МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії

Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2023 р.

Зав. кафедри,

кандидат с.-г.н., доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА РІСТ І ФОРМУВАННЯ СОРТОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 25 м-а
спеціальності 201 Агрономія
ПАЦАЛЮК Ростислав Михайлович
Керівник: РОГАЛЬСЬКИЙ Сергій
к.с.-г.н., доцент

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....3
РОЗДІЛ 1 ШЛЯХИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)…….5
РОЗДІЛ 2 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ……..……14
РОЗДІЛ 3 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ… ...…19
3.1 Ґрунтово–кліматичні умови проведення досліджень……..….19
3.2 Погодні умови за період досліджень……..20
3.3 Методика та методи проведення досліджень……24
3.4 Характеристика досліджуваних сортів квасолі……...……..25
РОЗДІЛ 4 ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ, РОЗВИТКУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ КВАСОЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ…….…….27
4.1 Тривалість вегетаційного періоду рослин квасолі……..…..27
4.2 Тривалість міжфазних періодів в онтогенезі рослин квасолі……..29
4.3 Динаміка формування висоти рослин квасолі……..32
4.3 Густота стояння та виживання рослин квасолі ……34
4.4 Динаміка наростання вегетативної маси рослин квасолі…….36
4.5 Динаміка накопичення сухої речовини посівами квасолі…… ……...38
4.6 Динаміка формування площі листкової поверхні посівів квасолі……...41
4. 7 Вплив удобрення на структуру врожаю квасолі……..44
4.8 Урожайність квасолі залежно від удобрення ……48
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНІСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ……50
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....53
6.1. Моделювання та основи виробничої безпеки в охорони праці …...……...53
6.2. Охорона навколишнього природного середовища ….……58
ВИСНОВКИ……...…….. ….. …….....60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…… …….. ..62
ДОДАТКИ……68

ВСТУП

Рівень життя населення будь-якої країни останнім часом визначається кількістю білка, який споживає людина. За даними Інституту харчування, норма вживання людиною бобових в рік повинна складати 13 кг. В Україні за останні десять років якість харчування населення різко погіршилася. Причиною цього є різкий спад об'ємів виробництва високобілкових продуктів харчування тваринного походження та їх висока собівартість [1, 2]. На думку фахівців, продукція тваринництва майже досягла своєї біологічної межі і сподіватися на істотне підвищення продуктивності й валового виробництва продуктів тваринництва немає підстав [3].

Дефіцит білка у всьому світі знижується за рахунок використання білків тваринного походження [4]. В умовах реформування агропромислового комплексу України та скорочення виробництва тваринної продукції важливого значення набуло виробництво високобілкових продуктів рослинництва. Як наслідок цього, за останні роки різко виріс попит на насіння зернобобових культур. Серед зернобобових культур чільне місце займає квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.), що містить у середньому 24 % білка, який за амінокислотним складом близький до білків тваринного походження. Квасоля є однією з найважливіших, яка в останні роки перестала бути монополією городників і дачників. Цю культуру стали вирощувати в промислових масштабах, зокрема, крупні агрохолдинги, адже мода на вегетаріанство змусила заклади харчування і простих господинь згадати традиційні страви з квасолі, які стають значно популярнішими за продукти з сої, яку в Україні почали вживати в їжу лише близько 20 років тому [5, 6].

Слід відмітити, що за останні десятиріччя площі під цією культурою були незначні, вирощували її здебільшого на присадибних ділянках.

Упродовж останніх п'яти років виробництво квасолі зросло від 28,8 до 43,3 тис. т. В Україні розпочинається промислове виробництво квасолі. Корпорація «Сварог Вест Груп» почала вирощувала цю бобову культуру в промислових масштабах, засіявши нею 2,1 тис. га у Хмельницькій та Чернівецькій областях. До структури посівів було включено 6 сортів білої,

чорної та червоної квасолі іноземної селекції. Середня врожайність становила 2,4 т/га [8, 9, 10].

Вирощування квасолі обумовлене економічною та агрономічною привабливістю. Ця рослина належить до цінних попередників майже для всіх сільськогосподарських культур. Квасоля не є винятком серед бобових культур, які є азотфіксуючими (тобто збільшують вміст азоту в ґрунті). Відповідно ця культура збагачує ґрунт макро- та мікроелементами, що робить її надзвичайно корисною складовою сівозміни, а також одним із найкращих попередників зернової групи.

РОЗДІЛ 1
ШЛЯХИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

В умовах сьогодення все частіше звучить тривожне повідомлення про білкове голодування, причиною якого є нестача та скорочення виробництва білків тваринного походження та нерівномірний його розподіл, адже проблема продовольства для людини існувала завжди. Це одна з найдавніших глобальних проблем людства, оскільки продукція тваринництва майже досягла своєї біологічної межі, і розраховувати на істотне підвищення продуктивності й валового виробництва продуктів тваринного походження немає підстав [3,11, 12]. Скорочення виробництва продукції тваринництва викликало необхідність збільшення частки рослинного білка. Населення України споживає 67–70 % білка рослинного та 30–32 % – тваринного походження. У вирішенні проблеми нестачі білків тваринного походження важливу роль відіграє квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris L.*) [13, 14]. Нестача білка в харчуванні людини впливає на фізичну працездатність, ріст і розвиток молодого організму, інтелектуальний розвиток людини та її довголіття. Найважливішою складовою їжі є білки, оскільки саме ця група макронутрієнтів забезпечує ріст, утворення нових та відновлення ушкоджених тканин [15].

За свідченнями фахівців Всесвітньої організації охорони здоров'я, споживання людським організмом білка в кількості нижче рекомендованої мінімальної потреби (35–40 г/добу) викликає білкову недостатність, яка може негативно позначитися на життєдіяльності організму (зниження маси тіла, уповільнення росту, затримка психологічного розвитку дітей, зниження імунітету, порушення роботи внутрішніх органів тощо) [15, 16].

Встановлено, що близько 1 млрд населення у розвинених країнах споживають 75 % норми цінного білка, а решта 25 % припадає на населення інших країн, тобто на решту 5 млрд, у яких добова частка спожитого тваринного білка становить лише 10–15 г. Тобто майже 2/3 населення Землі живе на межі голоду. Україна не є винятком, особливо в останній час, коли досить суттєво зросли ціни на м'ясо. Загальний дефіцит білка на планеті

становить 10–25 млн тонн на рік. Тому надзвичайно важливе значення у вирішенні проблеми нестачі білка тваринного походження мають зернобобові культури [15, 17, 18, 19]. Незважаючи на цінність зернобобових культур, їх площі після 1990 року в Україні значно скоротилися. Також останнім часом поля України займають культурами, які є сировиною для виробництва біоетанолу та біодизеля [16].

Квасоля належить до зернової бобової культури. У харчуванні використовують недозрілі боби (лопатки) та насіння квасолі. Рід квасолі нараховує майже 230 видів, які поділяються на дві групи: американська та азійська, які відрізняються формою та розміром насіння. В Україні більш поширений вид – квасоля звичайна, яка належить до американської групи. Особлива користь квасолі в її харчовій цінності, а саме у гармонійному поєднанні високоякісного білка з цукром, крохмалем, вітамінами, мінералами і незамінними амінокислотами. Квасоля збагачена вітамінами А, B_1, B_2, B_6, С, РР, каротином і містить велику кількість вітаміну Е – природного антиоксиданту. Такий комплекс вітамінів позитивно позначається загалом не лише на стані організму, але й на шкірі, нігтях і волоссі. При цьому користь стручкової квасолі не поступається звичайній [20].

У насінні квасолі міститься 28-30 % білка, 45-52 % вуглеводів, в тому числі 5,2 % цукрів, 1,8 % жиру, 4 % мінеральних речовин і вітаміни А, B_1, B_2 та ін. У зелених бобах накопичується 15,7 % білка та до 12 % цукру. За даними ряду науковців, вміст білка, що в насінні квасолі, може варіювати від 16 до 32 % [21, 22, 23]. За вмістом білка квасоля прирівнюється до м’яса (20–22 %), молока та переважає рибу (18–19 %). Необхідно зазначити, що вона в 1,5–2 рази переважає зернові культури (пшеницю, ячмінь, жито, кукурудзу) [24].

Завдяки високій концентрації незамінних амінокислот (лізину, триптофану, гістидину, метіонину), білок квасолі за своїм складом прирівнюється до білків тваринного походження. Залежно від кулінарної обробки, білки квасолі засвоюються на 87 і більше відсотків та мають високу калорійність [25, 26].

Амінокислотний склад насіння квасолі вказує на незаперечну біологічну цінність її як продовольчої культури. Білки квасолі можуть повністю покривати потребу в них організму. За високий вміст білків, їх біологічну повноцінність квасолю називають рослинним м'ясом, оскільки вона може повністю замінити його в харчуванні людини. Висока харчова цінність квасолі зумовлюється наявністю в її насінні великої кількості вітамінів, які необхідні для нормального функціонування організму, зокрема це каротин, B_1, B_2, С та ін. [27].

Зерно квасолі значно переважає більшість зернобобових культур за вмістом зольних елементів. Заліза в ньому міститься у 2,8 рази, фосфору – 2,6, калію – 3,3, магнію – 4,5, кальцію – у 15 разів більше, ніж у м'ясі, а також мінеральні речовини, вітаміни, зокрема вуглеводи (54,5 %), представлені переважно крохмалем [87]. Зерно квасолі має високу калорійність (336 ккал в 100 г сухого насіння) та за енергетичною цінністю переважає яловичину більше ніж у 2 рази, картоплю – 3,5, капусту – 5 та в 7 разів рибу [60, 203]. Квасолю широко використовують у науковій та народній медицині для лікування цукрового діабету, ревматизму, нирок, набряків [27, 28].

Зелені боби квасолі з дрібним насінням використовують для приготування гарнірів, а також для салатів. Переробна промисловість країн Західної Європи заморожує, консервує, засолює, квасить та сушить нестиглі боби квасолі [29, 30].

Квасоля є цінним попередником для багатьох культур, зокрема і для озимої пшениці. Вона є просапною культурою та досить швидко звільняє поле. Характерною властивістю квасолі є здатність до азотфіксації атмосферного азоту (після збирання залишається 50–100 кг азоту на 1 га, що рівноцінно внесенню в ґрунт 20 тонн гною) [23, 31].

Після отримання врожаю нестиглих бобів, зелену масу рослин заробляють в ґрунт в якості сидерату, що є прекрасним удобренням для наступних культур. Також бобові культури підтягують до верхніх горизонтів молібден, тому після квасолі добре росте капуста, яка до цього мікроелементу надзвичайно чутлива [32].

Такі різносторонні показники використання продукції квасолі підтверджують високу цінність цієї культури.

За даними ФАО, посіви зернової квасолі в світі займають близько 25 млн га – від тропіків далеко вглиб до зон помірного клімату. В південних регіонах вирощують переважно зернові сорти, а в північних, як правило, овочеві. Врожаї зерна в середньому складають 1,0–1,2 т/га (в кращих господарствах 2,5–3,0 т/га), зелених бобів 6,0–20,0 т/га [1, 9, 33]. Найбільші площі під цією культурою сконцентровані в тропічних та субтропічних поясах обох півкуль. Більше половини – в країнах Америки: Мексиці (1,9 млн га), Бразилії (4,7 млн га), США (695 тис. га), Аргентині, Чилі, Гватемалі, Колумбії та ін., де близько 10 % щоденної дієти складає квасоля. Ці країни є основними експортерами її насіння. Також великі площі під цією культурою зосереджені в Канаді та Кубі. В Азії її вирощують в КНР, Японії, Бірмі, Туреччині, Ірані, Індії, Пакистані та В'єтнамі. В країнах Європи головними виробниками квасолі є Іспанія та Португалія [16, 34].

Квасоля – традиційна культура України. За останні кілька років виробництво квасолі зросло більш, ніж на 30 %. Якщо в 2005-2018 рр. в Україні вирощувалося 30-35 тис. т квасолі, то в 2015-2016 рр. виробництво досягло 40-50 тис. тонн, а в 2017 р. зросло до 64,3 тис. тонн, що є одним з найвищих показників з часів незалежності України. Середня врожайність квасолі в 2017 посушливому році знизилася до 1,59 т/га, порівняно з більш сприятливим 2016 роком. Фактична врожайність квасолі по всіх категоріях господарств України значно поступається біологічній. Якщо потенційна врожайність сортів квасолі перевищує 2,0 т/га, то фактична знаходиться у межах 1,5-1,7 т/га [9, 16, 34, 35].

Зважаючи на те, що більшість квасолі в попередні роки було вирощено господарствами населення, на внутрішньому ринку сформувався дефіцит її товарної пропозиції. У наступні роки попит внутрішнього ринку перевищуватиме існуючу пропозицію. До того ж, вітчизняні виробники матимуть можливість особисто або через посередників реалізовувати

вирощену продукцію на зовнішніх ринках, оскільки попит світового ринку на квасолю теж знаходиться на високому рівні.

Особливістю мінерального живлення бобових культур і квасолі зокрема, є те, що процес споживання основних елементів, зокрема азоту та фосфору, дуже розтягнутий впродовж вегетації [226, 281]. Крім того, він тісно пов'язаний з процесом накопичення і використання рослинами фіксованого з атмосфери азоту. До родючості ґрунту квасоля більш вимоглива, ніж горох. Для формування 1 ц зерна і відповідної кількості соломи, квасолі необхідно, кг/га: 3,5–5,5 азоту, 1,2–1,7 фосфору, 2,5–3,5 калію, 1,7–3,0 кальцію, 0,5–1,3 магнію та інших мікроелементів [36, 37, 38].

Квасоля добре росте на родючих, багатих на органічну речовину, легких і чистих від бур'янів ґрунтах зі слабкокислою або нейтральною реакцією ґрунтового розчину. Високий урожай бобів дає квасоля також при вирощуванні на окультурених торфовищах. Непридатні для її вирощування кислі, важкі, холодні та заболочені ґрунти, а також із близьким заляганням ґрунтових вод. Для того, щоб добре розвивалися азотофіксуючі бактерії на кореневій системі, насіння обробляють препаратом нітрагіном. На невеликих площах із цією метою можна вносити (розсівати) ґрунт, взятий з площі, на якій вирощувалася квасоля [39]. Внесення фосфорно–калійних добрив під посів квасолі підвищує продуктивність рослин у молочно- восковій стиглості та покращує якість урожаю [40,41,42, 43].

Квасоля добре реагує на післядію органічних і мінеральних добрив, внесених під попередник. Проте, внесення невеликих доз гною безпосередньо під квасолю сприяє підвищенню врожаю. Фосфорно – калійні добрива (45-60 кг/га) вносять під зяблеву оранку [45,46], а азотні на бідних ґрунтах Полісся – навесні під культивацію в дозі 20-25 кг/га [47,48].

При недостатній кількості в ґрунті легкорухомих форм мінеральних речовин, квасоля особливо добре реагує на диференційоване дрібне внесення добрив під основний обробіток, при сівбі та в підживлення [49,50].

До 70 % загального споживання азоту квасоля забезпечує себе біологічною фіксацією його з повітря шляхом симбіотичної діяльності з

бульбочковими бактеріями [51, 52, 53]. За нормальних умов для діяльності бульбочкових бактерій не потрібні азотні добрива. На бідних гумусом ґрунтах і недостатньому рості рослин можна після ґрунтової діагностики внести 30–40 кг азоту на гектар [54]. Визначати потребу азотного підживлення можна по розвитку бульбочок на кореневій системі: якщо їх мало (менше 5 на одну рослину) і вони сірі всередині – є потреба в підживленні; якщо бульбочок багато, вони крупні з рожевим м'якишем – азотфіксація відбувається активно і підживлення не потрібне [55, 56, 57].

За даними А. В. Голодної [58], квасоля належить до культур досить вибагливих до мінерального живлення. Так, нестача азоту в ґрунті призводить до пожовтіння листя у сходів квасолі, фосфору – до затримки росту і розвитку молодих рослин. При цьому в рослинах змінюється колір листя на більш матовий, з часом воно жовкне з появою почервонінь. Нестача калію викликає хлорози та пожовтіння листя. Азотного живлення рослини квасолі потребують в початковий період свого розвитку, оскільки квасоля може забезпечити себе фіксованим азотом лише на 50 % [59,60]. Фосфорно–калійні добрива, без азотних, знижують врожайність та зменшують масу рослини до 25 %, порівняно з контролем. Подвійна концентрація N, P, K в поживній суміші в початковий період росту і у фазі зелених бобів більш сприятлива для урожаю [61].

Впродовж вегетаційного періоду квасолі основні елементи живлення засвоюються нерівномірно. Нагромадження в рослині азоту, фосфору та калію спочатку відбувається повільно, а потім, у період між фазами повного цвітіння до пожовтіння нижніх бобів – посилюється [62]. За цей період, який триває приблизно 40–45 діб, засвоюється близько 80 % цих елементів, зокрема азоту 78,5 %, 50 % фосфору, 82,2 % калію, тоді як від фази сходів до цвітіння засвоюється лише 16,6 % азоту, 10,4 % фосфору, 24,7 % калію [63, 64].

Період максимального засвоєння азоту припадає на фазу цвітіння та формування бобів квасолі та сягає 5 кг/добу. Фосфор з ґрунту рослини починають засвоювати одразу через 3–5 діб після появи корінців. Період максимального засвоєння припадає на фазу формування бобів – 0,45 кг/добу.

Калій здатен швидше мігрувати в рослину, ніж азот і фосфор. Він виконує роль балансуючого елемента в живленні рослин азотом і фосфором. У період максимального споживання рослини квасолі виносять його 1,9 кг/га добу [21, 64,65].

При розробці системи удобрення слід враховувати вміст поживних речовин в ґрунті, які знаходяться в мінімумі, а також відношення культур до катіонного та аніонного складу добрив [66]. Бобові культури, до яких належить квасоля, характеризуються досить високими темпами засвоєння поживних речовин до фази цвітіння. Вони відмінно реагують на післядію органічних та мінеральних добрив, а також на вапнування. Як відмічає Д. С. Шляхтуров [44, 45], при вирощуванні квасолі науково–обґрунтована система удобрення може дати приріст врожаю до 5,3 ц/га.

Квасоля потребує інтенсивного удобрення у зв'язку з нетривалим періодом живлення. Найбільш вибаглива вона до вмісту в ґрунті калію і кальцію. Для вирощування на зерно рекомендується вносити фосфорно-калійні добрива (40–60 кг/га діючої речовини), які значно підвищують врожайність, прискорюють достигання, а також посилюють стійкість рослин проти хвороб [13, 67]. Кращим калійним добривом для квасолі є сульфат калію. На легких опідзолених ґрунтах за 2-3 роки до сівби рекомендується вносити 1,5–2,0 т/га розмеленого вапняку [24].

При вирощуванні квасолі можна розраховувати дози фосфорно– калійних добрив для створення бездефіцитного балансу в ґрунті, проте цього не можна зробити для азоту, який має значно складніший цикл перетворень у природі. Кругообіг азоту не обмежується системою рослина – ґрунт, але й за рахунок азотфіксуючої та денітрифікуючої здатності мікроорганізмів охоплює атмосферу. Тому застосування азотних добрив повинно базуватись на конкретних знаннях природного азотного циклу, на усвідомленні реальних масштабів використання біологічного азоту за рахунок азотфіксації мікроорганізмами [68].

Ряд вчених пропонує диференційований підхід при застосуванні біологічного і мінерального азоту в живленні бобових рослин [69].

Результати проведених низки авторів досліджень вказують на те, що застосування доз азотних добрив вищих за 20–30 кг/га пригнічує симбіотичну азотфіксацію. Середні дози добрив пригнічують симбіотичну, але активізують асоціативну або несимбіотичну азотфіксацію [70].

Останнім часом приділяється багато уваги вивченню питань, пов'язаних з несимбіотичною азотфіксацією та її значенням для росту, розвитку і формування врожаю рослин [71]. Ряд закордонних і вітчизняних дослідників [70, 72] вказують на те, що 80 % азоту, фіксованого завдяки асоціативній азотфіксації діазотрофними мікроорганізмами, виділяється в навколишнє середовище. Це сприяє тому, що завдяки асоціативній фіксації, рослини на 10–45 % задовольняють свої потреби в азоті.

У той же час, ряд вчених [70, 73] відмічають, що відсоток використання мінерального, симбіотично фіксованого азоту та його реутилізації із вегетативних органів рослин квасолі залежить від ґрунтово– кліматичних умов вирощування та удобрення. Муратов О. О. у своїх дослідженнях виявив, що в умовах Амурської області районований сорт квасолі Янтарна формує насіння здебільшого (на 66 %) за рахунок азоту, реутилізованого з вегетативних органів, і на 34 % за рахунок ґрунтових запасів азоту, який поступав у рослинний організм в період формування та наливу насіння. Відзначено, що 70 % азоту реутилізується з листків, близько 20 % – зі стебел, а з коріння, зокрема за рахунок бульбочок – близько 10 % [73].

Квасоля потребує також і мікроелементів. Найважливішими з них є бор, марганець, цинк, молібден. Доза внесення залежить від вмісту цих елементів в ґрунті. Неабияке значення для квасолі має молібден. За відсутності цього елементу, бульбочкові бактерії не розвиваються [71]. Кальцій і магній рослинам квасолі потрібен для формування повноцінного і якісного насіння. Максимальна кількість кальцію і магнію споживається на 70–й день після сходів і становить 1,5 кг/добу. Сірка – виключно важливий елемент живлення для квасолі – високобілкової культури. Максимальна кількість сірки засвоюється рослинами квасолі у фазі формування бобів – 1,7 кг/добу. Дуже

важливу роль для росту і розвитку квасолі відіграють мікроелементи: молібден, марганець, бор, цинк та мідь [56].

При створенні сприятливих умов живлення та розробці системи удобрення під квасолю, необхідно враховувати ґрунтово – кліматичні умови регіону, особливості процесу симбіотичної азотфіксації та споживання азоту квасолею впродовж вегетаційного періоду [74]. Вимагають вивчення питання впливу доз мінеральних добрив на ріст, розвиток та формування показників фотосинтетичної і симбіотичної продуктивності, а також урожайності та якості насіння квасолі.

РОЗДІЛ 2
БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

Квасоля належить до родини бобових (*Leguminosal Juss*) і роду *Phaseolus L*. Цей рід об'єднує понад 250 видів, які розповсюджені в тропіках та субтропіках Америки, Азії та Африки . Найпоширенішим видом квасолі в Україні є звичайна квасоля (*Phaseolus vulgaris* L.). Звичайна квасоля відрізняється великим різноманіттям ознак. Найбільш мінливими є вегетативні частини рослин (листя, стебло), боби та насіння, тому цей вид представлений великою кількістю сортів.

Квасоля має трав'янисте стебло, яке іноді дерев'яніє в основі. Довжина стебла кущових форм складає 25–45 см, у форм, які мають завиваючу верхівку – 50–75 см, у напіввитких – до 1,5 м, витких – до 2–5 м. За характером росту квасоля поділяється на дві великі групи: з необмеженим (індетермінантним) і з обмеженим (детермінантним) характером росту. Коренева система добре розвинена. Корінь – стрижневий, який може проникати в ґрунт на глибину до 1 метра. Бічні корені надзвичайно розвинені і проникають в ґрунт на глибину до 60 см. На коренях квасолі розвиваються бульбочкові бактерії (*Rhisobium phaseoli).*

Насіння квасолі має різну форму, розмір та забарвлення. Квітки зібрані в пазушні китиці, в яких міститься від 2 до 12 квіток. Забарвлення квіток дуже різноманітне: біле, зелено-біле, рожеве, червонувате, світло-фіолетове і темно-фіолетове. Плід квасолі – біб. Довжина бобу варіює від 5 до 25 см, а ширина – від 0,6 до 2,0 см. Боби бувають лущильними, напівцукровими та цукровими (спаржеві сорти). Форма та колір бобів надзвичайно різноманітні. Біб вміщає від 2 до 10 насінин.

Сорти квасолі (занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні) характеризуються довжиною рослин не більше 50-60 см, кущові, середньостиглі, з масою 1000 зерен до 300 г та білим забарвленням насінин. Всі вони зернового використання. Такі

особливості дають змогу для технологічного вирощування квасолі на зерно з механізованим збиранням врожаю.

Більшість сортозразків, які вирощуються в Україні – рослини короткого дня. За вирощування в умовах довгого дня зразки цієї групи затримують цвітіння та плодоутворення, утворюючи велику вегетативну масу, а також може спостерігатися зміна форми куща. Велика кількість сортів не реагує на тривалість дня. Вони належать до групи нейтральних. Та в умовах довгого дня не запізнюються з цвітінням та плодоношенням. Група сортів довгого дня малочисельна та представлена переважно овочевими сортами. Вивчення впливу тривалості освітлення на ріст та плодоношення квасолі засвідчує, що тривалість дня не має значного впливу на врожай зерна квасолі, висоту та масу рослин. Квасоля також добре переносить затінення.

Квасоля вимоглива до світла, дуже чутлива до його нестачі, особливо в перші фази росту й розвитку. В період цвітіння вимогливість до освітлення дещо зменшується. Рослини, які ростуть за недостатнього освітлення чи затінення, витягуються, стають кволими, що негативно позначається на врожайності. Вимоги квасолі звичайної до інтенсивності освітлення різноманітні та залежать від місця вирощування. Вранці та ввечері листки квасолі приймають таке положення, що промені сонця потрапляють на них вертикально і вони краще освітлені. Із настанням темряви основний черешок листка трохи підіймається, а листкові пластинки поникають донизу. В посуху, за яскравого сонця, листкові пластинки розміщуються стрілчато, таким чином зменшуючи поверхню. Максимальна інтенсивність фотосинтезу в квасолі забезпечується за інтенсивності світла в межах 6 тис. лк.

Квасоля – теплолюбна рослина. Для нормального росту та розвитку квасолі протягом вегетаційного періоду необхідна сума ефективних температур 2300–3000. Насіння квасолі починає проростати при 10-12° С. Якщо температура ґрунту тривалий час тримається нижче 10° С, то насіння починає псуватися. Сіють квасолю, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється

до 12–14 °С. Багатьма дослідниками доведено, що для проростання насіння температура повинна бути не нижчою за 8–10 °С, але дружніші сходи з'являються за 12–14 °С. За температури ґрунту 8–10 °С проростання затримується, а сходи з'являються на 18–20 добу. За нормальних погодних умов сходи з'являються через 7–10 діб, а в окремі роки, за холодної дощової весни, через 17–21, а під час посухи – і через 25–32 доби.

Важливим чинником, який визначає вплив температури на рослини квасолі, є забарвлення насіння. Це зумовлюється наявністю антоціанів, які, будучи антибіотиками, підвищують холодостійкість клітин і вбивають гнилісні організми, захищаючи проростаюче насіння від загнивання.

Найбільшою мірою це властиво темнозабарвленим насінинам квасолі. Так, світлонасінні сорти квасолі звичайної проростають при 9–12 °С, темнозабарвлені – при 7–8 °С. Мінімальна температура ґрунту для проростання насіння квасолі для білонасінних сортів +7 °С. Нормальний ріст і розвиток рослин квасолі можливий лише за температур вищих +10 °С. За зниження температури до +5 °С рослини жовтіють і затримуються в рості, а довготривале зниження температури до 1 °С може призвести до пошкодження і навіть повної загибелі рослин. Відставання в рості залежить від періоду і стану, в якому рослини піддаються дії холоду: найменше – в період сходів, і найбільше – в період бутонізації і цвітіння.

Квасоля є нестійкою до приморозків. За температури близької до 0 °С ріст рослин пригнічується, тривале зниження температури до мінус 0,5–1 °С призводить до загибелі. Проте, деякі сорти квасолі звичайної можуть переносити короткотривалі приморозки до мінус 3 °С, а восени до мінус 4 °С. Рослини квасолі пошкоджуються у фазі цвітіння за температури мінус 0,5 °С, в період молочної стиглості – мінус 2 °С. Особливо чутлива до знижених температур квасоля в період цвітіння. За нестачі тепла і сирої погоди спостерігається опадання значної кількості квіток і бутонів, в результаті – урожай знижується. У різні періоди життя рослини квасолі по-різному реагують на підвищення температури повітря. Відмічено, що квасоля в ранніх фазах значно легше сприймає спеку, ніж в період бутонізації та

цвітіння. Тому в цей час важливе значення має постійність температури, яка повинна бути в межах 20–25 °С. За різких перепадів температури дня та ночі квасоля знижує утворення плодів.

Квасолю вважають посухостійкою рослиною, але в посушливі роки врожай її різко зменшується. Необхідність квасолі у волозі значною мірою залежить від фаз розвитку. Вона особливо вимоглива до вологи в період проростання насіння і появи перших сходів, у фазі бутонізації, цвітіння і дозрівання. Від сходів до цвітіння квасоля менше страждає від нестачі вологи, ніж в наступні періоди. Основна причина такої властивості квасолі зумовлена розвитком її кореневої системи. В молодому віці маса коренів квасолі дорівнює або дещо більша ваги надземної маси. У період цвітіння та зав’язування бобів, квасоля особливо чутлива до нестачі вологи, оскільки коренева система ще не здатна забезпечити вологою добре розвинену надземну частину.

Найкраще розвивається квасоля на теплих супіщаних, насичених вапном ґрунтах. Для неї підходять також зв’язкові чорноземні ґрунти. Важкі глинисті і холодні ґрунти з кислою реакцією абсолютно непридатні, як і ґрунти з високим рівнем ґрунтових вод і застоєм води. Високу врожайність формує квасоля на чорноземних, середньосуглинкових, чистих від бур’янів ґрунтах. І не може рости там, де ґрунтові води розміщені вище одного метра. Головною причиною поганого росту квасолі на них є недостатнє засвоєння азоту, що призводить до азотного голодування. Низька температура в зоні коріння порушує не стільки надходження поживних речовин, скільки синтез органічних продуктів, від наявності яких залежить нормальний хід процесів росту.

Квасоля добре росте на слабо-кислих і дає більш високі врожаї на ґрунтах, близьких до нейтральних. Оптимальна величина pH для квасолі знаходиться в межах від 6,0 до 7,5. На дуже кислих та засолених ґрунтах урожайність квасолі різко знижується. Особливо чутливими до кислої реакції ґрунту є сходи квасолі. На таких ґрунтах затримується розвиток бульбочкових бактерій і послаблюється дія нітрогену. Особливо небажано

розміщувати посіви квасолі на кислих ґрунтах в північних районах вирощування. Але при високій культурі вирощування, достатньому внесенні органічних і мінеральних добрив квасоля забезпечує гарні врожаї і на ґрунтах з pH 5,5–6.

Квасоля звичайна є самозапильною рослиною, але спостерігається і перехресне запилення. У різних регіонах воно сягає від 1 до 26 %. Схильність до перехресного запилення у квасолі звичайної підвищується з півночі на південь. Так, в Швеції воно складає 0–0,3 %, в умовах Саратовської області 0,5–5 %, Грузії 5,7–20,8 %. Запилювачами квасолі можуть бути різні комахи – мухи, джмелі, а також трипси, які розповсюджені у великій кількості на посівах цієї культури.

Квасоля порівняно невимоглива до попередників. Бажаними попередниками для неї є огірки, капуста, картопля; добрими – коренеплоди і баштанні культури. Не можна повертати квасолю на ту ж ділянку раніше трьох-чотирьох років через ймовірність прояву шкідників і хвороб. Знання важливих біотичних та абіотичних чинників, які впливають на формування продуктивності рослин, допоможе глибше дослідити вимоги квасолі зернової до чинників навколишнього середовища та сприятиме розробці елементів адаптивної технології вирощування культури [21, 75]..

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оптимізація технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема квасолі, передбачає врахування погодно – кліматичних та ґрунтових умов, а саме: температурного режиму повітря та ґрунту, кількості опадів, тривалості і строків настання теплого періоду, агрохімічних та водно – фізичних властивостей ґрунту. Цей аналіз дозволяє передбачити особливості росту, розвитку та продуктивність польових культур в окремих екологічних нішах, допомагає адаптувати існуючі технології вирощування сільськогосподарських культур для кожної конкретної зони.

Польові дослідження з вивчення впливу елементів технології вирощування на продуктивність квасолі звичайної проводили впродовж 2023 року в стаціонарній польовій сівозміні кафедри рослинництва УНУС.

3.1. Ґрунтово–кліматичні умови проведення досліджень

Отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур (в даному випадку сої) значною мірою залежить від ґрунтово – кліматичних умов вирощування культури, а також від рівня родючості ґрунту. Всі ці чинники в сукупності впливають на структуру врожаю культури, зокрема на кількість бобів на рослині, кількість зерен у бобі, масу 1000 насінин [10, 67].

Ґрунтовий покрив сформувався в умовах складної літологічної диференціації ґрунтоутворюючих порід та рельєфу, що обумовило його значну різноманітність. Для кожного з регіонів області характерні свої геологічні та біокліматичні особливості, але в цілому всій території властивий чорнозем малогумусний середньо суглинковий.

Сучасний ґрунтовий покрив області сформувався під впливом ґрунтотворних порід, рельєфу, клімату, рослинного покриву та господарської діяльності людини (табл. 1).

Таблиця 1

Агрохімічні показники чорнозему малогумусний середньо суглинковий.

Показник	Одиниці виміру	Середнє значення по полю	Рівень забезпеченості
Кислотність обмінна	-	6,1	нейтральний
Гумус	мг/кг	1,9	низький
Азот мінеральний	мг/кг	5,9	низький
Фосфор рухомий	мг/кг	54,3	середній
Калій обмінний	мг/кг	132	середній
Кальцій обмінний	мг/кг	1920	середній
Магній обмінний	мг/кг	90	середній
Сірка рухома	мг/кг	5,5	низький
Мідь рухома	мг/кг	0,66	високий
Цинк рухомий	мг/кг	2,15	середній
Кобальт рухомий	мг/кг	0,45	високий
Марганець рухомий	мг/кг	12,4	середній
Сума ввібраних основ	ммоль/ 100 г	11,2	середній
Електропровідність	мСм/см	< 0,1	низький

Як засвідчують дані таблиці 1, ці ґрунти родючі, придатні під усі районовані в зоні сільськогосподарські культури і плодово–ягідні насадження. Згідно з агрохімічним обстеженням дослідних ділянок, кислотність ґрунту знаходиться в задовільному діапазоні для вирощування квасолі. Негативного впливу розчинних солей (за показником електропровідності) на культуру квасолі не виявлено. Перед сівбою необхідно провести інокуляцію квасолі бактеріальним препаратом симбіотичних азотфіксаторів для квасолі. Для досягнення запланованого рівня врожайності необхідно внести добрива згідно розрахунків на запланований врожай.

3.2. Погодні умови за період досліджень

З огляду на те, що форми рельєфу регіону різноманітні, тому неоднакові його природні умови. В цілому це теплий регіон, суми активних температур тут коливаються в межах 2700-3000 °С. Середня температура

липня становить 19-20 °С, а січня -4,2 - 4,5 °С нижче нуля. Період з середньодобовою температурою повітря понад 10 °С триває 180-185 діб, а з температурою понад 15 °С – 115-130 діб. Останні весняні приморозки закінчуються в другій та третій декаді квітня, а перші осінні – наступають на початку другої декади жовтня; безморозний період триває, в середньому, 170-175 діб.

За умовами зволоження регіон належить до зони помірного зволоження, проте розподіл опадів по території нерівномірний. Річні суми опадів коливаються в межах 450-650 мм, ГТК становить 1,3-1,8.

Територія Уманського району має м'який помірно - континентальний клімат. Він сформувався під впливом сонячної радіації, що потрапляє на поверхню, циркуляції повітряних мас і рельєфу території. Величина сонячної радіації залежить від кута падіння сонячного променю, який змінюється від 64-650 в червні до 17-180 в грудні. Поверхня області отримує в середньому за рік 48 ккал/см^2 тепла. Розподіл тепла та інші кліматичні показники (атмосферний тиск, опади, напрям і сила вітру) визначаються насамперед рельєфом.

Вегетаційний період 2023 року був своєрідний за погодно – кліматичними умовами, загалом досить спекотним та посушливим. Середньодобова температура повітря в квітні становила 16,4 °С, що на 5,5 °С перевищувало температуру за середніми багаторічними показниками. Сівбу квасолі проводили 23 квітня, тому на початок сівби ґрунт був добре прогрітий. Температура ґрунту на глибині 10–12 см становила 8–10 °. Проте, вологи для набубнявіння і проростання насіння було недостатньо. Зокрема, в квітні загальна кількість опадів склала всього 27,4 мм, тоді як багаторічна норма – 45,0 мм; Кс при цьому складав – 1,3. Вологозабезпеченість вегетаційного періоду в цілому була незначною, сума активних температур за вегетаційний період була вищою за багаторічну на 206 °С (Кс = 1,4), особливо невелика кількість опадів випала у перші 14 діб після сівби культури. Так, в ІІІ декаді місяця зафіксовано всього 4,4 мм опадів, в І декаді травня вони були відсутні взагалі. Внаслідок недостатньої

кількості опадів, сходи квасолі з’явилися із запізненням та нерівномірно. Для дружних сходів квасолі дуже важлива достатня кількість вологи в посівному шарі ґрунту, оскільки при проростанні насіння квасолі поглинає 95–120 % вологи від своєї маси, а для найбільш дружнього проростання насіння коливається від 25 до 75 % від їх повної вологоємкості.

Таблиця 2

Оцінка типовості метеорологічних показників вегетаційного періоду 2023 року

Показники	Місяці				Середнє /сума за вегетацію
	IV	V	VI	VII	
Середньодобова температура повітря, °С					
I	13,4	20,8	22,5	20,4	19,3
II	17,9	16,7	22,2	21,5	19,6
III	18,0	21,1	18,7	24,6	20,6
Середнє	16,4	19,5	21,1	22,2	19,8
Середня багаторічна (норма)	10,9	15,6	18,7	20,2	16,4
Відхилення від норми	5,5	3,9	2,4	0,4	3,1
Коефіцієнт суттєвості відхилень	2,36	2,58	1,90	1,34	2,0
Сума активних температур, >10 °С					
I	118	208	225	204	755
II	179	167	222	215	783
III	180	232	184	271	867
Сума	477	607	631	690	2405
Середня багаторічна (норма)	373	539	627	660	2199
Відхилення від норми	104	68	4	30	206
Коефіцієнт суттєвості відхилень	0,83	1,41	1,21	2,27	1,4
Опади, мм					
I	23	0,4	6,9	26	56
II	0	79,0	20,1	28	127
III	4,4	7,4	34	1	47
Сума	27,4	86,8	61	55	230
Середня багаторічна (норма)	45	69	86	79	279
Відхилення від норми	-17,6	17,8	-25	-24	-49
Коефіцієнт суттєвості відхилень	-1,3	0,7	-1,1	-1,8	-0,9

В окремі періоди вегетації квасолі, зокрема з травня по липень, спостерігалося швидке наростання позитивних температур та екстремальне зниження гідротермічного коефіцієнта, що вказує на посушливість погодних умов. Це зниження зумовлене істотним зменшенням опадів у зазначений період. Спекотна погода червня з недостатньою кількістю опадів деякою мірою вплинула на ріст рослин і прискорила настання фази цвітіння. Нетипово сухі червень – липень (61 та 55 мм проти 86 та 79 мм норми) місяці виявились критичними для формування генеративних органів рослин, наливу і достигання насіння квасолі. Сума середніх температур червня відрізнялася від середньобагаторічної і складала 21,1 ºС. У даний період в рослин квасолі проходила фаза цвітіння – бобоутворення, проте відносно висока температура не завадила запиленню квіток і утворенню плодів.

Вирішальним для формування продуктивності рослин квасолі році виявився період другої декади червня – середини липня. В цей час у рослин квасолі тривала фаза формування насіння. Незначна кількість опадів (за липень в сумі випало 55 мм опадів) у поєднанні з високою температурою повітря (середня температура місяця була вищою за середньобагаторічну і складала 22,2 ºС) у липні не сприяла наростанню вегетативної маси та призвела до скорочення тривалості вегетаційного періоду культури в цілому.

Суха, спекотна погода у липні сприяла швидкому відтоку пластичних речовин з вегетативних органів рослин до плодоелементів та прискоренню наливу – достигання зерна квасолі. Відносно спекотна та помірно суха погода в даний період прискорила настання фази повної стиглості насіння. Зерно квасолі було дрібним. Дефіцит вологи в цей період призвів до різкого зниження врожаю. За умови низької кількості опадів і високих температур повітря у період формування та наливання насіння, складаються несприятливі передумови для формування високої продуктивності квасолі. Як результат – найменша висота рослин, швидкі темпи проходження фаз росту і вегетації рослин в цілому, мала кількість бобів і низька маса 1000 насінин спричинили формування низької врожайності квасолі.

3.3. Методика та методи проведення досліджень

Дослідження проведені впродовж 2023 року на дослідному полі стаціонарної польової сівозміни УНУС..

Досліджувалося формування продуктивності сортів квасолі залежно від удобрення: дослід двофакторний (табл. 3), чинник А – районовані сорти квасолі звичайної (Надія, Мавка, Перлина), чинник В – норми внесення мінеральних добрив, розраховані балансовим методом на запланований врожай (1. Без добрив (контроль), 2. $N_{30}P_{20}K_{10}$ 3. $N_{60}P_{40}K_{20}$, 4. $N_{90}P_{60}K_{30}$, 5. $N_{120}P_{80}K_{40}$). Загальна площа елементарної ділянки – 84 м^2, облікової – 52,8 м^2. Повторність досліду триразова [76].

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

Мінеральні добрива вносили у вигляді аміачної селітри (34,4 % N), фосфоритного борошна (30 % P), калімагнезії (26–28 % K, 11–18 % Mg); додатково проводили вапнування ґрунтів з розрахунку 3 т/га. Інокуляцію насіння квасолі проводили в день сівби Ризобофітом, який містить в складі симбіотичні азотфіксувальні бактерії роду *Rhizobium phaseoli* від Інституту агроекології і природокористування НААН. Збирання врожаю проводили прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості насіння.

Для досягнення поставленої мети проводились наступні спостереження, обліки та аналізи:

– фенологічні спостереження за рослинами квасолі проводили за методикою Ф. М. Куперман (1968) та Є. В. Бочкарьової (1979). Початок фаз росту рослин фіксували за настанням їх не менше ніж у 10 % рослин, повна фаза – 75 % і більше відсотків [76];

- висоту рослин вимірювали за настання кожної фази розвитку рослин;

- густоту стояння рослин визначали двічі за вегетацію на фіксованих ділянках: за повної появи сходів та у фазу повної стиглості;
- динаміку нагромадження сухої речовини визначали шляхом відбору з кожного варіанта по 25 рослин у дворазовому повторенні з несуміжних повторень. Проби рослин зважували, висушували за температури 105 °С і перераховували на суху речовину;
- площу листкової поверхні визначали за методикою А. О. Ничипоровича;
- облік урожаю проводили методом прямого комбайнування з кожного варіанта;
- економічну оцінку проводили розрахунковим методом із використанням технологічних карт вирощування квасолі;

3.4.Характеристика досліджуваних сортів квасолі

Надія. Виведений в Буковинському інституті АПВ НААН. В Реєстрі сортів рослин України з 2001 року. Створений шляхом індивідуального добору з гібридної комбінації Бєльцька 16 х Первомайську. Різновидність *ellipticus albus.* Форма стебла – кущова, висота рослин 45–50 см, квітка біла. Висота прикріплення нижнього бобу 15–18 см. Стійкий до розтріскування бобів. Насіння біле, еліптичне, гладеньке, блискуче з рубчиком білого кольору. Маса 1000 зерен – 226–234 г. Вміст білка в зерні до 26 %. Добре розварюється і має високі смакові якості. Сорт зернового напрямку, холодостійкий, придатний до механізованого збирання. Тривалість вегетаційного періоду 85–90 діб. Врожайність зерна 2,3–2,7 т/га.

Мавка. Виведений в ННЦ «Інститут землеробства НААН». В Реєстрі сортів рослин України з 2001 року. Висота рослин 50–60 см. Висота прикріплення нижнього бобу 12–14 см. Облиствленість відмінна. Рослини індетермінантного типу росту, із завиваючою верхівкою та прямостоячою формою куща. Ботанічна різновидність – *var. ellipticus albus.* Підсім'ядольне коліно світло-зелене, квітка біла, боби жовтого кольору, із загостреним кінчиком, форма насінини – овально-еліптична, забарвлення насіннєвої оболонки біле, з ледь помітним мармуровим рисунком. Маса 1000 насінин

280 г. Тривалість періоду вегетації 100–105 діб. У насінні міститься 23 % протеїну. Сорт зернового напряму використання, стійкий до вилягання. Зерно з високими смаковими якостями та відмінною розварюваністю. Стійкий до осипання, ураження найпоширенішими хворобами, а також до пошкодження квасолевою зернівкою. Придатний для механізованого збирання. Урожайність зерна становить 2,6–2,8 т/га. Рекомендований для вирощування в Лісостепу та Поліссі України.

Перлина. Виведений в ННЦ «Інститут землеробства НААН». В Реєстрі сортів рослин України з 2006 року. Сорт отримано шляхом індивідуального добору з комбінації Чорна магія х Fruhe Warch. Зернового напрямку використання. Належить до виду звичайної квасолі – *Ph. vulgaris* L., ботанічна різновидність – *var. sphaericus albus*. Рослини індетермінантного типу з завиваючою верхівкою та не сланкою формою куща, стійкі до вилягання, висотою 60–70 см. Висота прикріплення нижнього бобу – 12–14 см. Зерно біле, з високими смаковими якостями та відмінною розварюваністю, з вмістом протеїну 24 %. Колір квітки білий, маса 1000 насінин – 212 г. Форма поперечного перетину бобу – округла, основний колір бобу – жовтий, текстура поверхні гладенька. Стійкий до осипання, ураження найбільш поширеними хворобами, а також пошкодження квасолевою зернівкою. Придатний до механізованого збирання. Період вегетації – 100–105 діб, урожай зерна – 2,6–2,8 т/га.

.

РОЗДІЛ 4
ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ, РОЗВИТКУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ КВАСОЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

4.1 Тривалість вегетаційного періоду рослин квасолі

При вирощуванні квасолі тривалість вегетаційного періоду має важливе значення, оскільки ріст, розвиток та формування врожаю цієї культури може тривати від 60 до 130 діб. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежить від генетичних особливостей сорту, екологічних умов регіону та застосування конкретних елементів технології вирощування. Існує градація розподілу вегетаційного періоду квасолі звичайної: ранньостигла група (сівба – технічна стиглість зеленого боба) 64–72 доби; середньоранні – 73–80 діб; середньостиглі 81–110 діб, середньопізні 111–120 діб і пізньостиглі - 120 діб. Доведено, що за середньодобовою температурою вище за 10 °С можна вирощувати сорти з періодом 95–100 діб до технічно стиглого зеленого боба та 125–130 діб до фізіологічно стиглого насіння [77].

Подовження тривалості вегетації рослин квасолі, як правило, негативно впливає на розвиток рослин квасолі звичайної. Вчені стверджують, що процес формування квіток, тривалість цвітіння, запліднення і формування бобів повною мірою залежать від кліматичних чинників. Найкращі умови для запліднення спостерігаються за температури повітря 20-27 ºС і вологості 45-60 %. Зазвичай тривалість періодів сходи-цвітіння і цвітіння-дозрівання у квасолі майже однакова, з деякими коливаннями. Цвітіння у дуже ранньостиглих генотипів починається на 28–30 добу, у пізньостиглих – на 55-57. У період цвітіння і на початку наливання бобів надземна маса квасолі починає розвиватись більш інтенсивно та накопичує ще 30 % сухої речовини. Хоча ріст рослин після кінця цвітіння майже припиняється, накопичення сухої речовини триває до повної стиглості насіння, і за цей період ще додається її до 40 %. Процес формування квіток, тривалість

цвітіння, запліднення і формування бобів залежать від кліматичних чинників. Дощова і прохолодна погода гальмує цвітіння, спричиняє обпадання бутонів і стерильність квіток (табл.. 3)[32].

Таблиця 3

Тривалість вегетаційного періоду сортів квасолі залежно від удобрення та передпосівної інокуляції насіння, діб

Сорт	Варіант удобрення	Тривалість ввегетаційного періоду
Надія	Без добрив (контроль)	79
	$N_{30}P_{20}K_{10}$	81
	$N_{60}P_{40}K_{20}$	84
	$N_{90}P_{60}K_{30}$	87
	$N_{120}P_{80}K_{40}$	89
Мавка	Без добрив (контроль)	87
	$N_{30}P_{20}K_{10}$	90
	$N_{60}P_{40}K_{20}$	93
	$N_{90}P_{60}K_{30}$	97
	$N_{120}P_{80}K_{40}$	100
Перлина	Без добрив (контроль)	89
	$N_{30}P_{20}K_{10}$	92
	$N_{60}P_{40}K_{20}$	95
	$N_{90}P_{60}K_{30}$	99
	$N_{120}P_{80}K_{40}$	101

Період вегетації сортів квасолі в середньому за роки досліджень на варіантах із застосуванням інокуляції насіння, порівняно з варіантами без інокуляції насіння на різному фоні удобрення, був довшим на 3–5 діб до варіанта з внесенням добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ включно. Зокрема від контрольного варіанта (без добрив) до збільшення азотних добрив до 120

кг/га д. р. на фоні $P_{80}K_{40}$ вегетація досліджуваних сортів квасолі подовжувалася на 13−15 діб.

За внесення азотних добрив у нормі від 90 до 120 кг/га на фоні збільшення норми внесення фосфорно-калійних добрив, період вегетації був однаковим. Разом з цим, внесення добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{30}$ та $N_{120}P_{80}K_{40}$ призводило до пригнічення нітрогеназної активності бульбочок на коренях досліджуваних сортів квасолі та живлення рослин відбувалося виключно за рахунок мінеральних форм добрив.

4.2 Тривалість міжфазних періодів в онтогенезі рослин квасолі

При вивченні процесу формування врожаю культурних рослин проблема їх росту і розвитку є головною в агрономічній науці. Ріст і розвиток рослин відображають всю сукупність процесів взаємодії організмів з чинниками зовнішнього середовища, тому застосовуючи ті чи інші технологічні прийоми, можна впливати на умови життя та процеси росту і розвитку рослин в агробіоценозах [51].

Перший період в онтогенезі рослин квасолі характеризується тим, що молодий проросток, який розвивається, живиться за рахунок пластичних речовин насінини і лише після появи сім'ядолей на поверхні ґрунту, рослина починає засвоювати вуглекислоту повітря і поживні речовини з ґрунту. Тому, створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин квасолі, особливо в перші 40 діб вегетації, відіграє важливе значення у формуванні високих врожаїв насіння цієї культури.

Цвітіння рослин квасолі дуже ранньостиглих генотипів зазвичай починається на 36–42 добу, у пізньостиглих – на 55−57 [55]. У результаті проведених нами досліджень найменша середня тривалість міжфазного періоду повних сходів – третього трійчастого листка відмічена у сорту квасолі Надія – 10–14 діб, дещо більшою – 12−17 і 13−17 діб була у сортів Мавка та Перлина, зростаючи під впливом інокуляції та норм внесення мінеральних добрив (табл. 3.2). Проте, вплив інокуляції на тривалість міжфазних періодів квасолі звичайної спостерігався вже на початку цвітіння.

До вказаного періоду варіанти без інокуляції та з інокуляцією Ризобофітом за тривалістю міжфазних періодів значно не відрізнялися. На початку вегетації більш суттєво на подовженість періодів росту впливали генетичні особливості сорту та мінеральні добрива.

Таблиця 4

Тривалість міжфазних періодів квасолі залежно від удобрення та передпосівної інокуляції насіння, діб

Сорт	Варіант удобрення	Тривалість від фази повних сходів до				
		третього трійчастого листка	бутонізації	цвітіння	наливу бобів	повної стиглості
Надія	Без добрив (контроль)	10	29	39	61	79
	$N_{30}P_{20}K_{10}$	11	31	41	63	81
	$N_{60}P_{40}K_{20}$	12	31	44	66	84
	$N_{90}P_{60}K_{30}$	12	31	47	69	87
	$N_{120}P_{80}K_{40}$	14	33	49	71	89
Мавка	Без добрив (контроль)	12	32	41	66	87
	$N_{30}P_{20}K_{10}$	13	33	45	69	90
	$N_{60}P_{40}K_{20}$	14	34	48	72	93
	$N_{90}P_{60}K_{30}$	15	35	52	76	97
	$N_{120}P_{80}K_{40}$	17	35	55	79	100
Перлина	Без добрив (контроль)	13	33	42	66	89
	$N_{30}P_{20}K_{10}$	14	33	45	70	92
	$N_{60}P_{40}K_{20}$	15	35	48	73	95
	$N_{90}P_{60}K_{30}$	15	36	52	77	99
	$N_{120}P_{80}K_{40}$	17	36	56	79	101

На контрольних варіантах досліду (без добрив та інокуляції насіння) початок цвітіння рослин квасолі у сорту Надія зафіксовано через 39 діб після фази повних сходів, у сортів Мавка та Перлина – через 41 і 42 доби відповідно. Початок наливу бобів на цих же варіантах без внесення добрив та без інокуляції відзначено відповідно через 61 та 66 діб.

Рівень забезпеченості елементами мінерального живлення неабияк впливає на тривалість міжфазних періодів в онтогенезі рослин квасолі. Зокрема, при збільшенні норми внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{80}K_{40}$ в другій половині вегетації культури настання фаз росту відмічено на 10−13 діб пізніше залежно від чинників, які вивчали, у всіх досліджуваних сортів квасолі, порівняно з контрольним варіантом. На початку вегетації різниця була меншою і становила 3−4 доби. За подальшого збільшення норм мінеральних добрив (до $N_{120}P_{80}K_{40}$ кг/га д. р.) настання фаз відбувалося за однаковий період.

Вегетація рослин квасолі пройшла швидше і тривалість міжфазних періодів була коротшою за роки проведення досліджень. У сорту квасолі Надія фаза повної стиглості зерна на контрольних варіантах досліду без інокуляції відмічена на 73 добу після повних сходів. У сортів Мавка та Перлина на даних варіантах досліду повну стиглість зафіксовано на 83 та 85–86 добу. На варіантах досліду з внесенням $N_{120}P_{80}K_{40}$ кг/га д. р. мінеральних добрив повна стиглість зерна відмічена у сорту Надія на 81, у сортів Мавка та Перлина – на 95 добу.

Отже, тривалість міжфазних періодів в онтогенезі квасолі та їх співвідношення різнились між собою під впливом погодних умов вегетаційного року (різниця по роках за настанням фаз складала до 15 діб залежно від сорту та досліджуваних чинників), норм мінеральних добрив (збільшення норм мінеральних добрив від $N_{30}P_{20}K_{10}$ до $N_{120}P_{80}K_{40}$ кг/га д. р. подовжувало настання фаз розвитку до 12 діб), та сортових особливостей (хоча всі досліджуванні сорти належать до середньостиглої

групи сортів, різниця в настанні фаз розвитку, залежно від досліджуваних чинників, між сортами складала до 13 діб).

4.3 Динаміка формування висоти рослин квасолі

Висота рослин квасолі є важливим чинником, який впливає на її продуктивність. За динамікою цього показника впродовж вегетації можна судити про те, як складалися умови росту і розвитку рослин в онтогенезі. Детальний аналіз темпів росту стебла дає можливість з'ясувати найбільш оптимальні умови для формування високопродуктивних агрофітоценозів сільськогосподарських рослин, зокрема і квасолі [21]. Детальний аналіз висоти рослин дає можливість з'ясувати найбільш оптимальні умови для формування високопродуктивних агрофітоценозів сільськогосподарських рослин, зокрема і квасолі. Вивчення темпів росту та розвитку рослин квасолі в онтогенезі дає можливість розкрити найбільш важливі залежності процесу формування високої продуктивності цієї культури [44]. Ця ознака в онтогенезі рослин квасолі піддається значним змінам. З огляду на це, вивчення темпів росту і розвитку рослин квасолі дає змогу розкрити та сформулювати наукові основи формування високопродуктивних агроценозів квасолі.

Зважаючи на отримані дані за роки проведення досліджень можна зробити висновок, що на висоту рослин квасолі впливають як погодні умови досліджуваних років, так і генетичні особливості сорту, а також елементи технології, що входили до схеми нашого досліду – передпосівна інокуляція насіння, удобрення.

У процесі досліджень було виявлено, що висота рослин квасолі зростала за збільшення норм мінеральних добрив від контролю до $N_{120}P_{80}K_{40}$ кг/га д. р. (табл. 5). У фазу сходів різниця між варіантами досліду з удобренням була незначною і становила 3,2 см у сорту Надія, 3,1 см у сорту Мавка та 3,5 см у сорту Перлина. Починаючи з фази бутонізації, різниця між варіантами з внесенням добрив збільшувалася. Зокрема, у сорту Надія у фазу цвітіння різниця у висоті рослин на варіантах досліду

залежно від удобрення досягала 8,7 та 7,8 см, сорту Мавка – 13,1 та 12,6 см, сорту Перлина – 11,7 та 11,6 см відповідно.

Відмічено, що різниця у висоті рослин на варіантах із проведенням інокуляції була досить значною при застосуванні норм добрив до $N_{60}P_{40}K_{20}$ (включно). Однак, подальше збільшення норм добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ кг/га д. р. пригнічувало діяльність бульбочкових бактерій, що призвело до того, що як у варіантах із проведенням інокуляції, так і без неї, висота була майже на однаковому рівні.

За період проведення досліджень нами відмічено, що як і в попередньому досліді зі збільшенням норми внесення мінеральних добрив та з подовженням подальших фенологічних фаз культури, збільшувалась висота рослин досліджуваних сортів квасолі.

сорт Перлина характеризувався більш інтенсивним наростанням вегетативної маси та швидким темпом збільшення висоти рослин, порівняно з сортами Мавка та особливо Надія. Зокрема у фазу наливу бобів даний показник, залежно від удобрення, зростав у вищезазначеного сорту від 52,0 до 64,4 см, тоді як у сорту Мавка він варіював від 46,7 до 58,8 см відповідно.

Найнижчого значення з аналогічною тенденцією до зміни, залежно від чинників впливу за висотою рослин, досягав сорт Надія. Зокрема, у сорту Надія висота рослин зростала від 40,6 см ($N_{120}P_{80}K_{40}$, фаза наливу бобів) до 52,5 см ($N_{120}P_{80}K_{40}$, фаза наливу бобів).

Результати досліджень дали нам змогу стверджувати, що висоту рослин квасолі зумовлювали, насамперед генетичні особливості сорту, і чинник, який був поставлений на вивчення, а саме удобрення (збільшення норм внесення мінеральних добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ спричиняло збільшення висоти на 20–40 %, порівняно з контрольними варіантами).

4.3 Густота стояння та виживання рослин квасолі

З метою формування високих урожаїв квасолі слід забезпечити оптимальну кількість рослин на одиниці площі. Як за зріджених, так і загущених посівів урожайність культури знижується, що пояснюється формуванням недосконалої оптико-біологічної моделі посіву і, як наслідок, нераціональним використанням енергії ФАР. Зріджені посіви квасолі, отримані за зниженої норми висіву насіння, більшою мірою заростають бур'янами та неповною мірою використовують вологу і поживні речовини з ґрунту [44, 69]. У загущених посівах рослини потерпають від нестачі світла, поживних речовин, вологи тому досить слабко розвиваються і дають врожаї зі щуплим зерном.

Формотворчі процеси у посівах квасолі суттєво залежать від сортових особливостей, застосування норм мінеральних добрив (табл. 6). Вплив високих норм внесення мінеральних добрив на схожість культури проявився у зниженні показників густоти сходів. Так, внесення $N_{120}P_{80}K_{40}$ призвело до зниження цього показника на 2-7 % відносно варіанта з внесенням $N_{60}P_{40}K_{20}$, де кількість рослин квасолі у фазу повних сходів була найбільшою. Внесення $N_{90}P_{60}K_{30}$ також спричинило зниження густоти сходів, хоч і в менший мірі. Причиною цього явища, на думку дослідників [78], є утворення ґрунтового розчину з високим осмотичним тиском, що призводить до зменшення кількості пророслих насінин.

У процесі проведених нами досліджень було виявлено найвищий відсоток польової схожості рослин у сорту Мавка, що пов'язано, на нашу думку, з вищою масою 1000 насінин (280 г), порівняно з іншими досліджуваними сортами квасолі. Максимальну ступінь схожості насіння виявлено у варіанті за внесенням $N_{60}P_{40}K_{20}$ – 89,7 %, що на 0,3 % більше ніж у варіанті за тих же норм добрив. У сорту Перлина відповідно 84,6 %, порівняно з 83,9 ($N_{60}P_{40}K_{20}$) та 80,3 % (абсолютний контроль). У сорту Надія – відповідно 85,0 %, порівняно з 84,8 ($N_{60}P_{40}K_{20}$ без інокуляції) та 80,8 % (абсолютний контроль).

Таблиця 6

Густота стояння рослин сортів квасолі в залежності від удобрення

Сорт	Варіант удобрення	Тривалість від фази повних сходів до				
		повні сходи		повна стиглість		
		к-сть рослин шт./м^2	% від норми висіву	к-сть рослин шт./м^2	% від норми висіву	% від сходів
Надія	Без добрив (контроль)	40,4	80,8	35,0	70,0	86,6
	$N_{30}P_{20}K_{10}$	41,0	82,0	36,0	72,0	87,8
	$N_{60}P_{40}K_{20}$	42,4	84,8	37,1	74,2	87,5
	$N_{90}P_{60}K_{30}$	41,7	83,4	36,5	73,0	87,5
	$N_{120}P_{80}K_{40}$	41,2	82,4	36,2	72,4	87,9
Мавка	Без добрив (контроль)	42,2	84,3	37,8	75,6	89,6
	$N_{30}P_{20}K_{10}$	43,0	86,1	38,7	77,4	90,0
	$N_{60}P_{40}K_{20}$	44,7	89,4	41,1	82,2	91,9
	$N_{90}P_{60}K_{30}$	43,8	87,5	40,4	80,8	92,2
	$N_{120}P_{80}K_{40}$	43,1	86,2	39,7	79,4	92,1
Перлина	Без добрив (контроль)	40,1	80,3	36,2	72,4	90,3
	$N_{30}P_{20}K_{10}$	40,7	81,5	37,2	74,4	91,4
	$N_{60}P_{40}K_{20}$	42,0	83,9	40,2	80,4	95,7
	$N_{90}P_{60}K_{30}$	41,3	82,6	39,2	78,4	94,9
	$N_{120}P_{80}K_{40}$	41,0	81,9	38,8	77,6	94,6

У процесі проведених нами досліджень було виявлено, що залежно від сортових особливостей вищий відсоток виживання рослин відмічено у сорту Перлина, нижчий – у сорту Надія.

4.4 Динаміка наростання вегетативної маси рослин квасолі

Характеристикою продуктивності посівів квасолі є вегетативний ріст рослини. Чим більша листостеблова маса рослин, тим більший в ній запас пластичних речовин для утворення репродуктивних органів і формування урожаю [51, 72]. Динаміку наростання вегетативної маси рослин досліджуваних сортів квасолі вивчали у варіантах із проведенням передпосівної інокуляції насіння та удобрення.

Маса рослин квасолі сорту Надія збільшувалася залежно від удобрення від 18,8 до 34,93 т/га у фазу цвітіння та від 25,25 до 44,69 т/га – у фазу наливу насіння (табл. 7). Маса рослин квасолі сорту Мавка була вищою і становила 19,01–38,97 т/га у фазу цвітіння та 28,70–47,26 т/га у фазу наливу насіння. Найвищу в досліді вегетативну масу рослин квасолі формував сорт Перлина. У фазу цвітіння вона варіювала в межах від 20,39 (абсолютний контроль) до 40,98 т/га ($N_{120}P_{80}K_{40}$), у фазу наливу бобів – від 27,25 до 48,69 т/га. Причому найвищий показник відмічено за внесення максимальної в досліді норми мінеральних добрив. У варіанті з внесенням $N_{120}P_{80}K_{40}$ вегетативна маса рослин квасолі сорту Перлина у фазу цвітіння досягала 28,32 т/га. Вегетативна маса рослин збільшувалась пропорційно зростанню норми внесення мінеральних добрив. Зокрема, цей показник у сорту квасолі Надія, залежно від фази росту та розвитку, збільшувався від контролю без добрив до $N_{120}P_{60}K_{60}$ і становив – від 18,8 до 34,93 т/га та від 25,25 до 43,71 т/га.

У сортів Мавка та Перлина відмічено аналогічну тенденцію до збільшення вегетативної маси за роками, а також залежно від досліджуваних чинників. У сорту Перлина цей показник дещо вищий, ніж у сорту Мавка. Зокрема, вегетативна маса рослин квасолі сорту Мавка варіювала залежно від збільшення норми внесення мінеральних добрив від 19,01 до 37,73 наливу бобів, у сорту Перлина – від 20,39 до 38,32 та від 27,25 до 47,71 т/га у фази цвітіння та наливу бобів відповідно.

Таблиця 7

Динаміка наростання вегетативної маси рослин квасолі залежно від удобрення

Варіант удобрення	Фаза розвитку рослин						
	цвітіння			налив бобів			
	вегетативна маса рослин,т/га	маса листків, %	маса стебел, %	вегетативна маса рослин,т/га	маса листків, %	маса стебел, %	маса бобів і насіння, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Надія							
Без добрив (контроль)	18,80	80,4	19,6	25,25	49,4	26,2	24,4
$N_{30}P_{20}K_{10}$	20,24	78,2	21,8	30,92	48,5	26,3	25,2
$N_{60}P_{40}K_{20}$	24,71	77,2	22,8	35,41	50,5	23,3	26,2
$N_{90}P_{60}K_{30}$	30,36	81,3	18,7	41,02	51,6	22,7	25,7
$N_{120}P_{80}K_{40}$	32,87	82,2	17,8	43,71	54,5	20,4	25,1
Мавка							
Без добрив (контроль)	19,01	79,4	20,6	28,70	47,1	24,3	28,6
$N_{30}P_{20}K_{10}$	22,70	77,9	22,1	33,37	48,7	21,6	29,7
$N_{60}P_{40}K_{20}$	26,33	76,4	23,6	37,90	50,0	19,6	30,4
$N_{90}P_{60}K_{30}$	34,15	79,9	20,1	44,40	51,1	19,2	29,7
$N_{120}P_{80}K_{40}$	37,73	82,0	18,0	45,26	52,6	18,9	28,5
Перлина							
Без добрив (контроль)	20,39	78,1	20,9	27,25	46,6	23,3	30,1
$N_{30}P_{20}K_{10}$	22,92	76,6	23,4	32,92	50,4	18,4	31,2
$N_{60}P_{40}K_{20}$	28,31	74,3	25,7	38,41	50,6	17,6	31,8
$N_{90}P_{60}K_{30}$	34,83	77,4	22,6	45,02	51,7	17,0	31,3
$N_{120}P_{80}K_{40}$	38,32	78,9	21,1	47,71	52,4	17,8	29,8

Зважаючи на дані таблиці 7, можна прослідкувати за впливом на наростання вегетативної маси рослин квасолі інокуляції насіння. Зокрема, у варіантах досліду без внесення добрив вегетативна маса від застосування інокуляції насіння зростала на 0,68–1,19 т/га у фазу цвітіння та на 1,81–3,58 т/га у фазу наливу бобів.

Розподіл наростання вегетативної маси листків та стебел у фазу цвітіння під впливом чинників, що були поставлені на вивчення, відбувався так: відсоток маси стебел варіював від 17,8 до 23,8 %, листків – від 77,2 до 82,2 % у сорту Надія; від 18,0 до 25,0 та від 75,0 до 82,0 % у сорту Мавка; від 21,1 до 26,9 % та від 73,1 до 79,0 % відповідно у сорту Перлина. У фазу наливу бобів маса стебел на рослині становила до 26,8 % у сорту Надія, 24,7 % у сорту Мавка та 24,6 % у сорту Перлина, листків – до 52–55 %, бобів та насіння – до 30–34 % залежно від сорту та досліджуваних чинників. У цілому, наростання вегетативної маси рослини відбулося залежно від фази розвитку рослин та сортових особливостей: у фазу цвітіння відсоток маси стебел варіював у межах від 15 до 25 %, листків – від 75 до 85 %; фазу наливу бобів – стебел – від 20 до 25 %, листків – від 45 до 50 %, бобів та насіння – від 25 до 30 % у досліджуваних сортів квасолі під впливом чинників, що були поставлені на вивчення.

Отже, проаналізувавши наростання вегетативної маси рослин квасолі, можна відмітити, що на зростання даного показника досить суттєво впливають сортові особливості рослини (більшу вегетативну масу нагромаджує сорт Перлина, меншу – сорт Надія) та удобрення (норми внесення мінеральних добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ сприяли збільшенню даного показника.

4.5 Динаміка накопичення сухої речовини посівами квасолі

Фотосинтезуюча діяльність посівів сільськогосподарських культур, зокрема і квасолі, є головною складовою формування їх продуктивності. Оптимальний ріст листкової поверхні та накопичення сухої речовини рослинами квасолі значною мірою залежить від умов вирощування, що забезпечують більш тривалу роботу листкового апарату. Узагальнюючим

показником ефективності роботи фотосинтетичного апарату квасолі є вихід сухої речовини. Майже 95 % сухої речовини рослини формують за рахунок фотосинтезу [6, 11, 178]. Спрямованість процесу накопичення сухої речовини та перерозподіл між продукуючою та запасаючою системами є однією з оцінок рівня продуктивності. Тому, більш точну інформацію про хід і особливості продуційного процесу можна отримати за допомогою визначення акумуляції сухої речовини рослинами впродовж вегетаційного періоду [10].

Динаміка активного накопичення сухої речовини рослинами квасолі всіх досліджуваних сортів спостерігалась впродовж вегетації. Активне зростання даного показника у роки досліджень виявлено під впливом інокуляції насіння та за внесення зростаючих норм мінеральних добрив (табл. 8). Результати досліджень щодо накопичення сухої речовини під впливом мінеральних добрив та інокуляції вказують на чутливість досліджуваних сортів квасолі до цих елементів технології вирощування. Внесення $N_{90}P_{60}K_{30}$ забезпечувало найбільше нагромадження сухої речовини на варіантах досліду без інокуляції у сортів Надія, Мавка та Перлина.

Активне накопичення та високий вміст сухої речовини рослин сортів квасолі, відмічено при збільшенні норм азотних добрив до N_{120} на фоні $P_{80}K_{40}$ у відповідні фази росту та розвитку рослин. У досліді з проведенням інокуляції насіння активне накопичення сухої речовини простежується при збільшенні норм азотних добрив до N_{60} на фоні $P_{40}K_{20}$, після чого при подальшому збільшенні норм азотних добрив відмічено деяке зниження даного показника.

У досліджуваних сортів квасолі Надія, Мавка та Перлина в середньому за три роки проведення досліджень вищий вміст сухої речовини у фазі цвітіння за внесення мінеральних добрив відзначено за внесення $N_{120}P_{80}K_{40}$ – 2,53, 2,88 та 3,20 т/га відповідно, що на 1,12, 1,26 та 1,42 т/га вище, порівняно з контрольним варіантом. Аналогічна залежність накопичення сухої речовини у посівах квасолі, залежно від норми внесення мінеральних добрив, зафіксована нами і у фазу наливу бобів.

Таблиця 8

Накопичення сухої речовини в посівах квасолі залежно від удобрення

Варіант удобрення	Фаза розвитку рослин						
	цвітіння			налив бобів			
	суха масса рослин, т/га	маса листків, %	маса стебел, %	суха маса рослин, т/га	маса листків, %	маса стебел, %	маса бобів і насіння, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Надія							
Без добрив (контроль)	1,41	85,4	14,6	2,80	58,5	21,9	19,6
$N_{30}P_{20}K_{10}$	1,77	83,7	16,3	3,78	57,6	22,1	20,3
$N_{60}P_{40}K_{20}$	1,91	83,0	17,0	4,44	59,4	19,5	21,1
$N_{90}P_{60}K_{30}$	2,28	86,1	13,9	4,77	60,4	19,0	20,6
$N_{120}P_{80}K_{40}$	2,53	86,7	13,3	4,49	62,8	17,0	20,2
Мавка							
Без добрив (контроль)	1,62	84,9	15,1	4,13	56,9	20,1	23,0
$N_{30}P_{20}K_{10}$	2,08	83,7	16,3	4,96	60,2	16,0	23,8
$N_{60}P_{40}K_{20}$	2,15	82,0	18,0	6,11	60,3	15,4	24,3
$N_{90}P_{60}K_{30}$	2,61	84,3	15,7	6,24	61,2	14,9	23,9
$N_{120}P_{80}K_{40}$	2,88	85,5	14,5	5,82	61,7	15,5	22,8
Перлина							
Без добрив (контроль)	1,78	85,8	14,2	5,26	57,2	21,0	21,8
$N_{30}P_{20}K_{10}$	2,16	84,7	15,3	6,38	58,6	18,8	22,6
$N_{60}P_{40}K_{20}$	2,43	83,6	16,4	6,65	59,8	17,0	23,2
$N_{90}P_{60}K_{30}$	2,90	86,2	13,8	6,74	60,6	16,7	22,7
$N_{120}P_{80}K_{40}$	3,20	87,7	12,3	6,62	61,8	16,5	21,7

Розподіл накопичення сухої речовини відбувався залежно від фази розвитку рослин. У фазі цвітіння у досліджуваних сортів співвідношення листків та стебел варіювало залежно від удобрення та сортових особливостей і становило: маса стебел – від 12 до 19 %; маса листків – від 80 до 90 % відповідно. У фазі наливу бобів розподіл проходить наступним чином: маса стебел від 14 до 23 %; маса листків – від 55 до 64 %; маса бобів та насіння – від 20 до 26 % відповідно.

У період цвітіння – наливу бобів спостерігали збільшення вмісту сухої речовини в листі та зменшення її у стеблах. Так, якщо у фазі цвітіння частка сухої речовини в стеблах становила 15–20 %, а в листках – від 80 до 85 %, то у фазі наливу насіння цей показник в стеблах становить 13–20 %, у листках – 50–60 %, а у бобах та насінні – 25–32 % залежно від сорту. Таким чином, на збільшення сухої речовини в рослинах досліджуваних сортів квасолі значно впливали збільшення норм внесення мінеральних добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$.

4.6 Динаміка формування площі листкової поверхні посівів квасолі

Важливою умовою формування високих врожаїв польових культур є збільшення продуктивності їх фотосинтезу, тобто кількості синтезованої органічної речовини на одиницю площі листкової поверхні за добу. Одним з основних завдань у досягненні цієї мети є формування посівів з найбільш розвиненим листковим апаратом, який би тривалий час (максимально) знаходився в активному стані як на початку, так і наприкінці вегетаційного періоду. Він повинен відзначатися високою інтенсивністю та продуктивністю в усі фази росту і розвитку рослин.

Вважається, що основою, завдяки якій внаслідок фотосинтетичної діяльності створюється врожай квасолі, є формування оптимальної площі листової поверхні. Листкова поверхня вловлює сонячну енергію і синтезує органічні сполуки, які йдуть на формування нових органів рослин і врожаю. Згідно з результатами досліджень проведених в Лісостепу України відомо, що оптимальна площа листової поверхні для квасолі повинна становити 40–

50 тис. м^2/га. Якщо площа листової поверхні менша, то оптико–біологічна структура посіву не оптимізована і тому ФАР використовується не раціонально. Проте, й більша площа листової поверхні є небажаною, оскільки в результаті взаємозатінення значна частина листків у нижньому ярусі обпадає, а решта працює неефективно [4, 71].

Передусім слід відмітити сортову специфіку у прояві ознаки листкової поверхні. Більшу площу листової поверхні формував середньоранній сорт квасолі звичайної Перлина, що може бути зумовлено більшим габітусом рослин в процесі онтогенезу. Площа листової поверхні у сорту квасолі Перлина у всіх фазах росту і розвитку була на 0,2–4,1 тис. м^2/га більшою, порівняно з площею листової поверхні сорту Мавка та на 0,9–5,4 тис. м^2/га більшою, ніж у сорту Надія. Площа листя у сорту Перлина у варіанті з інокуляцією насіння та за внесення добрив у нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ і у фазі цвітіння становила 46,6 тис. м^2/га, при 41,8 тис. м^2/га – у варіанті за такого ж удобрення, порівняно з контролем – 32,3 тис. м^2/га. Дещо нижчу площу листкової поверхні відмічено у сорту Мавка, що у таких же варіантах досліду становила – 45,1 тис. м^2/га ($N_{60}P_{40}K_{20}$, фаза цвітіння) та 40,5 тис. м^2/га ($N_{60}P_{40}K_{20}$, фаза цвітіння), що на 13,4 та 8,8 тис. м^2/га вище, порівняно з абсолютним контролем. У сорту квасолі Надія у варіанті з інокуляцією насіння та за внесення добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ і у фазі цвітіння становила 41,8 тис. м^2/га, при 38,3 тис. м^2/га – у варіанті за такого ж удобрення, порівняно з контролем – 30,1 тис. м^2/га (табл. 9).

Упродовж вегетаційного періоду наростання площі листкової поверхні проходило неоднаково. В початкові фази росту і розвитку цей процес йшов досить повільно, однак, починаючи з фази бутонізації швидко наростав, набуваючи максимуму в фазі цвітіння. У фазі наливу бобів спостерігали відмирання листків нижнього ярусу, що призводило до деякого зменшення площі листкового апарату рослин. Максимальний показник площі листкової поверхні посіви квасолі формували у фазу цвітіння, і у сорту Надія він

становив 30,1–41,8 тис. м^2/га залежно від варіанта удобрення та інокуляції, у сортів Мавка та Перлина – 31,7–45,1 та 32,3–46,6 тис. м^2/га відповідно.

Таблиця 9

Формування площі листової поверхні рослин квасолі залежно від удобрення, тис. м^2/га

Варіант удобрення	Міжфазний період	Сорт		
		Надія	Мавка	Перлина
1	2	3	4	5
Без добрив (контроль)	перший трійчастий листок	2,8	3,2	3,7
	бутонізація	15,9	17,1	18,3
	цвітіння	30,1	31,7	32,3
	налив бобів	26.7	28,9	29,7
$N_{30}P_{20}K_{10}$	перший трійчастий листок	3.2	3,3	4,1
	бутонізація	18,3	20,5	20,7
	цвітіння	34,1	36,2	37,3
	налив бобів	31,1	32,3	34,1
$N_{60}P_{40}K_{20}$	перший трійчастий листок	3.4	3,9	4,3
	бутонізація	20,8	21,3	25,6
	цвітіння	38,3	40,5	41,8
	налив бобів	34,3	36,4	37,2
$N_{90}P_{60}K_{30}$	перший трійчастий листок	3,6	4,1	4,5
	бутонізація	22,4	22,7	26,8
	цвітіння	38,5	42,8	43,9
	налив бобів	35,5	38,6	39,8
$N_{120}P_{80}K_{40}$	перший трійчастий листок	3.7	4,2	4,6
	бутонізація	22,8	23,3	27,1
	цвітіння	40,6	43,7	45,4
	налив бобів	36,6	39,7	40,5

У фазу першого трійчастого листка посіви квасолі формували листкову поверхню площею 2,8–4,7 тис. м^2/га. Слід відмітити, що дія добрив на цей показник у початковий період онтогенезу культури була незначною. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{20}K_{10}$ сприяло збільшенню цього показника на 3,1–14,3 %, $N_{60}P_{40}K_{20}$ – на 15,8–26,5, $N_{90}P_{60}K_{30}$ – на 21,1–32,4, $N_{120}P_{80}K_{40}$ – на 23,7–35,3 % відповідно.

У фазу бутонізації процес наростання листкової поверхні істотно прискорився – у цей період зафіксовано показники площі листя на рівні від 15,9 до 27,5 тис. м^2/га. Посіви квасолі формували листкову поверхню площею 15,9–20,5 тис. м^2/га залежно від сорту та інокуляції насіння. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{20}K_{10}$ сприяло збільшенню цього показника на 13,1–19,9 %, $N_{60}P_{40}K_{20}$ – на 22,7–39,9, $N_{90}P_{60}K_{30}$ – на 17,5–46,4, $N_{120}P_{80}K_{40}$ – на 19,1–48,1 % відповідно

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що мінеральні добрива активно впливали на формування листкової поверхні рослин квасолі у фазі цвітіння.

У фазі наливу бобів площа листя зменшувалась – на варіантах без добрив величина цього показника знаходилась у межах 26,7–32,8 тис. м^2/га залежно від сорту та інокуляції насіння, за внесення $N_{30}P_{20}K_{10}$ – 31,1–36,2, $N_{60}P_{40}K_{20}$ – 34,3–41,7, $N_{90}P_{60}K_{30}$ – 35,5–41,2 та $N_{90}P_{60}K_{30}$ – 36,6–40,5 тис. м^2/га. Отже, у цей період зберігались умови для активної фотосинтетичної діяльності рослин квасолі.

4. 7 Вплив удобрення на структуру врожаю квасолі

Результати, одержані нами, дозволили встановити, що висота кріплення нижніх бобів змінювалась залежно від сортових особливостей культури та висоти рослин. Вищу висоту кріплення нижніх бобів відмічено у сорту Надія, яка в середньому за роки проведення досліджень варіювала від 15,0 (контроль, без добрив та інокуляції) до 16,5 см ($N_{120}P_{80}K_{40}$ +

інокуляція насіння Ризобофітом). Дещо нижче висота у сортів Перлина та Мавка – від 14,4 до 15,4 та від 13,5 до 14,8 см відповідно (табл. 10).

Збільшення норми внесення добрив до $N_{30}P_{20}K_{10}$ до $N_{120}P_{80}K_{40}$ кг/га д. р., сприяло збільшенню висоти кріплення нижніх бобів аналогічно збільшенню висоти рослин квасолі в цілому. У сорту Надія цей показник досяг найвищого значення за внесення $N_{120}P_{80}K_{40}$ і становив 16,5 см, що на 1,5 см більше за варіант із контролем. Аналогічну тенденцію з дещо нижчими результатами зафіксовано у сортів Мавка та Перлина. Довжина бобів квасолі – переважно сортова ознака. Так, найменшу довжину бобів формував сорт Надія – 12,1–12,8 см залежно від норми мінеральних добрив. Дещо довші боби мали сорти Мавка та Перлина – 14,6–15,2 та 15,2–15,8 см залежно від норми мінеральних добрив.

Кількість бобів на рослині – важливий елемент структури врожаю, що зумовлює продуктивність рослини і приймає участь у формуванні врожаю.

Встановлено, що досліджувані чинники впливали на кількість бобів на рослині квасолі. Так, внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню цього показника, його величина у сорту Перлина збільшувалась відповідно зі збільшенням норми мінеральних добрив – на 23,5 % за внесення $N_{30}P_{20}K_{10}$, на 29,9 % – за внесення $N_{30}P_{20}K_{10}$, на 33,3 % – за внесення $N_{90}P_{60}K_{30}$ та 20,6 % – за внесення $N_{120}P_{80}K_{40}$, порівняно до неудобрених варіантів, де на рослині формувалось 20,4 шт.

У сорту Перлина цей показник досяг найвищого значення за внесення $N_{60}P_{40}K_{20}$ і становив 24,2 шт., що на 8,2 шт. більше за варіант із контролем. Аналогічну тенденцію з дещо нижчими результатами відмічено у сортів Мавка та Надія. Подальше збільшення норм азотних добрив спричинило зменшення кількості бобів на рослині у сортів квасолі. Так, підвищення норми добрив до $N_{90}P_{60}K_{30}$ та $N_{120}P_{80}K_{40}$ створювало сприятливі умови мінерального живлення для рослин квасолі.

Таблиця 10

Накопичення сухої речовини в посівах квасолі залежно від удобрення

Варіант удобрення	Висота кріплення нижніх бобів, см	Довжина бобів, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість зерен на рослині, шт.	Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 насінин, г	Врожайність, т/га
1	2	3	4	5	6	7	8
Надія							
Без добрив (контроль)	15,0	12,1	19,1	84,9	16,4	193,2	1,67
$N_{30}P_{20}K_{10}$	15,4	12,3	19,6	91,2	18,1	198,3	1,94
$N_{60}P_{40}K_{20}$	15,3	12,7	20,3	92,4	18,6	201,8	2,05
$N_{90}P_{60}K_{30}$	15,9	12,8	20,5	94,2	19,3	205,4	2,15
$N_{120}P_{80}K_{40}$	16,3	12,6	19,9	91,1	18,3	201,2	2,11
Мавка							
Без добрив (контроль)	13,5	14,6	16,6	76,0	15,4	202,7	1,90
$N_{30}P_{20}K_{10}$	13,8	15,0	17,6	81,8	17,0	207,3	2,13
$N_{60}P_{40}K_{20}$	14,0	14,9	18,0	84,4	17,8	210,6	2,24
$N_{90}P_{60}K_{30}$	14,5	15,1	18,4	84,9	18,1	212,7	2,37
$N_{120}P_{80}K_{40}$	14,7	15,0	17,6	82,6	17,3	209,7	2,33
Перлина							
Без добрив (контроль)	14,4	15,2	20,4	101,3	17,6	173,9	1,98
$N_{30}P_{20}K_{10}$	14,8	15,6	25,2	106,8	18,9	177,0	2,27
$N_{60}P_{40}K_{20}$	14,7	15,6	26,5	109,2	19,6	179,5	2,43
$N_{90}P_{60}K_{30}$	15,0	15,6	27,2	111,4	20,3	182,1	2,61
$N_{120}P_{80}K_{40}$	15,2	15,7	24,6	109,0	19,5	179,2	2,52

Показник кількості зерен з рослини викликає інтерес у плані пошуку шляхів прискореного розмноження насіння, що особливо важливо для квасолі, оскільки об'єми виробництва насіння цієї культури не задовольняють потреб сільськогосподарських виробників. У наших дослідженнях показник кількості зерен на рослині неабияк залежав від біологічних особливостей сорту. Зокрема, у сорту Перлина в середньому на одній рослині формувалося від 101,3 шт. (контроль) до 112,5 шт. ($N_{120}P_{80}K_{40}$), дещо нижче – у сортів Надія та Мавка – від 84,9 до 94,2 та від 76,0 до 86,0 см відповідно. Тому, зважаючи на відсоток природних втрат та травмування насіння, формування показника кількості насінин на рослині відбувалося аналогічно до кількості бобів на рослині. Застосування мінеральних добрив позитивно вплинуло на показник кількості зерен з рослини. Внесення $N_{30}P_{20}K_{10}$ сприяло його збільшенню, порівняно до контрольного варіанта, в сорту Перлина на 5,4 %, $N_{60}P_{40}K_{20}$ – на 7,8 %, $N_{90}P_{60}K_{30}$ – 10,0 %, $N_{120}P_{80}K_{40}$ – на 7,6 %.

Маса 1000 насінин значно різнилася за біологічними особливостями кожного конкретного сорту. Згідно характеристики досліджуваних сортів, даний показник у сорту Перлина був нижчим в досліді та в середньому становив 173,9–183,9 г, у сорту Надія формувалося крупніше насіння і маса 1000 насінин становила відповідно 193,2–207,6 г, тоді як у сорту Мавка маса 1000 насінин виявилася найбільшою і варіювала в межах 202,7–215,3 г залежно від удобрення. Маса 1000 насінин – це показник, який різниться за характерними особливостями кожного конкретного сорту. Максимальну відмітку цього показника виявлено у сорту Мавка за передпосівної інокуляції та збільшення внесених добрив до $N_{60}P_{40}K_{20}$ кг/га д.р., що становила 215,3 г, порівняно за тих же норм добрив та з 202,7 г у варіанті з контролем. Таку ж тенденцію з дещо нижчою масою 1000 насінин зафіксовано у сортів Надія та Перлина. Подальше збільшення внесення мінеральних добрив, зокрема азотних до 90 та 120 кг/га д.р., сприяло зниженню даного показника у варіантах із проведенням інокуляції, так і без неї.

Вищеописані елементи структури врожаю визначають індивідуальну продуктивність рослин квасолі, тобто масу зерна з рослини. Тому цілком зрозуміло, що досліджувані чинники впливали на останню, змінюючи її тим чи іншим чином. Вплив мінеральних добрив на формування маси зерна з рослини спостерігали в усіх варіантах досліду. Внесення $N_{30}P_{20}K_{10}$ забезпечило збільшення величини цього показника порівняно до контролю у сорту Перлина на 6,5–7,4 %, $N_{60}P_{40}K_{20}$ – на 11,4–13,6, $N_{90}P_{60}K_{30}$ – на 10,3–15,3 % та $N_{120}P_{80}K_{40}$ – на 6,5–10,8 % залежно інокуляції насіння.

У сортів Мавка та Надія відмічено аналогічну тенденцію. Найкращі умови для формування індивідуальної продуктивності рослин забезпечувало внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{60}K_{30}$. За такої системи удобрення рослини формували масу зерна на рівні від 18,5 до 20,9 та від 18,1 до 20,3 г залежно від сорту, що на 15,3–20,1 % перевищувало показники абсолютного контролю.

Підсумовуючи одержані результати слід відмітити, що елементи структури врожаю сортів квасолі Надія, Мавка та Перлина в середньому за роки проведення досліджень залежали від сортових особливостей. Сорт квасолі Надія характеризується вищою висотою кріплення бобів, найменшою в досліді довжиною бобів, середньою кількістю бобів та зерен на рослині, масою 1000 насінин. Тому він формував середню індивідуальну продуктивність рослини, з урахуванням найнижчого виживання рослин за вегетацію і, відповідно, густоти стояння рослин на час збирання – найнижчої в досліді врожайності, в межах від 1,67 до 2,28 т/га залежно від норми мінеральних добрив та інокуляції.

Вищу врожайність (1,9–2,49 т/га) формував сорт квасолі Мавка за рахунок найбільшої маси 1000 насінини та густоти стояння рослин на час збирання. Сорт квасолі Перлина в наших дослідженнях характеризувався найвищою врожайністю – 1,98–2,67 т/га залежно від норми мінеральних добрив та інокуляції за рахунок формування більшої кількості бобів та зерна на рослині, маси зерна з рослини.

4.8 Урожайність квасолі залежно від удобрення

Використання добрив у технології вирощування квасолі є одним із найбільш ефективних заходів підвищення її врожайності. Доведено, що оптимізована система удобрення із урахуванням потреби рослин у поживних речовинах за етапами органогенезу може забезпечити найвищу врожайність культури [61]. Дослідники відносять квасолю до культур, вимогливих до поживного режиму ґрунту. Ба більше, на думку ряду вчених [31], вона є найвимогливішою до родючості ґрунту серед зернобобових і досить чутлива до внесення мінеральних добрив. Ці висновки знайшли своє підтвердження і в наших дослідженнях.

Мінеральні добрива сприяли зростанню врожайності культури. Найвищу середню урожайність формував сорт Перлина у варіанті удобрення $N_{60}P_{40}K_{20}$ кг/га д. р., яка становила 2,43 т/га, що на 0,45 т/га більше за контроль (табл. 11).

Таблиця 11

Урожайність квасолі залежно від удобрення, т/га

Варіант удобрення	Урожайність т/га	Приріст врожаю	
		т/га	%
Надія			
Без добрив (контроль)	1,67	-	-
$N_{30}P_{20}K_{10}$	1,94	0,27	16,2
$N_{60}P_{40}K_{20}$	2,05	0,38	22,8
$N_{90}P_{60}K_{30}$	2,15	0,48	28,7
$N_{120}P_{80}K_{40}$	2,11	0,44	26,3
Мавка			
Без добрив (контроль)	1,90	-	-
$N_{30}P_{20}K_{10}$	2,13	0,23	12,1
$N_{60}P_{40}K_{20}$	2,24	0,34	17,9
$N_{90}P_{60}K_{30}$	2,37	0,47	24,7
$N_{120}P_{80}K_{40}$	2,33	0,43	22,6
Перлина			
Без добрив (контроль)	1,98	-	-
$N_{30}P_{20}K_{10}$	2,27	0,29	14,6
$N_{60}P_{40}K_{20}$	2,43	0,45	22,7
$N_{90}P_{60}K_{30}$	2,61	0,63	31,8

$N_{120}P_{80}K_{40}$	2,52	0,54	27,3
$HIP_{0,5}$ – 0,37	чинник А – 0,12	чинник В – 0,15	

У варіанті за внесення $N_{60}P_{40}K_{20}$ урожайність сорту Мавка становила 2,49 т/га, що на 0,25 т/га більше, ніж у варіанті без інокуляції за тих же норм добрив та на 0,59 т/га більше за абсолютний контроль.

Сорт Надія найвищу врожайність – 2,28 т/га теж формував на варіанті досліду $N_{60}P_{40}K_{20}$. Найвищу врожайність на варіантах досліду – 2,15, 2,37 та 2,61 т/га у сортів Надія, Мавка та Перлина відмічено за удобрення в нормі $N_{90}P_{60}K_{30}$ кг/га д. р., що відповідно на 0,48, 0,47 та 0,63 т/га вище порівняно з урожайністю на контролі, яка становила 1,67, 1,90 та 1,98 т/га відповідно.

Найбільшого приросту врожаю досліджуваних сортів вдалося досягти за використання низьких та середніх норм азотних на фоні фосфорно- калійних добрив. Приріст урожайності від внесення добрив у сорту Надія становив від 16,2 до 28,7 %, у сорту Мавка – від 12,1 до 24,7, у сорту Перлина - від 14,6 до 31,8 %.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНІСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ

Високоефективне та раціональне використання землі, тобто стабільне нарощування виробництва продукції рослинництва є одним з важливих завдань аграрного виробництва є. В умовах ринкових відносин економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур набуває першочергового значення як один з найважливіших чинників їх конкурентоспроможності. Добір економічних варіантів технології, які забезпечують окупність затрачених ресурсів з максимальною ефективністю, необхідно розробляти на основі оцінки результатів досліджень та всебічного аналізу елементів технологічного процесу. Це забезпечить зменшення обсягів виробництва продукції, покращення її якості та зниження виробничих витрат [12].

Для обґрунтування найбільш оптимального поєднання агрозаходів, що взяті нами на вивчення, було визначено економічну ефективність удобрення квасолі. Загальні норми виробітку, ціни на ручні та механізовані роботи приймали відповідно до рекомендованих нормативів для виробництва. Розрахунки економічної ефективності удобрення квасолі здійснювали за цінами, які сформувались на кінець 2023 року. Таким чином, за результатами досліджень ми визначали показники економічної ефективності запропонованих елементів технології вирощування квасолі, що були поставлені на вивчення. Отримані результати в досліді з вивчення впливу різних норм мінеральних добрив та проведення передпосівної інокуляції свідчать, що за вирощування досліджуваних сортів квасолі на контролі вартість виробничих витрат на 1 га становила для сорту Надія 9500 грн, Мавка та Перлина – дещо більше за рахунок вищої вартості посівного матеріалу – 10500 грн; собівартість одної т насіння відповідно становила – 5689, 5526 та 5303 грн/т. Показник умовно чистого прибутку варіював залежно від особливостей досліджуваних сортів та чинників, що були поставлені на вивчення і на варіантах без удобрення становив для сорту

Надія 18556 грн, Мавка – 21420 та Перлина – 22764 грн з рівнем рентабельності відповідно – 195, 204 та 217 %. Суттєвий прибуток навіть за найнижчої в досліді врожайності сортів квасолі зумовлений високою вартістю товарної продукції, яка в 2023році становила 16800 грн/т.

Таблиця 12

Економічна ефективність технології вирощування квасолі в розрахунку на 1 га

Варіант удобрення	Варіант удобрення				
	Без добрив (контроль)	$N_{30}P_{20}K_{10}$	$N_{60}P_{40}K_{20}$	$N_{90}P_{60}K_{30}$	$N_{120}P_{80}K_{40}$
Надія					
Урожайність, т/га	1,67	1,94	2,05	2,15	2,11
Вартість вирощеної продукції, грн/га	28056	32592	34440	36120	35448
Виробничі витрати на 1 га, грн	9500	11520	12260	12450	13458
Собівартість 1 т, грн	5689	5938	5980	5791	6378
Умовно чистий прибуток, грн/га	18556	21072	22180	23670	21990
Рівень рентабельності, %	195	183	181	190	163
Мавка					
Урожайність, т/га	1,9	2,13	2,24	2,37	2,33
Вартість вирощеної продукції, грн/га	31920	35784	37632	39816	39144
Виробничі витрати на 1 га, грн	10500	12520	13260	13450	14458
Собівартість 1 т, грн	5526	5878	5920	5675	6205
Умовно чистий прибуток, грн/га	21420	23264	24372	26366	24686
Рівень рентабельності, %	204	186	184	196	171
Перлина					
Урожайність, т/га	1,98	2,27	2,43	2,61	2,52
Вартість вирощеної продукції, грн/га	33264	38136	40824	43848	42336
Виробничі витрати на 1 га, грн	10500	12520	13260	13450	14458
Собівартість 1 т, грн	5303	5515	5457	5153	5737
Умовно чистий прибуток, грн/га	22764	25616	27564	30398	27878
Рівень рентабельності, %	217	205	208	226	193

Зі збільшенням норм удобрення спостерігалася зміна показників, що характеризують економічну ефективність, але не завжди в сторону збільшення, порівняно з контрольними варіантами, оскільки дані показники залежали від приросту врожаю та додаткових затрат на мінеральні добрива у всіх досліджуваних сортів. Проте, можна стверджувати, що умовно чистий прибуток та рівень рентабельності був вищий на варіантах із збільшенням норм добрив (табл. 12). Так, найвищий умовно чистий прибуток було отримано за за внесення вищої норми мінеральних добрив ($N_{90}P_{60}K_{30}$): 23670 грн у сорту Надія, 26366 грн у сорту Мавка та 30398 грн у сорту Перлина. Подальше збільшення норм внесення добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ призвело до підвищення собівартості продукції, але через те, що врожайність на цих варіантах, як із проведенням інокуляції насіння, так і без неї, суттєво знизилася, то і умовно чистий прибуток та рентабельність також були нижчими за контрольні варіанти та варіанти з низькими та середніми нормами добрив.

Таким чином, для отримання найбільшого прибутку від вирощування квасолі звичайної найбільш економічно вигідним є вирощування сортів Мавка та Перлина за технологією із внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання та основи виробничої безпеки в охорони

Безпечність виробничого устаткування - це властивість виробничого устаткування відповідати вимогам безпеки праці під час монтажу (демонтажу) і експлуатації в умовах, установлених нормативною документацією.

При проектуванні устаткування необхідно враховувати умови його експлуатації з тим, щоб при дії на нього вологи, сонячної радіації, механічних коливань, високих та низьких тисків і температур, агресивних речовин і т. ін.

Складові частини виробничого устаткування (приводи, трубопроводи, кабелі тощо) необхідно виконати таким чином, щоб не допустити їх випадкового пошкодження, яке може призвести до появи небезпеки. Якщо в конструкції устаткування є газо-, пневмо-, гідро- та паросистеми, то вони повинні відповідати вимогам безпеки, що є чинними для таких систем. Рухомі частини устаткування, які являють собою небезпеку, необхідно огороджувати, за винятком тих частин, огородження яких не допускається з огляду на їх функціональне призначення. У такому випадку необхідно передбачати спеціальні заходи чи засоби захисту.

Елементи устаткування, з якими може контактувати людина не повинні мати гострих країв, кутів, а також нерівних, гарячих чи переохолоджених поверхонь. Виділення та поглинання устаткуванням тепла, а також виділення ним шкідливих речовин і вологи не повинні перевищувати гранично допустимих рівнів (концентрацій) у межах робочої зони. Конструкція устаткування повинна забезпечувати усунення або зниження до регламентованих рівнів шуму, ультразвуку, інфразвуку, вібрації та різноманітних випромінювань.

Для того, щоб запобігти виникненню небезпеки при раптовому вимкненні джерел енергії, всі робочі органи, а також пристрої, які використовуються для захоплення, затискування та підіймання заготовок, деталей, виробів тощо, повинні оснащуватись спеціальними захисними

пристосуваннями. Причому необхідно унеможливити самочинне вмикання приводів робочих органів у разі відновлення енергопостачання.

Захист від опіків та обмороження.

Під час роботи з кріогенними продуктами необхідно вжити заходів щодо недопущення контакту обслуговуючого персоналу з кріогенними продуктами та поверхнями, що мають низьку температуру. З цією метою застосовують герметизацію, теплоізоляцію, огородження устаткування, попереджувальні написи тощо.

Відкрите переливання, зливання кріогенних продуктів, за якого можливе розбризкування рідини необхідно проводити в заправлених під рукави захисних рукавицях та захисних окулярах з боковими щитками. Верхній одяг повинен бути повністю закритим, а штани - прикривати взуття.

У разі переливання рідинних кріогенних продуктів із посудини необхідно користуватись підставкою, що нахиляється. Під час переливання в посудини з вузькою горловиною необхідно користуватись лійкою, яка забезпечує вихід газу із посудини, що заповнюється рідиною.

Захист від дії термічних деформацій.

Термічні деформації в устаткуванні для кріогенних продуктів можна зменшити шляхом застосування компенсаційних елементів та матеріалів з однаковими коефіцієнтами лінійного розширення. Особливо небезпечні різкі нагрівання та охолодження, коли виникають значні нерівномірності температурного поля в матеріалі.

Захист від перевищення тиску внаслідок випаровування або нагрівання кріогенних продуктів.

Унаслідок закипання або випаровування кріогенних рідин при зміні режимів роботи чи із-за природних теплопотоків у замкнутих об’ємах можливе підвищення тиску. Для запобігання руйнування устаткування внаслідок значного підвищення тиску на посудинах та трубопроводах з кріогенними рідинами встановлюються запобіжні пристрої (клапани, мембрани тощо).

Вимоги до приміщень.

Приміщення, в яких використовуються чи зберігаються кріогенні продукти, повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією, причому приплив здійснюється зверху, а витяжка - знизу. Вентиляція повинна автоматично вмикатись у разі перевищення допустимої концентрації кріогенного продукту в приміщенні. Для стікання пролитих кріогенних продуктів необхідно вздовж стін приміщення чи під підлогою встановити канали з нахилом 1:100 або 1:500 у бік забірного пристрою аварійної вентиляції.

Розрізняють такі види дії електричного струму на організм людини:

Біологічна дія струму проявляється в подразненні і збудженні живої тканини, а також у порушенні внутрішніх біоелектричних процесів, що проходять в організмі і безпосередньо пов’язані з його життєвими функціями. Це може супроводжуватися мимовільним, судомним скороченням м’язів, у тому числі м’язів серця та легень. При цьому порушуються або повністю припиняються кровообіг і робота органів дихання.

Термічна (теплова) дія струму зумовлює опіки окремих ділянок тіла, нагрівання кровоносних судин, нервів, серця, мозку та інших органів, через які проходить струм. Це може викликати в них значні функціональні розлади.

Електрохімічна (електролітична) дія струму спричинює розклад органічних рідин, у тому числі крові, що супроводжується значними змінами їх фізико-хімічного складу.

Механічна дія струму полягає в розшаруванні, розриві та інших механічних пошкодженнях тканин організму, зокрема - м’язової, стінок кровоносних судин, судин легенів, унаслідок електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари від теплової дії струму.

Наведені види дії електричного струму можуть призвести до негативних наслідків, тобто електричних травм.

Електрична травма - це пошкодження, спричинене впливом електричного струму (травма в перекладі з грецької - пошкодження, рана).

Електричні травми поділяються на 2 види: місцеві травми і загальні.

Місцеві - коли виникає місцеве ушкодження організму. До місцевих електротравм відносять:

електричні опіки;

електричні знаки;

механічні пошкодження.

Електричні опіки - найбільш поширена електротравма, яка виникає внаслідок виділення тепла під час проходження електричного струму на різних частинах тіла.

Електричні знаки (мітки) - це чітко окреслені плями сірого або блідо жовтого кольору на поверхні шкіри людини, яка потрапила під дію струму.

Механічні пошкодження - наслідок різних рефлекторних судомних скорочень м'язів під впливом струму, що проходить тілом. У результаті можуть утворюватися розриви зв'язок, шкіри, кровоносних судин, можуть мати місце вивихи суглобів і навіть переломи кісток.

Загальні травми, або так звані електричні удари, коли уражається (або створюється загроза ураження) усього організму через порушення нормальної діяльності і життєво важливих органів та систем.

Розподіл нещасних випадків від електричного струму в промисловості за вказаними видами травм такий: 20% - місцеві електротравми; 25% - електричні удари; 55% - мішані травми, тобто одночасно місцеві електротравми та електричні удари.

Класифікація загальних електричних травм

Залежно від наслідків ураження, електричні удари можна поділити на такі 5 ступенів:

I - судомне, ледве відчутне скорочення м'язів;

II - судомне скорочення м'язів, що супроводжується сильними болями, але без непритомності;

III - судомне скорочення м'язів із втратою свідомості, але зі збереженням дихання та роботою серця;

IV - втрата свідомості і порушення серцевої діяльності чи дихання;

V - клінічна смерть.

Більше 85 % смертельних уражень людини електричним струмом викликані саме електричними ударами.

Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом.

Тіло людини є провідником електричного струму, але електропровідність біологічної тканини своєрідно відрізняється від провідності металів, електролітів, газів. При проходженні електричного струму, тіло людини стає додатковою гілкою електричної мережі. Водночас організм людини можна віднести і до групи своєрідних полімерів-біополімерів, який можна прирівняти до провідності напівпровідників.

Електронебезпечність - комплекс заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої дії електричного стуму.

Чинники, від яких залежить важкість ураження електрострумом:

сила та величина напруги струму;

електричний опір тіла людини і тривалість проходження через нього;

характер струму (змінний, постійний);

індивідуальні особливості людини та умови навколишнього середовища;

шлях проходження електричного струму в тілі людини.

Під час користування електроприладами треба дотримуватись низки запобіжних заходів:

перед включенням електроприладу необхідно візуально перевірити електрошнур на наявність механічних пошкоджень;

електроприлади повинні бути надійно заземлені згідно з правилами установки приладу;

забороняється працювати з електроприладами вологими руками;

не можна залишати електроприлад без нагляду довгий час;

при виявленні або виникненні несправності в електроприладі негайно викликати електрика, що обслуговує прилад; категорично заборонено виконувати будь-які ремонтні роботи самостійно.

Рятування життя людини, ураженої струмом, у багатьох випадках

залежить від швидкості і правильності дій осіб, що здійснюють допомогу. Передусім потрібно якнайшвидше звільнити потерпілого від дії електричного струму. Якщо неможливо відключити електричне обладнання від мережі, потрібно відразу взятися за звільнення потерпілого від струмоведучих частин, не торкаючись при цьому потерпілого.

Заходи долікарської допомоги після звільнення потерпілого залежать від його стану. Її потрібно надавати негайно, по можливості на місті події, одночасно викликавши медичну допомогу. Якщо потерпілий не знепритомнів, потрібно забезпечити йому на деякий час спокій, не дозволяючи рухатися до прибуття лікаря. Якщо потерпілий дихає рідко і судорожно, але прослуховується пульс, потрібно негайно зробити йому штучне дихання. При зупинці дихання, розширенні зіниць і посинінні шкіри потрібно робити штучне дихання та непрямий масаж серця.

Надавати допомогу необхідно до прибуття лікаря, оскільки є багато випадків, коли штучне дихання і непрямий масаж серця повертали потерпілих до життя [79].

6.2. Охорона навколишнього природного середовища

Одним із пріоритетних напрямів стратегічного розвитку є розв’язання екологічних проблем і підтримання стабільної ситуації щодо охорони навколишнього природного середовища та забезпечення раціонального використання, збереження й відтворення природних ресурсів.

Населення все більш стає орієнтовним на якісні умови життя та вимагає вирішення проблем екології. Крім того, соціально-економічний розвиток області безумовно тісно пов’язаний з екологічним станом довкілля. Комплексну програму охорони довкілля області на 2021-2027 роки затверджено депутатами обласної ради на нещодавній позачерговій сесії обласної ради. Реалізація Програми спрямована на стабілізацію та поліпшення стану навколишнього природного середовища на території області та вирішення першочергових регіональних екологічних проблем.

Програмою передбачено зменшення обсягів скидання неочищених та недостатньо очищених стоків у водні об’єкти та зменшення рівня забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств. Також йдеться про забезпечення екологічного та безпечного збирання та знешкодження непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин, у тому числі пестицидів, упровадження установок для знешкодження промислових відходів. Основними напрямами програми є:

- розвиток природно-заповідного фонду, збереження біологічного та ландшафтного різноманіття;

- еколого-просвітницька діяльність;

-здійснення заходів з озеленення населених пунктів;

-відновлення і підтримання сприятливого гідрологічного режиму та сприятливого стану річок.

Розробка Регіонального плану управління відходами у області до 2030 року сприятиме якісним змінам у сфері управління відходами. Фінансування природоохоронних заходів, які зазначені у Програмі, здійснюватимуться за рахунок коштів державного, обласного бюджетів, районних бюджетів, бюджетів територіальних громад, у тому числі фондів охорони навколишнього природного середовища, коштів підприємств та інших джерел, не заборонених чинним законодавством.

ВИСНОВКИ

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

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

2. Висота рослин квасолі зростає при збільшенні норм мінеральних добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ кг/га д. р. Максимальна висота рослин квасолі формується у фазу наливу бобів за внесення $N_{120}P_{80}K_{40}$ і становить 52,5 см для сорту Надія, 58,8 – Мавка та 64,4 см для сорту Перлина, що більше відносно контрольних варіантів на 11–12 см.

3. На формування густоти посіву та загальне виживання рослин квасолі позитивно впливають норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{20}K_{10}$ та $N_{60}P_{40}K_{20}$ кг/га д. р.

4. Найбільшу площу листкової поверхні посівів квасолі відмічено у фазі цвітіння – 30,1–46,6 тис. $м^2$/га залежно від удобрення та сортових особливостей. Максимальні показники площі листкової поверхні посівів квасолі забезпечує внесення $N_{60}P_{40}K_{20}$.

5. Урожайність сортів квасолі зростає від 1,41 до 3,16 т/га залежно від сортових особливостей та удобрення. Високий рівень врожайності зерна квасолі сорту Надія – 2,28 т/га, Мавка та Перлина – 2,49 та 2,67 т/га

забезпечує внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ кг/га д. р.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горобчук А. Великі перспективи бобових культур. Агробізнес сьогодні. 2017. № 22. С. 48-49
2. Камінський І. В. Потенційна ємність внутрішнього ринку зернобобових культур в Україні *Вісн. Сумськ. нац. аграрн. ун-ту. Серія «Фінанси і кредит»*. 2013. Вип. 1. С. 101–108.
3. Bernardi D.L.S., Pilosof A.L.R., Bartolomai G.B. Enzymatic modification of Soy protein concentrates by fungal and bacterial proteases. J. Amer. Oil Chem. Soc. 1991. Vol. 68. P. 102–106
4. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. та ін. ; за ред. А. М. Розвадовського. К. : Урожай, 1990. 176 с.
5. Квасоля в сучасних умовах господарювання / Полянська Л., Чалий О.
6. Гуторова О., Свиридов О. Фермерське господарство. 2012. № 46. С. 19
7. Рєпін К. «Подушки безпеки». Просо, сорго і квасоля подалі від масовок! Зерно. 2017. № 7. С. 40-44.
8. Дудчак Т. В. Стан і перспективи виробництва в Україні зерна квасолі. *Збірник наукових праць. Кам'янець-Подільський*, 2007. № 15. С. 92–96.
9. Українські фермери активно нарощують площі під квасолею. Agro review. 30. 03. 2018. URL: https://agroreview.com/news/ukrayinski-fermery-aktyvno-naroshchuyut-ploshchi-pid-kvasoleyu
10. Нерозкритий потенціал квасолі в Україні. AgroPorta*l*. 12 червня 2017. URL:http://agroportal.ua/ua/publishing/infografika/neraskrytyi-potentsial-fasoli-v-ukraine-infografika/ (датазвернення10.09.2018
11. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. К. : Аграрна наука, 1996. 570 с.
12. Bernardi D.L.S., Pilosof A.L.R., Bartolomai G.B. Enzymatic modification of Soy protein concentrates by fungal and bacterial proteases. J. Amer. Oil Chem. Soc. 1991. Vol. 68. P. 102–106

13. Голодна А. В., Камінський В. Ф., Шляхтуров Д. С. Шляхи підвищення продуктивності квасолі в умовах північного Лісостепу. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2004. Вип. 53. С. 63–73.

14. Vinandan R. A., Prasad U. K. Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield, nitrogen uptake and water-use efficiency of French bean (*Phaseolus vulgaris*). *Indian Journal Agricultural Sciences*.1998. Vol. 67 (11). P. 75–80.

15. Роль білків у харчуванні. Норми споживання білків.URL: www.ukr.docdat.com/text/12204/index-2.html (датазвернення14.06.2018)

16. Січкар В. І. Зернобобові культури в Україні: що вирощувати? *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 21. С. 26–30.

17. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур / Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Колісник С. І. та ін. *Вісник аграрної науки*. К., 2003. С. 15–19.

18. Січкар В. І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 110–115.

19. Січкар В. І. Стан і перспективи селекції зернобобових культур в селекційно-генетичному інституті УААН. *Зб. наук. пр. селек.-генет. ін-ту Нац. центру насіннєзнавства та сортовивчення.* Одеса. 2002. Вип. 3 (43). С. 92–103.

20. Квасоля / М. П. Бойко, В. Ф. Петриченко, С. П. Медвідь, М. М. Мережко. За ред. А. М. Розвадовського. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві. К. : Урожай, 1990. С. 111–123.

21. Бугай С. М. *Рослинництво*. К.: Вища школа, 1997. 325 с.

22. Мотрук Б. Н. *Рослинництво*. К. : Урожай, 1999. 464 с.

23. Овчарук О. Іванюк С. Квасоля – цінне джерело рослинного білка, зумовлене сортовими особливостями. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. № 1/2. С. 38–40.

24. Грушко М. Ф. *Овочеві горох і квасоля*. К.: Держсільгоспвидав, 1963. 66 с.

25. Іванюк С. Зернова квасоля. *The Ukraianan FARMER*. 2015. №3. С. 96–97

26. Матвієць В. Г., Силенко С. І., Кобизєва Л. Н. та ін. Амінокислотний склад білка насіння квасолі. *Генетичні ресурси рослин*. 2008. № 5. С. 106–113.

27. Рожнєва, Н. Американо азійська гостя. Магічна, смачна та лікувальна квасоля. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2009. № 5. С. 44–53.

28. Проскура І. П., Замостний М. С. *Квасоля – цінна продовольча культура*. Львів, 1963. 12 с.

29. Hardwick R. C. (1972). The emergence and early growth of French and runner beans sown on different dates. *J. Hort. Sci*. 47 (3) 410 c.

30. Panwar K. S., Chaudhary H. K., Thakur S. R. Stability in seed yield of French bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes in high-hill, dry temperate region of northwestern Himalayas. *Journal of Agricultural Sclellces*.1995. Vol. 65 (5). P. 341–344.

31. Зернобобові культури / За ред. А. О. Бабича. К. : Урожай, 1984. 160 с. 85.Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві / Розвадовський А. М., Бабич А. О., Петриченко В. Ф. та ін. ; за ред. А. М. Розвадовського. К. : Урожай, 1990. 176 с.

32. Доктор Н. М., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Квасоля звичайна – нішева культура. *Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини*: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 50-річчю створення кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика та 120-річчю НУБіП України, 26-27 червня 2018 р. С. 74–75.

33. Самойленко І. Квасоля. Практичні аспекти успіху. *Зерно*. 2017. № 8. С.94–96.
34. Носенко Ю. Товарне вирощування квасолі звичайної. Агробізнес сьогодні: веб-сайт.№ 9 (304) травень 2015.URL: http://agro–business.com.ua/agronomiia–siogodni/3238–tovarne–vyroschuvannia– kvasoli–zvychainoi.html (датазвернення11.07.2018)
35. Маслак О. Привабливість квасолі. *Агробізнес сьогодні*: веб-сайт. № 9 (304)травень2015. URL: http://www.agro–business.com.ua/ekonomichnyi–gektar/3047–pryvablyvist–kvasoli.html. Дата звернення: 03.10.21.
36. Лихочвор В. В., Бомба М. І., Дубковецький С. В. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур. Львів: Українські технології, 1999. 408 с.
37. Урожай і якість зерна сортів квасолі залежно від умов живлення / Свідерко М. С., Болехівський В. П., Волощук І. С., Беген Л. Л та.ін. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2010. Вип. 52. С. 101–107.
38. Ушкаренко В. О., Лавренко С. О., Максимов Д. О. Урожайність та якість зерна квасолі за різних технологічних прийомів вирощування в умовах Південного Степу України на зрошенні. *Наука в Південному регіоні України. Важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності*: наукове видання. Під загальн. ред. ак. НАН України Андронаті С. А. Одеса: ПНЦ НАН України і МОН України, 2016. Вип. XIV. С. 252.
39. Сайко О. Ю. Ефективний спосіб вирощування квасолі звичайної. *Овочівництво і баштанництво*. 2015. Вип. 61. С. 200–206.
40. Ушкаренко В. О., Лавренко С. О., Максимов Д. О. Урожайність та якість зерна квасолі залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив та ширини міжряддя при зрошенні. *Наука в Південному регіоні України. Важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в*

галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності: наукове видання. Під загальн. ред. ак. НАН України Андронаті С. А. Одеса: Фенікс, 2018. Вип. XVI. С. 71.

41. Шляхтуров Д. С. Продуктивність сортів квасолі залежно від технологічних заходів в умовах північної частини Лісостепу. *Землеробство*. 2014. Вип. 1-2. С. 84–87.
42. Акуленко В. В. Ріст рослин квасолі звичайної залежно від технології вирощування в північній частині Лісостепу. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області.* 2014. Вип. 16. С. 5–11.
43. Акуленко В. В. Формування врожайності та якості насіння квасолі
44. звичайної за різних технологій вирощування в Правобережному Лісостепу: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ, 2015. 22 с.
45. Шляхтуров Д. С. Особливості формування продуктивності квасолі залежно від технології вирощування в умовах Північного Степу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. Наук: 06.01.09. Київ, 2009. 19 с.
46. Шляхтуров Д. С. Вплив елементів технології вирощування на ріст і розвиток рослин квасолі. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН».* 2014. Вип. 4. С. 90–94.
47. Технологія вирощування квасолі. *Фермерське господарство*. 2010. № 33. С. 21.
48. Турак О.Д. Проблема вивчення формування врожаю квасолі в залежності від агротехнічних заходів в Прикарпаття. Збірник доповідей учасників ІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія: проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства» 20-22 червня 2006 р. Івано-Франківськ, 2006. С. 189–190.
49. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І. *Агрохімія: навчальний посібник.* За ред.

М.Й. Шевчука. Рівне: НУВГП, 2011. 728 с.

50. Kumar R.P., Singh O.N., Singh Y., Dwivedi S., Singh J.P. Effect of integrated nutrient management on growth, yield, nutrient uptake and ecnomics of french bean (*Phaseolus vulgaris*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2009. Vol.79 (2). P. 34–40.

51. Бобро М. А., Головченко Б. Х. Оптимізація технології вирощування зернових і бобових культур. *Современные технологии, экономика и эколгия в промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве*: Сборник научных статей по материалам 5–й международной научно–методической конференции. Киев: ИСМО, Алциста, 1997. 317 с.

52. Пархуць Б. І. Формування продуктивності квасолі звичайної залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу західного: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Вінницький державний аграрний університет, Інститут кормів УААН. Вінниця, 2008. 20 с.

53. Chandra R., Rajput C.B.S., Singh K. P. and other. Anote of the effect of nitrogen, phosphorus and Rhizobiumculture on growth and yield of french bean (*Phaseolus vulgaris L.)*. Haryana Journal of Horticultural Sciences. 1987. Vol. 16 (1). P. 145–147.

54. Савченко В. О. Вплив мінерального живлення на продуктивність та якість зерна квасолі звичайної. *Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи*: Зб. наук. пр. XXIII наук. конф. студентів та магістрів. 2009. С. 15.

55. Влох В. Г., Пархуць Б. І. Продуктивність квасолі звичайної залежно від прийомів вирощування в умовах Львівщини. Вісник Львівського державного аграрного університету: Агрономія. 2003. № 7. С. 39–44.

56. Попов О. П. Продуктивність та якість насіння квасолі залежно від режимів зрошення, добрив і норм висіву в умовах півдня України: автореф. дис... канд. с.-г. наук. 06.01.09. Херсонський державний

аграрний університет. Херсон, 2001. 17 с.

57. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / Мельник С. І., Жилкін В. А., Гаврилюк М. М., Сніговий В. С., Лісовий М. М. та ін. Міністерство аграрної політики України, Українська академія аграрних наук. К., 2007. 55 с.
58. Голодна А. В., Акуленко В. В., Столяр О. О. Формування продуктивності квасолі звичайної залежно від елементів технології вирощування в північній частині Лісостепу. *Зб. наук. пр. нац. наук. центру «Інститут землеробства НААН».* 2013. Вип. 1–2. С. 120–124.
59. Голодна А. В., Камінський В. Ф., Шляхтуров Д. С. Система удобрення квасолі в умовах північного Лісостепу. *Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН.* К., 2003. Вип. 3. С. 54–58.
60. Голодна А. В., Камінський В. Ф., Шляхтуров Д. С. Шляхи підвищення продуктивності квасолі в умовах північного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2004. Вип. 53. С. 63–73.
61. Овчарук О. В. Особливості формування врожаю у кущових сортів квасолі залежно від площі живлення рослин. *Збірник ПДАТУ*, 2005. Вип. 13. С. 124–126.
62. Овчарук О. Іванюк С. Квасоля – цінне джерело рослинного білка, зумовлене сортовими особливостями. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. № 1/2. С. 38–40.
63. Камінський В. Ф. Агробіологічні основи інтенсифікації вирощування зернобобових культур в Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця, 2006. 48
64. Пархуць Б. І. Основні елементи технології вирощування квасолі звичайної в умовах західного Лісостепу України. *Аграрний вісник Причорномор'я: Біологічні та сільськогосподарські науки*. 2004. Вип. 26, Ч. 2. С. 90–94.

65. Технології вирощування зернових колосових, зернобобових, круп'яних, олійних культур і кукурудзи / Сайко В. Ф., Камінський В. Ф., Свидинюк І. М., Романюк П. В. та ін. К.: ВД «ЕКМО», 2008. 40 с.
66. Власюк П. А., Дмитренко П. О. *Мінеральні добрива*. Київ: Урожай, 1964. 180 с.
67. Науково-методичні рекомендації з оптимізації мінерального живлення сільськогосподарських культур та стратегії удобрення / Городній М. М., Бондар О. І., Бикін А. В. та ін.; за заг. ред. М. М. Городнього. Київ: ТОВ «Алефа», 2004. С. 25–42.
68. Шкатула Ю. М., Паламарчук І. І., Петровець В. А. Екологічна доцільність використання ефективних мікроорганізмів у відновлювальних процесах ґрунтів. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. № 4. С. 73–76.
69. Добрива та їх використання: Довідник / Марчук І. У. та ін. Київ: Арістей, 2010. 254 с.
70. Біологічний азот / Патика В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. та ін. К.: Світ, 2003. 424 с.
71. Фатєєв А. І., Кутова А. М. Мінеральний азот і мікроелементи у живленні зернобобових. *Посібник українського хлібороба*. Зернобобові та бобові кормові культури в контексті відновлення агроценозів. 2013. Том 2. С. 91–92.
72. Камінський В. Ф., Голодна А. В., Дворецька С. П. Зернобобові культури – джерело біологічного азоту. *Корми і кормовиробництво*. 2000. С. 45–48.
73. Коць С. Я. Роль біологічного азоту у підвищенні продуктивності сільськогосподарських рослин. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2001. Т. 33. № 3. С. 208–215.
74. Голодна А. В., Камінський В. Ф., Шляхтуров Д. С. Система удобрення квасолі в умовах північного Лісостепу. *Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН.* К., 2003. Вип. 3. С. 54–58.

75. Воєвода А. І. Квасоля: вирощування та догляд. *Агровісник Україна*. 2006. № 10. С. 76–77.
76. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / Під ред. А. О. Бабича. Вінниця, 1994. 87 с.
77. Горова Т. К. Особливості формування фаз вегетаційного періоду квасолі звичайної. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області.* 2014. Вип. 17. С. 88–96.
78. Новицька Н. В., Доктор Н. М. Вплив добрив та умов збирання на схожість насіння квасолі. *Новітні агротехнології: теорія та практика*: Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. м. Київ, 11 липня, 2017. С. 126.
79. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. - 4-те вид., допов. і перероб. - К.: Університет "Україна", 2009. - 295 с

.

ДОДАТКИ

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДів КУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ

ПАЦАЛЮК Р.М., 25 м-а гр. факультет агрономії
МЕЛЬНИК С.В. 26 м-а гр. факультет агрономії
Кандидати с-г наук, доценти: Січкар А.О. , Рогальський С.В.

Кукурудза – одна з високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яка за рівнем врожайності при достатньому вологозабезпеченні переважає багато культур. Разом з тим вона характеризується досить високою посухостійкістю, а за оптимізації головних агротехнічних заходів здатна формувати сталу продуктивність і без поливу. Найдієвішими чинниками впливу в умовах півдня України на рівень зернової продуктивності кукурудзи є гібридний склад, застосування зрошення, мінеральних добрив, мікродобрив і регуляторів росту [1–3].

Досліди закладалися на дослідному полі Уманського НУС в польовій сівозміні кафедри рослинництва. У досліді вивчали вплив застосування комплексних рідких мікродобрив та регуляторів росту на продуктивність кукурудзи на зерно й показники якості нового гібриду Збруч. Двофакторний дослід з кукурудзою закладали методом розщеплених ділянок. Дослідження проводили у чотириразовій повторності. Посівна площа ділянок 70 $м^2$, облікова – 50 $м^2$. Фактор А - районовані в Україні різні за скоростиглістю нові гібриди кукурудзи з ФАО 180-430. Фактор В – мікродобрива і регулятори росту.

Попередник - соя. Після збирання попередника проводили дискування на глибину 10-12 см. Оранка проводилась на глибину 26-28 см. Мінеральні добрива вносили рекомендованою дозою $N_{150}P_{90}$. Ранньовесняне боронування проводили при фізичній стиглості ґрунту під кутом до основного обробітку. По мірі відростання бур'янів проводили суцільну культивацію на глибину 10-12 см. Ґрунтовий гербіцид Фронт'єр-оптима в нормі 1,3 л/га вносився в передпосівну культивацію, яку проводили на глибину 6-8 см перед висівом насіння гібридів у першій декаді травня. Сівбу гібридів кукурудзи проводили у І декаді травня при температурі ґрунту 12-14^{0}С на глибині загортання насіння. Регулятори росту застосовували шляхом обробки насіння перед висівом та в період вегетації культури, обприскуванням у фазу 7 листків.

Дослідження за ростом рослин кукурудзи, накопиченням сирої та сухої маси дають можливість стверджувати, що застосування регуляторів росту в посівах гібридів різних груп стиглості позитивно впливає на формування листо-стеблової маси та забезпечує найвищі показники продуктивності. За обробки посівів кукурудзи регуляторами росту «Сизам-Нано» і «Грейнактив-С» отримано найбільший приріст сирої надземної маси у всіх досліджуваних гібридів. За цього варіанту обробки накопичення зеленої маси у гібридів ранньостиглої групи коливались в середньому 3,28-49,79 т/га,