,56
		600	2,57	2,17	2,07	2,27	0,51
	рядковий (15 см)	400	2,28	1,92	1,77	1,99	0,23
		500	2,31	2,03	1,87	2,07	0,31
		600	2,28	2,00	1,84	2,04	0,28
$N_{30}P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400	2,16	2,02	1,99	2,06	0,30
		500	2,36	2,27	2,22	2,28	0,52
		600	2,31	2,20	2,16	2,22	0,46
	широкорядний (30 см)	400	2,52	2,43	2,40	2,45	0,69
		500	2,86	2,74	2,70	2,77	1,01
		600	2,83	2,69	2,66	2,73	0,97
	рядковий (15 см)	400	2,33	2,24	2,10	2,22	0,46
		500	2,60	2,49	2,34	2,48	0,72
		600	2,55	2,46	2,30	2,44	0,68
$N_{60}P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400	2,13	1,99	1,85	1,99	0,23
		500	2,32	2,23	2,13	2,23	0,47
		600	2,28	2,19	2,11	2,19	0,43
	широкорядний (30 см)	400	2,48	2,40	2,30	2,39	0,63
		500	2,84	2,72	2,59	2,72	0,96
		600	2,81	2,63	2,57	2,67	0,91
	рядковий (15 см)	400	2,30	2,21	2,05	2,19	0,43
		500	2,56	2,45	2,29	2,43	0,67
		600	2,51	2,39	2,27	2,39	0,63
	$НІР_{05}$, т 2023		0,10	0,15	0,13		
	$НІР_{05}$, т 2023		0,14	0,09	0,10		
	$НІР_{05}$, т 2024		0,04	0,06	0,06		

Примітка. * – контроль.

За таких прийомів вирощування одержано найвищу врожайність зерна квасолі – 2,77 т/га, що на 1,01 т/га більше від контролю. У 2023 році урожайність у вказаному варіанті становила 2,86 т/га, у 2023 році – 2,74 т/га і 2024 році – 2,70 т/га. Збільшення дози азоту лише на 30 кг/га діючої речовини ($N_{60}P_{60}K_{60}$) забезпечило дещо меншу урожайність – 2,72 т/га, а без внесення азотних добрив у варіанті лише з фосфорними і калійними добривами в нормі $P_{60}K_{60}$ – 2,32 т/га.

Найменша середня урожайність 1,76 т/га одержана на контролі за широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см та висіву 400 тисяч схожих насінин на 1 га при внесенні фосфорних і калійних добрив в нормі $P_{60}K_{60}$.

3.4. Показники якості зерна квасолі

Хімічний склад рослин досить різноманітний, і проведення їх аналізу вирішує наукові і практичні питання, пов’язані із застосуванням добрив. За допомогою хімічного аналізу можна визначити хімічний склад рослин у будь-який період їх росту, що дає змогу швидше і точніше оцінити стан і потребу в елементах живлення, визначити родючість ґрунту та фізіологічну доступність поживних речовин на певному етапі.

Аналізуючи рослини, треба знати критичні рівні в них елементів живлення у певні фази їх розвитку. Якщо аналізи проводять у певні фази розвитку рослин, то нестачу окремих елементів можна компенсувати підживленням [2].

Хімічний аналіз рослин квасолі дає змогу контролювати й оперативно впливати на формування якості зерна.

Між умовами, що визначають рівень урожаю та поліпшення його якості, існує складний зворотний зв’язок. Потреби в живленні рослин для формування високого врожаю не збігаються з потребами їх для формування продукту високої якості.

Вміст білка в товарній частині врожаю у кожного виду рослин є відносно стабільною величиною і визначається головним чином генетичними особливостями культури. Квасолю вирощують для одержання продукції з певним вмістом білків, вуглеводів і жирів. У процесі наливання зерна проходить інтенсивний синтез білків за рахунок небілкових форм азоту [13].

Таким чином, вивчення вмісту білкового азоту, а відповідно й кількості білка, як в процесі онтогенезу, так і в кінцевому урожаї квасолі має великий теоретичний інтерес з метою вивчення обміну азотовмісних речовин, а також і практичний – підвищення харчової цінності і технологічної якості зерна в залежно від регульованих чинників – застосування добрив і передової агротехніки.

Визначення вмісту і якості білків у зерні квасолі звичайної на даний час є обов’язковим при прийомі урожаю на елеваторах і переробних підприємствах.

Для встановлення оптимальних прийомів вирощування квасолі особливої уваги заслуговує порівняння якісних показників зерна, особливо щодо кількісно низьких за врожайністю варіантів.

За роки досліджень (табл. 3.6) найвищий середній показник вмісту білка (24,65 %) одержано за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$, рядкового способу сівби з міжряддям 15 см та норми висіву 400 тисяч схожих насінин на 1 гектар.

Найнижчий показник вмісту білка 22,14 % одержано у варіанті досліду за внесення $P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см та норми висіву 600 тисяч схожих насінин на 1 гектар.

За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ (див. табл. 3.6), широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см та норми висіву 600 тисяч схожих насінин на 1 гектар вміст білка становив 23,65% з відхиленням до контролю 0,99%.

Таблиця 3.6

Вміст білка у зерні квасолі залежно від способів сівби, норм висіву та норм мінеральних добрив, середнє за 2023 – 2024 рр., %

Спосіб сівби	Норма висіву схожих насінин, тис./га	Норма мінеральних добрив		
		$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$
широкорядний (45 см)	400	22,66* / – *	23,35 / 0,69	23,62 / 0,96
	500	22,40 / -0,26	22,97 / 0,31	23,15 / 0,49
	600	22,14 / -0,52	22,80 / 0,14	22,97 / 0,31
широкорядний (30 см)	400	22,79 / 0,13	23,79 / 0,13	24,18 / 1,52
	500	22,65 / -0,01	23,65 / 0,99	23,88 / 1,22
	600	22,37 / -0,29	23,30 / 0,64	23,50 / 0,84
рядковий (15 см)	400	23,32 / 0,66	24,27 / 1,61	24,65 / 1,99
	500	23,11 / 0,45	23,90 / 1,24	24,34 / 1,68
	600	22,93 / 0,27	23,64 / 0,98	23,97 / 1,31

Примітка. * – контроль; у чисельнику – вміст білка, знаменнику – ± до контролю.

Результати вивчення якісного складу зерна показали деяку залежність між вмістом білка і погодними умовами, що накладались на період вегетації квасолі: у більш сухий рік його вміст був вищим і навпаки.

Отже, із збільшенням внесення азотних добрив підвищується вміст білка в зерні квасолі. Щодо способу сівби, то із збільшенням ширини міжрядь до 30, 45 см вміст білка зменшувався. У варіантах, де вивчали норми висіву, варіювання за вмістом білка було незначне, хоча тенденція до деякого зниження спостерігалась у загущених посівах.

РОЗДІЛ 4.
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

В Україні загальний стан землеробства сьогодні характеризується спадом виробництва продукції, виснаженням землі, погіршенням матеріально-технічної бази, зменшенням обсягів капіталовкладень.

У перспективі функціонування галузі землеробства буде здійснюватися на основі зростання ефективності використання обладнання і засобів виробництва, скорочення затрат робочого часу на одиницю продукції і особливо підвищення окупності енергії.

Економічні розрахунки показують, що конкурентоспроможною буде та сільськогосподарська продукція, на одиницю енергії якої за виробництва витрачається в 6 – 7 разів менше енергії [96].

Наявність показників економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за досліджуваних технологій дозволяє вибрати економічно найвигідніший варіант і одночасно намітити шляхи можливої економії ресурсів та енергії як загалом у всьому технологічному потоці, так і в окремих технологічних процесах.

Науковцями встановлено, що сільське господарство, в якому на виробництво 1 харчової калорії витрачається 10 калорій непоновлюваної енергії, неперспективне. За таких умов витрати непоновлюваної енергії надто великі, нічим не виправдані. До цього необхідно додати, що збільшення частки реалізації потенціальної продуктивності рослин тільки за рахунок постійного зростання витрат непоновлюваної енергії для оптимізації зовнішнього середовища небажане і шкідливе. На основі багатьох досліджень встановлено, що витрати на 1 га непоновлюваної енергії 40 млн. ккал є граничними. За цим бар’єром витрат додаткової кількості непоновлюваної енергії починається реальне забруднення навколишнього середовища [1].

4.1. Економічна ефективність

Застосування оптимальних норм мінеральних добрив, способів сівби і норм висіву, оброблення насіння штамом бульбочкових бактерій, мікроелементами і біостимулятором росту належать до головних елементів технології вирощування в Україні квасолі звичайної в умовах Лісостепу західного, що забезпечує істотне підвищення її економічної ефективності.

Доцільність застосування правильних агротехнічних прийомів визначається не тільки приростом урожаю, а і його економічною ефективністю (зниження собівартості продукції).

Для економічної оцінки досліджуваних норм мінеральних добрив, способів сівби, норм висіву та передпосівної обробки насіння було враховано затрати всіх варіантів досліду: підготовки ґрунту, придбання, транспортування, внесення мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та проведення всіх робіт, пов’язаних із сівбою, доглядом за рослинами, збиранням врожаю тощо.

Економічні розрахунки проведено у вартості 1 т зерна квасолі звичайної за біржовими закупівельними цінами (30000 грн. за 1 т) 2024 року.

Основними показниками економічної оцінки використання результатів науково-дослідних робіт слугують чистий прибуток і рівень рентабельності.

Чистий прибуток – це різниця між вартістю одержаного врожаю і виробничих витрат, рентабельність – відсоткове відношення чистого прибутку до виробничих витрат [1].

Дані табл. 5.1 показують, що економічна ефективність вирощування квасолі за різних норм мінеральних добрив, способів сівби та норм висіву є різна.

Норми мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$, $N_{30}P_{60}K_{60}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ неоднаково вплинули на врожайність та економічні показники. Найвищі економічні показники забезпечили варіанти з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність технологічних прийомів вирощування квасолі, середнє за 2023–2024 рр.

Норма мінераль-них добрив	Спосіб сівби	Норма висіву схожих насінин, тис./га	Урожайність, т/га	Вартість продукції з 1 га, грн.	Витрати на 1 га, грн.	Собівартість 1 т зерна, грн.	Чистий прибуток, грн.	Рівень рентабельності, %
$P_{60}K_{60}$	широко-рядний (45 см)	400*	1,76	52800	31700	18010	21100	66,6
		500	1,91	57300	32450	16990	24850	76,6
		600	1,83	54900	33200	18140	21700	65,4
	широко-рядний (30 см)	400	2,09	62700	32700	15650	30000	91,7
		500	2,32	69600	33450	14420	36150	108,1
		600	2,27	68100	34200	15070	33900	99,1
	рядковий (15 см)	400	1,99	59700	33700	16930	26000	77,2
		500	2,07	62100	34450	16640	27650	80,3
		600	2,04	61200	35200	17250	26000	73,9
$N_{30}P_{60}K_{60}$	широко-рядний (45 см)	400	2,06	61800	32500	15780	29300	90,2
		500	2,28	68400	33250	14580	35150	105,7
		600	2,22	66600	34000	15320	32600	95,9
	широко-рядний (30 см)	400	2,45	73500	33500	13670	40000	119,4
		500	2,77	83100	34250	12360	48850	142,6
		600	2,73	81900	35000	12820	46900	134,0
	рядковий (15 см)	400	2,22	66600	34500	15540	32100	93,0
		500	2,48	74400	35250	14210	39150	111,1
		600	2,44	73200	36000	14750	37200	103,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	широко-рядний (45 см)	400	1,99	59700	33300	16730	26400	79,3
		500	2,23	66900	34050	15270	32850	96,5
		600	2,19	65700	34800	15890	30900	88,8
	широко-рядний (30 см)	400	2,39	71700	34300	14350	37400	109,0
		500	2,72	81600	35050	1289	4655	132,8
		600	2,67	80100	35800	1341	4430	123,7
	рядковий (15 см)	400	2,19	65700	35300	1612	3040	86,1
		500	2,43	72900	36050	1484	3685	102,2
		600	2,39	71700	36800	1540	3490	94,8

Примітка. * – контроль.

Якщо на контролі (див. табл. 4.1) собівартість 1 т зерна, чистий прибуток і рівень рентабельності відповідно становили 18010 грн., 21100 грн. і 66,6 %, то у варіанті досліду, де вносили мінеральні добрива в нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ за широкорядного способу сівби 30 см і норми висіву 500 тисяч схожих насінин на 1 га, собівартість продукції була набагато нижчою і становила 12360 грн., чистий прибуток був у 2,4 раза вищий проти контролю – 48850 грн. і рівень рентабельності на 76 % вищий від контрольного – 142,6 %.

Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ не дало відповідних економічних результатів, а у варіантах, де вносили лише фосфорні і калійні добрива в нормі $P_{60}K_{60}$, одержано найнижчі економічні показники.

Щодо способів сівби (див. табл. 4.1), то найкращі економічні показники отримано у варіанті широкорядного способу сівби з міжряддям 30 см за норми висіву 500 тис. схожих насінин на 1 га. Порівняно з варіантом за внесення мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$, широкорядним способом сівби 30 см і нормою висіву 500 тисяч схожих насінин на 1 га отримано чистий прибуток 36150 грн. з рівнем рентабельності 108,1 % та собівартістю продукції 14420 грн.

У варіанті досліду за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ широкорядного способу сівби 30 см і нормою висіву 500 тис. схожих насінин на 1 га отримано чистий прибуток 46550 грн., рівень рентабельності 132,8 % і собівартість 1 т зерна 12890 грн.

Дані економічної оцінки технології вирощування квасолі звичайної показали, що найвищий економічний ефект можна досягти за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби 30 см і норми висіву 500 тис. схожих насінин на 1 га.

5.2. Енергетична ефективність

Постійне зростання цін на енергоносії та енергооснащеності призводить до збільшення витратної частини на виробництво сільськогосподарської продукції. У зв'язку з цим виникла потреба вивчення й запровадження в агропромисловому комплексі України енергетичного аналізу, який застосовують у США, Угорщині, Молдові та інших країнах.

Такий аналіз проводиться для визначення ступеня використання тракторів, сільськогосподарських машин, добрив, пестицидів, паливно-мастильних матеріалів, ґрунтово-кліматичних умов, сонячної радіації та інших чинників, які впливають на родючість ґрунту та формування врожаю. Енергетичний аналіз дозволяє розробити й оцінити ефективність інтенсивних технологій у рослинництві.

Поряд із загальноприйнятими методами оцінки економічної ефективності виробництва продукції рослинництва через вартісні та трудові показники останнім часом у світовій практиці все ширше застосовують універсальний енергетичний показник – співвідношення акумульованої в продукції та витраченої на її отримання енергії. Це дає змогу найбільш точно врахувати не тільки прямі витрати енергії на технологічні процеси й операції, а й енергію, акумульовану в різних засобах виробництва і вирощеній продукції.

Енергетична оцінка передбачає визначення співвідношення кількості енергії, акумульованої в урожаї сільськогосподарських культур у процесі фотосинтезу, і сукупних затрат енергії, вкладених у виробництво продукції рослинництва. Актуальність подібної оцінки випливає також з вимог сучасного виробництва заощаджувати енергію на одиницю одержуваної сільськогосподарської продукції.

Розрахунок енергетичної ефективності вирощування квасолі проводили за загальноприйнятою методикою (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Енергетична ефективність технологічних прийомів вирощування квасолі, середнє за 2023 – 2024 рр.

Норма мінеральних добрив	Спосіб сівби	Норма висіву схожих насінин, тис./га	Урожайність, т/га	Вміст загальної енергії в урожаї, МДж/га	Затрати загальної енергії, МДж/га	Енергетичний коефіцієнт
$P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400*	1,76	31292,8	18738,2	1,67
		500	1,91	33959,8	19859,5	1,71
		600	1,83	32537,4	19367,5	1,68
	широкорядний (30 см)	400	2,09	37160,2	21113,8	1,76
		500	2,32	41249,6	22664,6	1,82
		600	2,27	40360,6	22176,2	1,82
	рядковий (15 см)	400	1,99	35382,2	20452,1	1,73
		500	2,07	36804,6	21031,2	1,75
		600	2,04	36271,2	20845,5	1,74
$N_{30}P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400	2,06	36626,8	20810,7	1,76
		500	2,28	40538,4	22273,8	1,82
		600	2,22	39471,6	21928,7	1,80
	широкорядний (30 см)	400	2,45	43561,0	23674,5	1,84
		500	2,77	49250,6	25651,4	1,92
		600	2,73	48539,4	25547,1	1,90
	рядковий (15 см)	400	2,22	39471,6	22051,2	1,79
		500	2,48	44094,4	23964,3	1,84
		600	2,44	43383,2	23577,8	1,84
$N_{60}P_{60}K_{60}$	широкорядний (45 см)	400	1,99	35382,2	20334,6	1,74
		500	2,23	39649,4	22027,4	1,80
		600	2,19	38938,2	21753,2	1,79
	широкорядний (30 см)	400	2,39	42494,2	23220,9	1,83
		500	2,72	48361,6	25724,3	1,88
		600	2,67	47472,6	25522,9	1,86
	рядковий (15 см)	400	2,19	38938,2	21875,4	1,78
		500	2,43	43205,4	23481,2	1,84
		600	2,39	42494,2	23094,7	1,84

Примітка. * – контроль.

Дані енергетичної ефективності агротехнічних прийомів вирощування квасолі звичайної показали, що з трьох норм мінеральних добрив ($P_{60}K_{60}$, $N_{30}P_{60}K_{60}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$), трьох способів сівби (широкорядного 45 і 30 см і рядкового 15 см) і трьох норм висіву (400, 500 і 600 тис. схожих насінин на 1 га) найвищий енергетичний коефіцієнт – 1,92 – одержано у варіанті внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби 30 см і норми висіву 500 тис. схожих насінин на 1 га.

На контрольному варіанті за внесення мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби 45 см і норми висіву 400 тис. схожих насінин на 1 га енергетичний коефіцієнт був найнижчим і становив 1,67 з різницею 0,25.

Проведення економічної та енергетичної оцінки основних технологічних прийомів вирощування квасолі звичайної показало, що найвищий економічний та енергетичний ефект досягається за застосування мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби із шириною міжрядь 30 см і нормою висіву 500 тис. схожих насінин на 1 га.

РОЗДІЛ 5
ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ Й СЕЛЕКЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ З КВАСОЛЕЮ

5.1 ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Найбільш трудомістким та потенційно травмонебезпечним процесом є збирання культури. За статистикою 95% виробничого травматизму посідає період збирання. Основними видами травм у цей період є травми, отримані внаслідок наїзду транспортних засобів на працівників, обмеження кінцівок механізмами, падіння з кузова транспортних засобів та тракторів, захворювання опорно-рухового та дихального апарату у зв'язку з низькими температурами атмосфери, забруднення органів зору землею.

Для недопущення травматизму та нещасних випадків на виробництві необхідно раціонально організувати технологічну ланцюжок, розділити небезпечні процеси та зону знаходження персоналу, забезпечити працівників засобами індивідуального захисту. Типові правила охорони праці наводяться у додатку 5.

Рівень охорони праці АПП мало високий, свідченням чому є виробничий травматизм і професійні захворювання, питому вагу яких поки що досить високий. Тому так важливим є вирішення проблем охорони праці працівників АПД. Важливо звернути увагу на проблему охорони праці молоді, що навчається аграрним спеціальностям. Цілком обґрунтованим є підвищення ролі системи освіти у вирішенні питань збереження та зміцнення здоров'я, які навчаються аграрним спеціальностям, з урахуванням того, що молодь, що навчається, повинна розглядатися як професійно-виробнича група населення. Тому необхідно розглянути всі фактори, які негативно впливають на організм учнів під час навчально-виробничого процесу, як побутові (зокрема, спосіб життя), так і виробничі.

Для забезпечення безпечних умов праці на робочих місцях для працівників, зайнятих збиранням врожаю картоплі, з боку роботодавця мають бути виконані наступні організаційні заходи з охорони праці:

1. Підготовка обладнання та працівників до збиральної техніки Напередодні проведення масових польових збиральних робіт сільськогосподарська техніка, причіпне та навісне обладнання мають бути підготовлені до збиральних робіт, а саме пройти в установленому законодавством порядку державний технічний огляд в інспекції державного технічного нагляду з отриманням відповідних актів про допуск сільськогосподарської техніки до експлуатації. Та сільськогосподарська техніка та агрегати, які не підлягають реєстрації у держтехнагляді, мають бути оглянуті на предмет справності посадовими особами організації, призначеними відповідальними за справний технічний стан цієї техніки, і лише після цього допущені до експлуатації.

2. Персонал, який працює на автотракторній техніці, насамперед повинен мати відповідну кваліфікацію та документи, що підтверджують право на її керування, а також пройти інструктаж на робочому місці, стажування з питань охорони праці та перевірку знань з питань охорони праці.

Оскільки, як показує практика, при збиранні злакових культур наймач допускає працівників на роботу на іншій сільськогосподарській техніці (наприклад, пересаджує працівника з трактора типу МТЗ на комбайн). З такими працівниками відповідно до вимог законодавства та у зв'язку зі зміною технологічного процесу та марки устаткування, що експлуатується, перед допуском їх до роботи необхідно провести позаплановий інструктаж з охорони праці.

5.2. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВИМОГИ ЩОДО ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ

Однією з актуальних проблем людства в третьому тисячолітті є забезпечення населення продовольством. Вирішення цієї проблеми було і залишається найважливішим завданням сільськогосподарського виробництва, яке повинно мати пріоритет серед усіх інших галузей.

Особливістю сільськогосподарського виробництва є його залежність від природного середовища - біогенезу, що є складною системою взаємопов'язаних явищ атмосфери, геологічних, гідролітичних ґрунтових умов, рослинного та тваринного світу.

Природа - самоврядна збалансована екологічна система, у процесі землекористування людина порушує століттями встановлену рівновагу.

У гонитві за збільшенням валових зборів сільськогосподарської продукції при екстенсивних методах ведення землеробства розорано великі території, знищено цілі масиви лісів та природної трав'янистої рослинності, що призвело до порушення закономірностей в обміні речовин у природі, як наслідок, зміни кліматичних, гідролітичних умов, дисбалансу органічних речовин у ґрунті.

Подальша інтенсифікація сільського господарства не забезпечила підвищення продуктивності ріллі, виявилася вкрай витратною, призвела до різкого зростання антропогенного навантаження на навколишнє середовище та викликала такі негативні явища, як ерозія, дефляція, засолення, закислення та переущільнення ґрунтів.

За даними ЮНЕСКО та ФАО загальні втрати продуктивних земель від ерозії та деградації становлять 6.7 млн.га, а втрати родючого шару - 24 млн.т щорічно. Ерозія забирає з полів у 60 разів більше елементів живлення рослин, ніж надходить з добривами. В Україні понад 2/3 площі ріллі схильна до водної та вітрової ерозії. Середньорічний змив ґрунту з зябу становить - 2-7 т/га. Більше 30% орних угідь є кислими. Обсяги вапнування - найбільш ефективного агрозаходу на кислих ґрунтах різко скоротилися. За останнє десятиліття в 4 рази скоротилася кількість органічних добрив.

Усе це вказує на екологічну незбалансованість вирощування сільськогосподарських культур при застосуванні традиційних систем землеробства, а екологічна та економічна обстановка, що склалася, викликає необхідність перегляду принципових положень у землекористуванні та розробку систем землеробства нового покоління на ландшафтній основі, що

забезпечують стійкість агроекосистем. Тому вивчення взаємозв'язків природних екосистем, стійкого функціонування агроландшафтів та антропогенного впливу є актуальною проблемою.

Сучасний розвиток світового сільського господарства пов'язаний з біосферною парадигмою природокористування, що передбачає пріоритет збереження екологічних функцій ґрунтів та ландшафтів (екологізація). Подальший розвиток сучасного агробізнесу можливий за рахунок технологічної модернізації через систему біологізації інтенсифікаційних процесів у сучасному землеробстві – підбір високоадаптивних сортів є одним з основних елементів біологізації та інтенсифікації технології одночасно.

Світове землеробство та агротехнології останніх десятиліть зазнали кількох революційних етапів: вирощування високоінтенсивних сортів, освоєння інтенсивних технологій, генна інженерія, інформаційні технології.

Техногенна інтенсифікація землеробства, заснована на масовому використанні засобів хімізації (добрива та пестициди), дозволила підвищити врожайність агрокультур та дещо стабілізувати родючість ґрунту, проте окупність ресурсів, що вкладаються в агротехнології, енергетична та економічна ефективність виробництва стали суттєво знижуватися. Висока інтенсифікація призвела до екологічних проблем, що викликало протест громадськості та бурхливі дискусії, в яких протиставлялися дві позиції: перша – повна відмова від хімізації; друга - подальша інтенсифікація шляхом створення наукомістких точних технологій із мінімальними екологічними ризиками.

ВИСНОВКИ

Виходячи з одержаних результатів польових досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Найвища польова схожість (84,6 %) була за норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, сівби з шириною міжрядь 45 см та норми висіву 600 тис. схожих насінин на 1 га, а виживаність рослин (87,5 %) – за норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, сівби з шириною міжрядь 15 см та норми висіву 400 тис. схожих насінин на 1 га.

2. Максимальна висота рослин (53,4 см) у фазі достигання виявлена за норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, сівби з шириною міжрядь 15 см та норми висіву 600 тис. схожих насінин на 1 га.

3. Кількість бобів на одній рослині суттєво не змінювалась за внесення мінеральних добрив і зростала із зменшенням ширини міжрядь і норм висіву насіння. Кількість зерен у бобі зростає за підвищення норми мінеральних добрив, збільшення ширини міжрядь та зменшення норми висіву насіння. Збільшення кількості зерен з рослини та їх маси забезпечують збільшення норми мінеральних добрив до $N_{30}P_{60}K_{60}$, зменшення ширини міжрядь до 30 см і зменшення норми висіву до 400 тис. схожих насінин на 1 гектар. Маса 1000 зерен зростає із збільшенням норми мінеральних добрив, зменшенням ширини міжрядь до 30 см і зменшенням норми висіву.

4. Максимальний рівень урожайності зерна (2,77 т/га) з найбільшим приростом до контролю (1,01 т/га) отримано за норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби з міжряддям 30 см і норми висіву 500 тис. схожих насінин на 1 гектар.

5. За норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби 30 см і норми висіву 500 тис. схожих насінин на 1 га одержано найвищий чистий прибуток (48850 грн./га) і рівень рентабельності (142,6 %).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для одержання високих і сталих урожаїв (2,7 – 2,8 т/га) квасолі звичайної сорту Ластівка з високими економічними і енергетичними показниками застосовувати удосконалену технологію вирощування, яка передбачає: сівбу широкорядним способом з міжряддям 30 см і нормою висіву 500 тис. схожих насінин на 1 га та внесення повного мінерального добрива з розрахунку $N_{30}P_{60}K_{60}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Ф. Ф. Адамень, В. А. Вергунов, П. Н. Лазер, И. Н. Вергунова. – К. : Аграрна наука, 2006. – 456 с.
2. Андреєв О. А. Динаміка процесів лущення бобів квасолі під час механізованого збирання врожаю / О. А. Андреєв, О. В. Овчарук // Зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2004. – Вип. 12. – С. 63–110.
3. Безугла О. М. Формування ознакових та спеціальних колекцій квасолі на Україні / О. М. Безугла // Селекція і насінництво : Міжвід. темат. наук. зб. Ін-ту рослинництва ім. В. Я. Юрєва УААН. – 2005. – Вип. 9. – С. 309–317.
4. Безугла О. М. Вихідний матеріал для створення придатних для механізованого збирання врожаю сортів квасолі / О. М. Безугла // Методологичекие основы формирования, ведения и использования коллекций генетических ресурсов растений : материалы международ. симпозиума. – Х., 1996. – С. 113–114.
5. Бондаренко Г. Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. – Х. : Основа, 2001. – 369 с.
6. Выращивание фасоли // Агротехнология. – 2011. – № 41. – 21 с.
7. Голодна А. В. Система удобрення квасолі в умовах Північного Лісостепу / А. В. Голодна, В. Ф. Камінський, Д. С. Шляхтуров // Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства Україн. акад. аграр. наук. – К. : ЕКМО, 2003. – Вип. 3. – С. 54–58.
8. Голодна А. В. Способи та норми висіву квасолі в Північному Лісостепу / А. В. Голодна, А. В. Дупляк, Д. С. Шляхтуров // Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства Україн. акад. аграр. наук. – К. : ЕКМО. – 2004. – Вип. 2–3. – С. 61–67.
9. Створення нових сортів квасолі та їх впровадження у виробництво /

М. Г. Голохоринська, С. Й. Величко, М. А. Вихристюк, О. В. Овчарук // Селекція і насінництво : Міжвид. темат. наук. зб. Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юрєва УААН. – 2005. – Вип. 9. – С. 149–152.

10. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] / Ukrstat. – 2013. – Режим доступу : http:// www.ukrstat.gov.ua.
11. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і грунтів / [З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко та ін.]. – К. : НІЧЛАВА, 2003. – 320 с.
12. Грищенко О. М. Стійкість сортів квасолі звичайної до хвороб в умовах Північного Лісостепу України / О. М. Грищенко, В. Л. Жемойда, Н. М. Полторецька // Зб. наук. пр. Уман. держ. аграр. ун-ту. – Умань, 2009. – Ч. 1, вип. 72. – С. 135–142.
13. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні / Міністерство аграрної політики України, Державна служба з охорони прав на сорти рослин. – К., 2010. – 243 с.
14. Дидів І. Продуктивність квасолі спаржевої залежно від схем розміщення рослин в умовах достатнього зволоження / І. Дидів, О. Дидів // Вісн. Львів. аграр. ун-ту. – 2010. – № 14 (2). – С. 150–155.
15. Довідник по овочівництву і баштанництву / [під ред. Голяна]. – К. : Урожай, 1981. – С. 165–230.
16. Досвід виробництва та маркетингу овочів в Україні (Результати досліджень Проекту аграрного маркетингу за 2004–2005 рр.). – К., 2006. – С. 110–111.
17. Дудчак Т. Витка квасоля які перспективи / Т. Дудчак, В. Дудчак, О. Поварчук // Рослинництво. – 2010. – № 23. – С. 26–27.
18. Кабак О. Біоенергетичні показники вирощування квасолі в умовах півдня України / О. Кабак // Зб. наук. пр. XXIII наук. конф. студ. та магістрів [«Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи»]. – Вінниця : РВВ ВДАУ, 2009. – С. 137–140.
19. Камінський В. Ф. Значення погодно-кліматичних умов у виробництві

зернобобових культур в Україні / В. Ф. Каменський, А. В. Голодна, С. А. Гресь // Корми і кормовиробництво : Міжвідом. темат. наук. зб. – Вінниця. – 2004. – № 53. – С. 38–48.

20. Камінський В. Ф. Агробіологічні основи інтенсифікації вирощування зернобобових культур В Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / В. Ф. Камінський. – Вінниця, 2006. – 48 с.
21. Камінський В. Ф. Зернобобові культури – джерело біологічного азоту / В. Ф. Камінський, А. В. Голодна, С. Дворецька // Вісн. аграр. науки. – 2000. – № 5 (спецвипуск). – С. 45–48.
22. Камінський В. Ф. Значення сорту в сучасних технологіях вирощування зернобобових культур / В. Ф. Камінський // Корми і кормовиробництво. – Вінниця, 2006. – № 57. – С. 84–94.
23. Камінський В. Ф. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу / В. Ф. Камінський, А. В. Голодна, Д. С. Шляхтуров // Землеробство : міжвід. темат. наук. зб. – К. : ЕКМО, 2008. – С. 109–114.
24. Камінський В. Ф. Сортова реакція квасолі на строки сівби та інокуляції насіння / В. Ф. Камінський, А. В. Голодна, О. Т. Дупляк // Зб. наук. пр. Ордена Червоного прапора Ін-ту землеробства Україн. акад. аграр. наук. – К. : Нора-прінт. – 2000. – Вип. 3–4. – С. 49–55.
25. Квасоля (Phastolus vulgaris L.) / Мін-во аграр. політики України. Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. – 2007. – С. 56–58.
26. Квасоля / В. Ф. Петриченко, М. П. Бойко, М. М. Мережко, С. П. Медвідь // В кн.: Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві / за ред. А. М. Розвадовського. – К. : Урожай, 1990. – С. 111–124.
27. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень : у 2 ч. / [Р. Н. Квєтний, І. В. Богач, О. Р. Бойкота та ін.] ; за ред. Р. Н. Кветного ; Вінн. нац. техн. ун-т. – Вінниця, 2012. – 235 с.

28. Клиша А. І. Взаємозв'язок ознак продуктивності та їхній вплив на урожайність квасолі / А. І. Клиша, І. В. Хорошун // Вісн. Полтав. держ. аграр. акад. – 2009. – Вип. 2. – С. 41–44.
29. Клиша А. І. Вихідний матеріал для селекції сортів квасолі з обмеженим ростом стебла / А. І. Клиша, І. В. Хорошун // Бюл. Ін-ту зернового господарства. – Дніпропетровськ, 2008. – № 33–34. – С. 262–264.
30. Кобак С. Я. Удосконалення елементів технології вирощування кормових бобів в умовах центрального Лісостепу України / С. Я. Кобак // Зб. матеріалів другої міжвузів. наук.-практ. конф. – 2002. – С. 43–45.
31. Ковальов В. Б. Землеробство Полісся в XXI столітті проблеми та шляхи їх вирішення / В. Б. Ковальов, В. П. Стрельченко // Зб. наук. пр. Ордена Трудового Червоного Прапора Ін-ту землеробства УААН. – К. : Нора Прінт. – 2000. – Вип. 2. – С. 94–101.
32. Ковальчук Д. П. Продуктивність сортів квасолі звичайної / Д. П. Ковальчук // Наук. вісн. нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія». – К., 2010. – Вип. 149. – С. 303–307.
33. Колотілов В. В. Генетичні ресурси зернобобових культур Устимівської дослідної станції рослинництва, результати та перспективи розвитку / В. В. Колотілов // Селекція та насінництво. – 2005. – Вип. 90. – С. 331–338.
34. Кононенко В. П. Выращивание фасоли овощной / В. П. Кононенко // Рослинництво. – 2009. – С. 44–53.
35. Крайняк О. К. Економічний та біоенергетичний аналіз технологій вирощування зернобобових культур / О. К. Крайняк // Інноваційна економіка : Всеукраїн. наук.-вироб. журн. Економічна діагностика підприємства. – 2008. – С. 109–113.
36. Методика біоенергетичної оцінки технології виробництва продукції тваринництва і кормів / [М. Ф. Кулик, А. О. Бабич, В. М. Семенчук та ін.]. – Вінниця, 1997. – 54 с.

37. Летуновский В. И. Выбор сорта – важнейшее условие эфективного возделывания гороха / В. И. Летуновский // Зернове культуры. – 1996. – № 1. – С. 16–18.
38. Лихацький В. І. Овочівництво. Біологічні особливості і технологія вирощування овочевих культур / В. І. Лихацький, Ю. Є Бургарт., В. Д. Васенович– К. : Урожай, 1996. – Ч. 2. − 360 с.
39. Лихочвор В. В. Квасоля звичайна Phastolus vulgaris L. / В. В. Лихочвар, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук // Зерновиробництво. – Львів : Українські технології, 2008. – 624 с.
40. Марков Л. Сучасні технології вирощування квасолі / Л. Марков // Агроном. – 2004. – № 3 (5). – С. 86– 88.
41. Марченко В. Механизованый технологический процесс производства фасоли / В. Марченко, М. Ґудзь // Овощеводство. – 2007. – № 9. – 80 с.
42. Мельник А. Особенности технологии выращивания фасоли овощной / А. Мельник, В. Гальчинская // Агрономическая тетрадь. – 2006. – № 6. – С. 28–33.
43. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп’яні та зернобобові культури) / [за ред. В. В. Волкодава]. – К., 2001. – 69 с.
44. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / [під ред. А. О. Бабича]. – Вінниця, 1998. – 79 с.
45. Минюк П. М. Фасоль / П. М. Минюк– 2-е изд. перераб. и доп. – Минск : Ураджай, 1991. – 96 с.
46. Мовчан К. І. Особливості формування продуктивності квасолі звичайної залежно від способу сівби та густоти рослин в умовах Правобережного Лісостепу України / К. І. Мовчан // Корми і кормовиробництво : Міжвід. темат. наук. зб. Ін-т кормів УААН. – Вінниця. – 2008. – № 62. – С. 189–193.
47. Цветная фасоль // Мой прекрасный сад. – 2011. – № 7. – С. 68–69.
48. Новосёлов Ю. К. Методические указания по проведению полевых

опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новосёлов, Г. Д. Харьков, Н. С. Шеховцева– М. : Всесоюз. науч.-исслед. ин-т кормов им. В. Р. Вильямса. – 1983. – 198 с.

49. Оверченко Б. Овощная фасоль / Б. Оверченко // Овощеводство. – 2006. – № 2. – С. 37.
50. Овчарук В. І. Агроекологічні особливості формування фотосинтетичних показників квасолі звичайної / В. І. Овчарук, О. В. Овчарук, Р. Ю. Гаврилянчик // Біологічні науки : вісн. Черкас. ун-ту. – 2011. –Вип. 204. – С. 131–136.
51. Овчарук В. І. Фотосинтетична продуктивність квасолі овочевої залежно від сорту в умовах південної частини західного Лісостепу / В. І. Овчарук, О. В. Овчарук, А. А. Мишак // Зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2012. – Вип. 20. – С. 10–14.
52. Овчарук О. В. Особливості формування врожаю квасолі залежно від морфологічних особливостей сортів в умовах Південної частини Західного Лісостепу України / О. В. Овчарук, М. Г. Голохоринська // Зб. наук. пр. / [за ред. М. І. Бахмата.]. – Кам'янець-Подільський, 2005. – № 13. – С. 124–126.
53. Овчарук О. В. Урожайність квасолі звичайної та вихід білка залежно від сортів, строків сівби і строків збирання в умовах південної частини західного Лісостепу / О. В. Овчарук, А. В. Степась, Ю. В. Околодько // Зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2012. – Вип. 20. – С. 47–52.
54. Овчарук О. В. Урожайність сортів квасолі звичайної залежно від строків сівби і строків збирання в умовах Південної частини Західного Лісостепу України / О. В. Овчарук // Зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2009. – Вип. 17. – С. 86–90.
55. Околодько Ю. В. Вплив способу сівби та норм висіву на масу 1000 насінин квасолі / Ю. В. Околодько // Зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський. – 2004. – Вип. 12. – С. 110–112.
56. Пархуць Б. І. Формування продуктивності квасолі звичайної залежно

від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Західного : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 08.00.03 «Економіка та управління національним господарством» / Б. І. Пархуць. – Вінниця, 2008. – 20 с.

57. Петриченко В. Ф. Бобові культури і сталий розвиток агроекосистем / В. Ф. Петриченко, В. Ф. Камінський, В. П. Патика // Корми і кормовиробництво : Міжвід. темат. наук. зб. Ін-ту кормів УААН. – Вінниця : Тезис. – 2003. – Вип. 51. – С. 3–6.
58. Петриченко В. Ф. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на структуру уражаю сої / В. Ф. Петриченко // Генетика, селекція і технологія вирощування сої в Україні і Молдові. – Одеса : ВСГІ, 1991. – С. 79–82.
59. Петриченко В. Ф. Вплив способів сівби і строків посівів на процес дозрівання та посіви якості насіння сої в Лісостепу України / В. Ф. Петриченко // Корми і кормовий білок : Матеріали І Всеукр. міжнар. конф. – Вінниця, 1994. – С. 173–175.
60. Петриченко В. Ф. Вплив способу сівби та густоти рослин на індивідуальну продуктивність рослин квасолі звичайної / В. Ф. Петриченко, К. І. Мовчан // Корми і кормовиробництво / Нац. акад. аграр. наук України : міжвід. темат. наук. зб. – Вінниця, 2010. – Вип. 67. – С. 64–69.
61. Петриченко В. Ф. Селекція квасолі в умовах Лісостепу України / В. Ф. Петриченко, С. В. Іванюк // Корми і кормовий білок : матеріали І Всеукраїн. міжнар. конф. – Вінниця : УААН, Ін-т. кормів., 1994. – С. 106–109.
62. Петриченко В. Ф. Формирование продуктивности бобов кормовых в условиях правобережной Лесостепи Украины / В. Ф. Петриченко, И. С. Колесник, С. Я. Кобак // Производство растениеводческой продукции : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Жодино ; Минск : ИВЦ Минфина. – 2008. – С. 142–145.

63. Петриченко В. Ф. Формування продуктивності сої залежно від способу механізованого догляду за посівами в умовах південно-західного Степу України / В. Ф. Петриченко, О. М. Дробітько // Зб. наук. пр. Вінн. держ. аграр. ун-ту. – Вінниця, 2009. – Вип. 38. – С. 60–66.
64. Покотило О. В. Квасоля / О. В. Покотило // Рек. з проведення весняно-польових робіт під урожай 2008 року в Київ. обл. Голов. упр. сільського господарства і продовольства Київ. облдержадміністрації ННЦ «Інституту Землеробства УААН» центр наук. забезп. АПВ Київ. обл. – К., 2008. – С. 36–39.
65. Полянська Л. Квасоля в сучасних умовах господарювання / Л. Полянська, О. Чалий, О. Гуторова // Пропозиція. – 2001. – № 11. – С. 44–45.
66. Попов О. П. Продуктивність та якість насіння квасолі залежно від режимів зрошення, добрив і норм висіву в умовах півдня України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / О. П. Попов. – Херсон, 2001. – 14 с.
67. Решетило Т. М. Вплив схеми розміщення і густоти стояння рослин квасолі овочевої на формування кореневої системи / Т. М. Решетило // Овочівництво і баштанництво. – 2007. – Вип. 53. – С. 657–663.
68. Рекомендації з проведення весняно-польових робіт / В. Ф. Сайко, В. Ф. Камінський, П. С. Вишнівський [та ін.] // ННЦ «Інституту землеробства УААН» центр наук. забезп. АПВ Київ. обл. – К., 2011. – 64 с.
69. Рекомендації з проведення весняно-польових робіт / В. Ф. Сайко, В. Ф. Камінський, П. С. Вишнівський [та ін.] // ННЦ «Інституту землеробства УААН» центр наук. забезп. АПВ Київ. обл. – К., 2006. – 64 с.
70. Сайко В. Ф. Технологія вирощування зернових колосових, зернобобових, круп’яних, олійних культур і кукурудзи / В. Ф. Сайко, В. Ф. Камінський, І. М. Свидинюк– К. : ЕКМО, 2008. – 40 с.

71. Сало О. С. Особливості формування урожаю і якості насіння квасолі в залежності від комплексного застосування агротехнічних та хімічних заходів боротьби з бур'янами в умовах Лівобережного лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / О. С. Сало – Х., 2002. – 19 с.
72. Силенко С. І. Аналіз сортозразків квасолі звичайної за придатністю до механізованого збирання урожаю / С. І. Силенко // Вісн. Полтав. держ. акад. – 2010. – № 3. – С. 68–71.
73. Силенко С. І. Селекційна цінність сучасного генофонду квасолі та створення вихідного матеріалу для селекції в лівобережній частині Лісостепу України : дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.05. / С. І. Силенко / Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Х., 2009. – 200 с.
74. Сич З. Д. Вплив норм висіву квасолі овочевої на густоту стояння рослин і тривалість вегетаційного періоду / З. Д. Сич, Д. П. Ковальчук // Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип. 145. – С. 127–130.
75. Сич З. Д. Підбір сортів квасолі виткої для умов Правобережного Лісостепу України / З. Д. Сич, В. Б. Кутовенко // Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – К., 2009. – Вип. 13. – С. 333–355.
76. Соловей Д. Ю. Досвід застосування енергетичного аналізу для оцінки технологічних процесів і технологій у рослинництві / Д. Ю. Соловей // Економіка АПК. – 2004. – № 3. – С. 91–94.
77. Квасоля / О. В. Солошенко, О. Ю. Гаврилович, В. І. Солошенко, С. І. Кочетові // В кн.: Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. – Х. : Торнадо, 2006. – 348 с.
78. Сучасна технологія вирощування квасолі в Україні. (Методичні вказівки). – Х., 2002. – 137с.
79. Сыч З. Малораспространенные бобовые овощные культуры / З. Сыч, Д. Ковальчук, И. Попович // Агрономическая тетрадь. – 2010. – № 6. –

С. 50–53.

80. Тараріко О. Г. Проблеми біологізації ґрунтозахисного землеробства в XXI столітті / О. Г. Тараріко // Зб. наук. пр. ордена Трудового Червоного Прапора Ін-ту землеробства УААН. – К. : Нора Прінт, 2000. – Вип. 2. – С. 49–53.
81. Технология возделывания фасоли. – Пенза, 2007. – 6 с.
82. Токмахова Л. Мікробні препарати на основі фосфат мобілізуючих мікроорганізмів у землеробстві / Л. Токмахова // Пропозиція. – 2006. – № 9. – С. 36–38.
83. Турін Є. М. Технологія насінництва сої у південному Степу / Є. М. Турін // Вісник аграрної науки. – 2007. – № 8. – С. 19–21.
84. Фасоль особо опекать не нужно // Огородник. – 2010. – № 11. – С.16–18.
85. Фурман Т. В. Особливості технології вирощування виткої квасолі / Т. В. Фурман, В. П. Дудчак // Зб. наук. пр. – Кам'янець-Подільський, 2004. – Вип. 12. – С. 112–115.
86. Швиденко М. В. Мінливість посівних та врожайних якостей насіння квасолі звичайної залежно від абіотичних і технологічних факторів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с-г. наук : спец. 06.01.14 «Насінництво» / М. В. Швиденько. – Х., 2006. – 20 с.
87. Шевніков М. Я. Оптимізація площі живлення різних сортів сої шляхом формування інтенсивної структури посіву / М. Я. Шевніков, О. М. Логвиненко // Вісн. Полтав. держ. аграр. акад. – 2012. – № 2. – С. 30–33.
88. Широкий уніфікований класифікатор України роду Phasoleus L. / Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юрєва УААН. – Х., 2004. – 42 с.
89. Шляхтуров Д. С. Вплив способів сівби та норми висіву насіння на врожайність квасолі / Д. С. Шляхтуров // Матеріали наук. конф. молодих вчених [«Проблеми сучасного землекористування»]. – К. : ЕКМО, 2003. – 136 с.

90. Шляхтуров Д. С. Вплив способу сівби, норми висіву та мінерального живлення на урожайність зерна квасолі / Д. С. Шляхтуров // Сучасна аграрна наука: напрями досліджень, стан і перспективи : наук. зб. другої міжвузів. наук.-практ. конф. асп. – 2002. – 193 с.

91. Шляхтуров Д. С. Вплив технологічних прийомів на урожайність квасолі звичайної. Роль біологічного землеробства у виробництві конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції / Д. С. Шляхтуров // Матеріали наук.-практ. конф. молодих учених і спеціалістів. – К. : ЕКМО, 2008. – С. 60–62.

92. Шляхтуров Д. С. Особливості формування продуктивності квасолі залежно від технології вирощування в умовах Північного лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / Д. С. Шляхтуров. – К., 2009. – 25 с.

93. Dry bean market value chain profile / Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. Republic of South Africa. – 2012. – 27 p.

94. Final performance report Specialty Crop Block Grant FB – 10 / Michigan Department of Agricultural // Grant Agreement 791N1300093 Assessment of «Narrow Row Technology» for the Michigan Dry Bean Indastry. – 2012. – January 31. – 10 p.

95. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Електронний ресурс] / Faostat. – 2013. – Режим доступу : http://www.faostat.fao.org