

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра рослинництва

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

КАШТАН В'ячеслав Ігорович

УДК 635.652:631.5

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ПОЛІССЯ

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ Каштан В. І.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Науковий консультант

Мойсієнко В. В.

професор, д. с.-г. н.

Керівник роботи

Сладковська Т. А.

кандидат с.-г. наук

Житомир – 2020

АННОТАЦІЯ

Каштан В. І. «Вплив елементів технології вирощування на урожайність квасолі звичайної в умовах Полісся». – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 «Агрономія». Поліський національний університет, м. Житомир, 2020 р.

У кваліфікаційній роботі наведені результати досліджень з впливу елементів технології вирощування на урожайність та якість насіння квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris*). Нами було встановлено, що протягом 2019-2020 рр. найвищі рослини були на ділянках з використанням сорту Мавка з внесенням $N_{30}P_{60}K_{60}$ та мікоризуючого препарату «Мікофікс» і становили 62 см в середньому. Більшим показник висоти прикріплення нижнього бобу був на варіанті з сортом Мавка й удобренням $N_{30}P_{60}K_{60}$ та $N_{30}P_{60}K_{60}$ + «Мікофікс» – 14,9 см. Висота прикріплення верхнього бобу, також більша на варіантах з сортом Мавка і знаходилась в межах 41-49 см. Вищий урожай у наших дослідженнях був у сорту Мавка. Він був в середньому за 2 роки в межах 1,78-2,07 т/га. Також було встановлено позитивний вплив обробки насіння препаратом «Мікофікс». Використання цього препарату сприяло збільшенню урожайності на 6% в середньому. На контролі (без удобрення) маса 1000 зерен сорту Надія становила 199 г, а у сорту квасолі Мавка – 195 г. Найвищим цей показник був на варіанті з сортом Надія й удобренням $N_{30}P_{60}K_{60}$ і «Мікофікс» – 215 г.

Розрахунок сукупних витрат показав, що найбільші витрати були на варіанті з інокуляцією арбускулярною мікоризою. Найвищий показник валової енергії з урожаєм квасолі звичайної було отримано також на варіанті з інокуляцією –55,81 ГДж /га, що більше, ніж на варіанті без інокуляції на 14,8 ГДж/га. Як показують наші розрахунки найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ) був відзначений на варіантах з інокуляцією насіння препаратом Мікофікс та становив 2,2. Найкращі показники чистої

продуктивності квасолі звичайної були отримані на варіантах з сортом Мавка, де були більше на 5% від аналогічних варіантів з сортом Надія.

Ключові слова: квасоля звичайна, інокуляція, сорти, удобрення

Kashtan V. I. "Influence of elements technology of growing on the yield of common beans in Polissya"

The qualifying work presents the results of research on the influence of elements of cultivation technology on the yield and quality of seeds of common beans (*Phaseolus vulgaris*). We found that during 2019-2020, the tallest plants were in areas using the variety Mavka with the introduction of $N_{30}P_{60}K_{60}$ and mycorrhizal preparation "Mycofix" and were 62 cm on average. The lower bean attachment height was higher in the Mavka variety and $N_{30}P_{60}K_{60}$ and $N_{30}P_{60}K_{60}$ + Mycofix fertilizer — 14.9 cm. The upper bean attachment height was also higher in the Mavka variety and was in the range of 41-49 cm in our research was in the variety Mavka. It was on average for 2 years in the range of 1.78-2.07 t /ha. The positive effect of seed treatment with Mycofix was also established. The use of this preparation contributed to an increase in yield by 6% on average. At the control (without fertilizer) the weight of 1000 grains of Nadiya variety was 199 g, and in Mavka bean variety – 195 g. The highest figure was in the variant with Nadiya variety and $N_{30}P_{60}K_{60}$ and Mycofix fertilizer – 215 g.

The calculation of total costs showed that the highest costs were in the variant with inoculation. The highest value of gross energy with the yield of common beans was also obtained in the variant with inoculation – 55.81 GJ /ha, which is more than in the variant without inoculation by 14.8 GJ/ha. As our calculations show, the highest energy efficiency ratio was observed in the variants with seed inoculation with the preparation Mycofix and was 2.2. The best indicators of net productivity of common beans were obtained on the varieties with the variety Mavka, where they were more than 5% of similar variants with the variety Nadiya.

Key words: common beans, inoculation, varieties, fertilizers

ЗМІСТ

Анотація	Ошибка! Закладка не определена.
Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. Аналітичний огляд літератури.....	8
1.1 Вплив елементів технології вирощування на урожайність квасолі звичайної	8
РОЗДІЛ 2. Місце, умови та методика проведення наукових досліджень .	14
РОЗДІЛ 3. Експериментальна частина.....	18
3.1 Особливості технології вирощування квасолі звичайної в умовах Полісся України	18
3.2. Результати досліджень та їх обґрунтування.....	21
3.2.1. Агротехнічна ефективність вирощування квасолі звичайної.....	21
3.2.2. Економічна ефективність вирощування насіння пажитниці багаторічної в умовах ТОВ «Житомирнасінтрав-1» Житомирського району	24
Висновки та пропозиції виробництву	27
Список використаної літератури	28
Додатки.....	33

ВСТУП

Найбільш важливим фактором інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є вдосконалення існуючих технологій і створення нових на основі розробки сучасних та ефективних прийомів агротехніки [29].

До числа нових культур, які в найближчі роки треба ширше використовувати в виробництві, відносять зернобобові. Вони містять велику кількість білка – найціннішої складової частини харчування. Насіння бобових рослин (горох, квасоля, соя і т.д.) мають 20–40% білка, що добре засвоюється організмом [28]. За показником перетравності білок квасолі перевищує білок гороху і сочевиці та наближається до перетравності білків м'яса і риби (86–90%). Крім білка, бобові містять дуже цінні поживні речовини: крохмаль, цукор, жири, солі і кислоти. Бобові культури (особливо в зеленому стані) мають велику кількість вітамінів [30].

Крім продовольчого призначення, вирощування бобових рослин має велике агротехнічне значення, так як вони є хорошими попередниками для багатьох культур в сівозміні [29].

Дуже важливе місце серед бобових культур займає квасоля, що є необхідним продуктом харчування. Квасоля – одна з найбільш цінних продовольчих зернобобових культур, серед яких вона після сої займає друге місце за площами в світовому землеробстві [15]. Така популярність пояснюється високими харчовими якостями, зокрема, великим вмістом білка в насінні і бобах. Крім того, квасоля необхідно вивчати як екологічний об'єкт, за допомогою якого можна поповнити запаси сполук азоту в ґрунті і підвищити її біологічну активність [30].

Квасоля – одна з найбільш цінних продовольчих зернобобових культур, серед яких вона після сої займає друге місце за площами в світовому землеробстві. Така популярність пояснюється високими харчовими якостями, зокрема, великим вмістом білка в насінні і бобах. Крім того, квасоля необхідно вивчати як екологічний об'єкт, за допомогою якого можна поповнити запаси

сполук азоту в ґрунті і підвищити її біологічну активність [39].

Мета роботи полягала у пошуку шляхів підвищення урожайності та якості квасолі звичайної на основі комплексної оцінки та удосконалення елементів технології її вирощування.

Завданням досліджень було вивчення наукового та виробничого досвіду вирощування квасолі звичайної, встановлення рівня урожайності зерна в умовах Полісся України.

Об'єкт дослідження: процес наукового обґрунтування технологічних заходів формування урожайності та якості зерна квасолі звичайної.

Предмет дослідження: рослини квасолі звичайної сортів Мавка та Надія, економічна та енергетична ефективність її вирощування.

Методи дослідження: польовий – для вивчення дії та взаємодії організованих факторів; візуальний – для фенологічних спостережень; морфологічний – визначення біометричних параметрів рослин та генеративних органів; лабораторний – визначення агрохімічних властивостей ґрунту; розрахунково-порівняльний – оцінка економічної та енергетичної ефективності вирощування багаторічних злакових трав; статистичний – визначення вірогідності результатів польових дослідів [].

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Жданюк І. М., Каштан В. І., Рильський Є. К., Вплив препарату Мікофікс на економічну ефективність вирощування зернобобових в умовах Полісся України. *Сільське господарство – сталий розвиток України*. матеріали наук.-практ. конф., м. Житомир, 12 лист. 2020 р. / Поліський національний університет. Житомир, 2020.
2. Каштан В. І., Ващенко О. М., Рильський Є. К. Вплив елементів технології вирощування на урожайність квасолі звичайної в умовах Полісся України. *Агросфера – частина біосфери* : матеріали наук.-практ. інтернет-конф. Поліського національного університету, м. Житомир, 16 жовт. 2020. С. 26-28.

3. Каштан В. І. Енергетична ефективність вирощування квасолі звичайної залежно від елементів технології вирощування. *Агросфера – частина біосфери* : матеріали наук.-практ. інтернет-конф. Поліського національного університету, м. Житомир, 16 жовт. 2020. С. 35-37.

Практичне значення отриманих результатів. З метою отримання стабільного врожаю квасолі звичайної на рівні 2,07 т/га насіння з високими показниками якості, в умовах Полісся необхідно висівати квасолі звичайної сорту Мавка та вносити мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проводити інокуляцію насіння препаратом «Мікофікс» у нормі 125 г/га.

Структура та обсяг роботи. Робота містить 35 сторінок комп'ютерного тексту, в тому числі 3 розділи, 6 таблиць, 7 рисунків. Список використаної наукової літератури налічує 47 джерел. У додатках наведено статистичну обробку урожайних даних квасолі звичайної за варіантами дослідів.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Вплив елементів технології вирощування на урожайність квасолі звичайної в умовах

Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris*) – належить до групи найважливіших зернобобових культур, які мають велике продовольче значення, особливо для населення країн, що розвиваються [39].

Культура квасолі широко поширена у світовому землеробстві, обробляють її більш ніж в 70 країнах в різних ґрунтово-кліматичних зонах. Вона культивується на площі понад 25 млн. га [2]. Ця культура широко поширена в Центральній і Південній Америці, в тропічній Африці, в Південно-Східній Азії. У розвинених країнах врожайність насіння становить 1,2–1,5 т/га, в країнах, що розвиваються, з більш низьким рівнем розвитку сільського господарства, урожай – 0,4–0,5 т/га (Індія, Бразилія) [40].

Всі види квасолі належать до сімейства Бобові (*Fabaceae*) і 2 родів: *Phaseolus* L. і *Vigna* Sav. Ці роди об'єднують понад 250 видів однорічних і багаторічних рослин. В залежності від походження розрізняють американські і азійські види квасолі. Американським видам квасолі притаманні великі та плоскі боби з довгим дзьобиком, крупним насінням і дрібні прилистки. Азійські види характеризуються дрібними циліндричними багатосім'яними бобами без дзьобика, дрібним насінням, широкими шпоровидними прилисками [4, 20].

З американських видів квасолі найбільш у світі поширена квасоля звичайна – *Phaseolus vulgaris* L. Налічується багато сортів і сортотипів звичайної квасолі, які розрізняються за темпом росту [25].

«Рослини бувають кущової форми (висота 20–45 см), напівв'юнкі (1,5-2 м) і в'юнкі (3–5 м). Селекціонери прагнуть вивести низькорослі, кущові, швидкодозріваючі, слабкооблиственні форми з нерозтріскуючимися бобами, пристосовані до механізованого збирання. Корінь стрижневий, проникає на

глибину більше 1 м, на ньому утворюються численні бульбочки. Справжні листки трійчасті. Листочки трійчастого листа великі, за формою яйцеподібні, широкояйцевидні або ромбічно-яйцеподібні; за забарвленням – зелені, темно-зелені. Квітконоси короткі, пазухи, з 2–8 квітками. Квітки білі, темно-рожеві і фіолетові, за будовою 5-пелюсткові: парус, 2 крила і 2 зрощених пелюсткачовники» [39].



Рис. 1.1 Види квасолі (1) квасоля звичайна; 2) квасоля золотиста; 3) квасоля багатоквіткова; 4) квасоля гостролиста)

Боби дуже різноманітні за формою і величиною (6–15 см). Сорти квасолі в залежності від анатомічної будови ділять на 3 групи: луцильні, напівцукрові і цукрові, або спаржеві. Специфічні особливості цих груп визначаються наявністю в товщі ступок бобу пергаментного шару, який сприяє розтріскуванню бобів [2]. Забарвлення насіння варіює від білої до чорної. За

розміром насіння сорти квасолі ділять на 3 групи: крупнонасінні – маса 1000 насінин понад 400 г, середньонасінні – 200–400 г і дрібнонасінні – менше 200 м. Число насіння в бобі коливається від 3 до 7 шт. У Латинській Америці особливою популярністю користується квасоля з червоним, коричневим і чорним насінням. У регіонах з помірним кліматом вирощують переважно форми з світлим насінням [38].

В онтогенезі квасолі звичайної виділяють 5 фенофаз (набухання і проростання насіння, поява сходів, цвітіння, утворення зелених бобів, дозрівання насіння), що охоплюють 12 етапів органогенезу [24].

«Квасоля – теплолюбна рослина. Насіння її проростає при 10° С, а сходи формуються лише при 12 ... 13 ° С, сходи не витримують тривалого зниження температури і гинуть при -1 ° С. Краща температура для росту і розвитку квасолі – 20 ... 25 ° С, але плоди успішно утворюються і при 15 ° С. Культура не відрізняється високою жаростійкістю. Вимоглива до світла, особливо в молодому віці. Квасоля звичайна – мезофіт – погано переносить як надмірне зволоження, так і дефіцит вологи. Квасоля має особливу потребу у волозі при проростанні насіння, а також у фазах цвітіння і зав'язування плодів [6,19]. Оптимальна вологість ґрунту повинна становити 65–70% граничної польової схожості [18].

Квасоля звичайна по-різному реагує на інтенсивність освітлення і тривалість дня. Розрізняють сорти з короткого дня (для південних регіонів), довгого дня і нейтральним (у північних умовах, центральних зонах) періодом вегетації [33].

Веgetаційний період становить від 65 до 150 діб і залежить від сорту, індивідуальних властивостей, погодних умов, широти місцевості. У північних районах період вегетації подовжується, на півдні – скорочується [12].

Виділяють шість груп стиглості: ультра скоростиглі (<65 днів), скоростиглі (65– 70 днів), середньоранні (71– 80 днів), середньостиглі (81– 90 днів), пізньостиглі (91– 120 днів), дуже пізні (понад 121 дня) [21].

З агротехнічної точки зору квасоля – дуже цінна культура. Як і інші бобові, квасоля здатна забезпечити себе азотом за рахунок симбіотичної азотфіксуючої діяльності бульбочкових бактерій і навіть накопичувати його в ґрунті до 60 кг/га і більше. Поживні залишки квасолі покращують біологічні процеси в ґрунті, посилюють ферментативну активність і доступність поживних речовин, сприяють підвищенню родючості ґрунту. Квасоля є цінним попередником для зернових культур [16].

Квасоля в період вегетації не ушкоджується шкідниками і є санітарною культурою в сівозміні. Висіяна після неї озимина у меншій мірі схильна до ураження шкідливими комахами і як попередник квасоля майже не поступається чорному пару [10].

Висівають квасолю і як декоративну рослину, використовуючи в'юнкі сорти багатоквіткової культури з вогняно-червоними кольорами [37].

На фуражні цілі використовують відходи при очищенні і сортуванні насіння, а також зерно, непридатне для харчових цілей. Кормова цінність квасолі висока: в 1 кг насіння міститься 880 г сухої речовини, 225 г сирого протеїну достатня кількість кальцію, фосфору і каротину. У 1 кг квасолі міститься 1,3 к. од. Для фуражу застосовують солому і ступки бобів [26].

Квасоля (*Phaseolus vulgaris*) – цінна харчова зернобобова рослина, вирощується переважно як продовольча культура. У її насіння міститься білка 17–30 %, вуглеводів – 54,2 %, жиру – до 3 %, клітковини – 3,7 %, зольних елементів – 3,5 %. Висока енергетична цінність квасолі як продукту харчування. У 100 г насіння міститься 309 ккал (1293 кДж) [39]. По енергетичній цінності вона перевершує яловичину більш ніж в 2 рази, рибу в 7 разів, значно поживніша за інші продукти. Білки квасолі легко розчиняються у воді, тому легко засвоюються організмом, залежно від кулінарної обробки засвоюваність білків квасолі організмом людини досягає 86–90 %. В склад білків квасолі входить до 30 амінокислот, у тому числі незамінні – лізин, триптофан, метіонін, треонін, валін, фенілаланін, лейцин, ізолейцин [31].

По складу зольних елементів квасоля перевершує більшість зернобобових

культур. Наприклад, заліза міститься 12,4 мг/100 г, фосфору – 540 мг/100 г, калію - 1100 мг/ 100 г, магнію – 100 мг/ 100 г, кальцію – 150 мг/100 г [19].

Мікориза – симбіоз, що утворюється рослинами з грибами, що колонізують корені, а іноді і інші підземні органи. Завдяки тому, що при утворенні мікоризи значна частина грибного міцелія розташовується зовні кореня, цей симбіоз забезпечує зв'язок рослин з ґрунтом, надаючи їм велику частину мінеральних речовин, які гриб не лише адсорбує з ґрунтового розчину, але і отримує з важко розчинних мінералів або з органічних речовин [35, 44]. Мікориза – найбільш широко поширена форма мікробно-рослинної взаємодії: здатністю до утворення тієї чи іншої форми мікоризи володіє 80-90% видів наземних рослин. Завдяки величезному адаптивному потенціалу, мікориза поширена в усіх кліматичних зонах Землі і є основним фактором їх стабільності та різноманіття [41].

При розвитку ендомікоризи гіфи гриба (мікобіонта) проникають всередину клітин рослини-хазяїна (фітобіонта), що супроводжується глибокою цитодиференціюванням обох партнерів [42]. Для ендомікоризи характерна локалізація більшої частини грибного міцелія в тканинах кореня [47].

Екологічно найбільш важлива форма трофічного симбіозу – арбускулярная мікориза (АМ), яку наземні рослини утворюють з гломусовими грибами [43]. Арбускулярная мікориза (АМ) широко поширена в усіх ґрунтово-кліматичних зонах Землі і в ній беруть участь усі типи наземних рослин - від мохоподібних до покритосімяних. Виконуючи функцію живлення рослин, АМ є одним з ключових факторів їх виживання в умовах жорсткої конкуренції за трофічні ресурси ґрунту [46].

Інокуляція бобових культур селекційними штамами АМ істотно збільшує їх продуктивність за рахунок прискорення термінів утворення бульбочок, збільшення їх кількості, маси, а у ряді випадків і азотфіксуючої активності [23].



Рис. 1.2. Квасоля звичайна сорту Мавка

РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліди з вивчення впливу елементів технології вирощування на квасолі звичайної проводились нами впродовж 2019–2020 років на ділянках СТОВ «Надія» Пулинського району, Житомирської області.

Площа дослідної ділянки – 18 м², облікової – 12 м². Повторність трьохразова. Розміщення ділянок – системне в блоці, взаємно перпендикулярно за сортами та удобренням.

Показник	Одиниці виміру	Метод виміру	Результат	Рівень забезпечення				
				Дуже низький	Низький	Середній	Високий	Дуже високий
рН ґрунту	од. рН	рН (1:1)	6.0	слабо кислі				
рН буферний	од. рН	ВрН	6.8					
Орг. речовина	%	LOI-%	1.6					
Нітрати (NO ₃)	мг/кг	FIA	7.2					
Фосфор (P)	мг/кг	Mehlich-3	33					
Калій (K)	мг/кг	Ac	62					
Кальцій (Ca)	мг/кг	Ac	714					
Магній (Mg)	мг/кг	Ac	38					
Натрій (Na)	мг/кг	Ac	8					
Сірка (S)	мг/кг	Ca-P	7					
Цинк (Zn)	мг/кг	DTPA	0.71					
Залізо (Fe)	мг/кг	DTPA	56.9					
Марганець (Mn)	мг/кг	DTPA	8.8					
Мідь (Cu)	мг/кг	DTPA	1.10					
Бор (B)	мг/кг	H ₂ O	0.27					
Розчинні солі	ммоль/см ³	Cond (1:1)	0.10					
Сума катіонів	мг-екв/100 г	-	6.5	Частка насичених основ, %				
Насиченість основами				20	40	60	80	100
Водень, (H)	%	-	37					
Калій, (K)	%	-	3					
Кальцій, (Ca)	%	-	55					
Магній, (Mg)	%	-	5					
Натрій, (Na)	%	-	1					

Рис. 2.1. Результати аналізу ґрунту дослідної ділянки

Схема досліду

Культура	Сорти (фактор А)	Удобрення (фактор В)
Квасоля звичайна	Надія	- без добрив (контроль); - N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ ;
	Мавка	- N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + «Мікофікс» (125 г/га);

Характеристика сортів квасолі звичайної

Сорт Надія. «Виведений в Буковинському інституті АПВ УААН. Внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2001 року. Різновидність *ellipticus albus*. Стійкий до розтріскування бобів. Насіння біле, еліптичне, гладеньке, блискуче з рубчиком білого кольору. Сорт середньоранній, холодостійкий, кущового типу. Стійки до осипання зерна, вилягання, ураження хворобами і пошкодження шкідниками, придатний до механізованого збирання. Урожайність зерна – 2,4 т/га. Насіння біле, середнього розміру. Має високі смакові якості. Добре розварюється тому є ідеальним для приготування пюре. Сорт придатний для консервування та заморожування. Культура цінна вмістом білку, вітамінів А,В,С, цукру, мінеральних солей. Сорт Надія вирізняється високим потенціалом врожаю, високою технологічністю і харчовою цінністю. Насіння цієї квасолі білі, середньої крупності. Маса 1000 насінин – 220-245 г. У бобі середнього розміру – 4-6 насіння. Висота рослин – 40-45 см. Квасолі Надія відносять до штаблових сортів, тобто рослина призначена для механізованого прибирання» [5].

Сорт Мавка. «Виведений в Інституті землеробства НААН. Внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2001 року. Сорт «Мавка» зерновий, розроблений для вирощування в регіонах з нестабільним кількістю опадів. Легко переносить короткочасну посуху. Рослина стійка до пошкодження зернівкою, ураження бактеріозом, антракнозом. Сорт придатний для механізованого прибирання. Урожайність зерна становить – 2,6-2,8 т/га. Рекомендований для вирощування в Лісостепу та Поліссі України. Рослина невисока, довжиною до 60 см, має гарну облиственність. Висота прикріплення нижнього бобу 12-14 см. Сорт індетермінантного типу, форма куща прямостояча. Квасоля «Мавка» відрізняється високою стійкістю до вилягання і осипання бобів. Верхівка куща трохи завивається. Стручки жовтуваті, боби овальні, білі, зі слабким мармуровим малюнком. Підсім'ядольне коліно світлозелене, квітка біла, боби жовтого кольору, із загостреним кінчиком, форма насінини – овально-еліптична, забарвлення насінневої оболонки біле, з ледь помітним мармуровим рисунком. Маса 1000 насінин 280 г. Зерно відрізняється високими смаковими властивостями, добре розварюється. У насінні міститься 23 % протеїну. Сорт середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду становить 105 днів» [13].

Препарат Мікофікс «вироблений на основі мікоризного гриба *Glomus intraradices*, містить наступні елементи: живі вегетативні клітини, спори мікоризоутворюючого гриба - 1% (мінімум 2000 спор/гр) *Mycorrhiza Glomus intraradices* (СМССРОС7); субстанція - 99% екстракт морські водорості *Ascophyllum nodosum* з низьким вмістом мікро- та макроелементів природнього походження; ПАР; додаткові елементи, які забезпечують 98% життєздатності гриба та виняткову адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов, ефективнішу мікоризацію. Призначення препарату – створення мікоризного симбіозу біоудобрювальної, біофунгіцидної дії, та підвищення стійкості культур до несприятливих факторів зовнішнього середовища» [45].

В дослідах проводилися наступні обліки та спостереження:

1. Польові дослідження виконували відповідно до загальноприйнятих методик з рослинництва [9].

2. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин кvasолі звичайної проводили за методикою Державного сортовипробування [7].

3. «Висоту рослин кvasолі вимірювали по діагоналі ділянки на двох несуміжних повтореннях 20 нормально розвинених рослин від поверхні ґрунту до верхівок» [9].

4. «Густоту рослин визначали на стаціонарних ділянках площею 0,5 м² у трьохразовому повторенні» [9].

5. «Для визначення структури посівів та біологічного врожаю кvasолі звичайної перед збиранням відбирали проби не менше ніж з трьох майданчиків по 0,5 м² в різних місцях ділянки на всіх повтореннях досліджу» [9].

6. «Для визначення маси 1000 насінин відбирали дві наважки по 500 зерен і зважували з точністю до 10 мг на кожному варіанті у триразовій повторності» [9]

7. Вологість насіння визначали за допомогою вологоміра AXIS ADGS.

8. Статистичний, дисперсійний аналіз результатів експериментів проводили за допомогою прикладної комп'ютерної програми «Statistica – 10» та програми Microsoft Excel 2010.

8. Економічну оцінку впливу досліджуваних факторів на урожайність кvasолі звичайної визначали розрахунковим методом [32].

Протягом вегетаційного періоду 2020 року температурні показники перевищували середньобаторічні значення у березні та червні на 4,4⁰ С та 5,4⁰ С відповідно. Збільшення кількості опадів у порівнянні з багаторічними показниками спостерігались в травні та склали 81 мм.

У 2020 році відбулося значне перевищення багаторічних показників опадів. Так, у травні та червні ці покази склали 134 мм та 131 мм відповідно. У квітні була екстремальна нестача вологи. Кількість опадів становила в цьому місяці всього 4 мм. Температурний режим протягом літа не суттєво

перевищував середньобогаторічні показники, а у вересні та жовтні перевищення становило 3⁰ С та 4,4⁰ С (рис. 2.1-2.2).

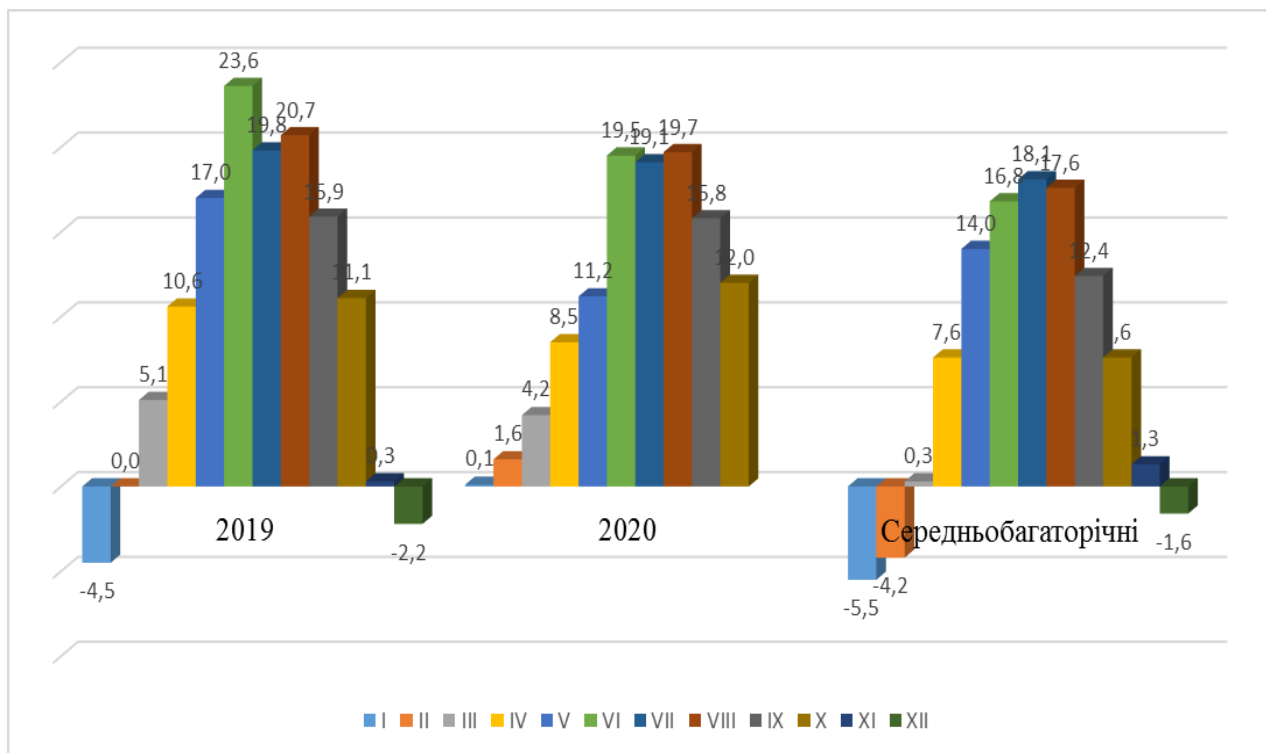


Рис. 2.2 Середньомісячна температура повітря в роки проведення досліджень, °С

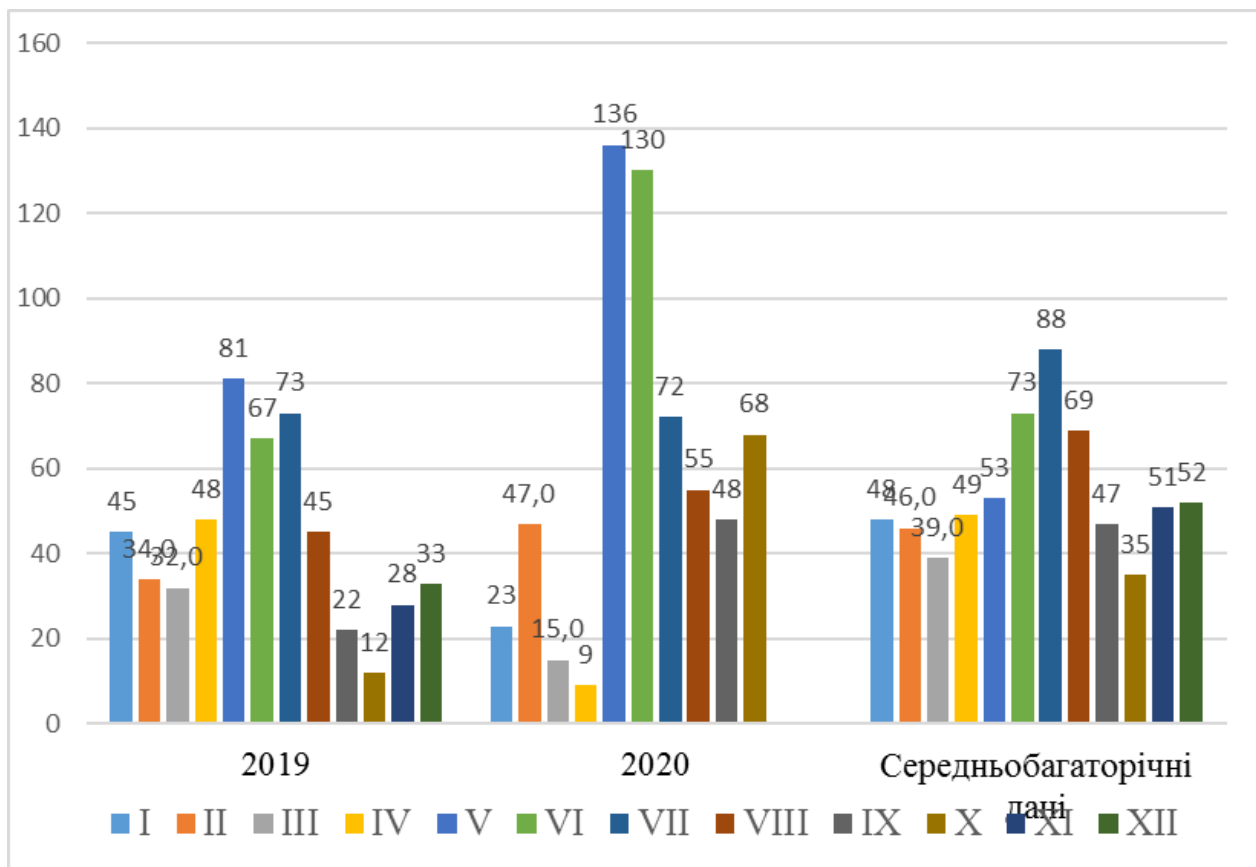


Рис. 2.3 Кількість опадів в роки проведення досліджень, мм

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Особливості технології вирощування квасолі звичайної в умовах Полісся України

Попередником у досліді була озима пшениця. Після збирання попередника проводили дворазове дискування стерні на глибину 6–8 см та 10–12 см. Основний обробіток ґрунту виконували згідно схеми досліду. Під оранку були внесені мінеральні добрива відповідно до схеми досліду. Через два тижні після посіву проводили суцільну культивуацію на глибину 12–14 см. Навесні за настання фізичної стиглості ґрунту проводили боронування. Під передпосівну культивуацію вносили мінеральні добрива в розрахунок $N_{30}P_{60}K_{60}$, перед сівбою насіння квасолі обробляли препаратом Мікофікс. Сівбу проводили в другій декаді травня насінням сорту Мавка та Надія, коли ґрунт був добре прогрітий і минула загроза весняних заморозків [10].

Використовували сорти квасолі звичайної, внесені до Державного реєстру сортів, дозволених для використання на території України. Сівбу проводили широкорядним способом з міжряддям 45 см. Загальна площа ділянки становила – 10 м², облікова – 8 м².

Після сівби до появи сходів квасолі вносили ґрунтовий гербіцид Гезагард 500 FW к.с. у нормі 3 л/га. Проти шкідників у фазу «бутонізація–початок цвітіння» використовували інсектицид Нурел Д у нормі 1л/га [19].

Перед збиранням квасолі звичайної посіви обробляли неселективним контактним десикантом Реглон Супер 150 SL, РК нормою 2 л/га. Збирання врожаю проводили прямим комбайнуванням за повного дозрівання бобів [32].



Рис. 3.1. Збирання квасолі звичайної



Рис. 3.2. Квасоля звичайна сорту Мавка

3.2. Результати досліджень та їх обґрунтування

3.3.1. Агротехнічна ефективність вирощування квасолі звичайної

Висота рослин – це один з первинних показників, що характеризують активність росту та розвитку рослин. При вивченні сортів, висота має особливе значення, оскільки рослина повинна мати надійне стебло, що не вилягає та достатнє для механізованого прибирання [25]. Висота сортів квасолі звичайної у фазу утворення бобів наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Висота квасолі звичайної залежно від сорту та удобрення, см

Сорт	Удобрення	Висота, см		
		рослини	прикріплення нижнього бобу	верхнього бобу
Надія	без добрив (контроль)	42	13,5	35
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	48	14,5	39
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + «Мікофікс»	51	14,4	42
Мавка	без добрив (контроль)	50	14,2	41
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	59	14,9	47
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + «Мікофікс»	62	14,9	49

Протягом наших досліджень висота рослин квасолі звичайної коливалась у межах 42-62 см залежно від сорту та удобрення. Вищими були рослини сорту Мавка на варіанті з внесенням N₃₀P₆₀K₆₀ – 59 см, а на варіанті з N₃₀P₆₀K₆₀ та «Мікофікс» – 62 см. Важливим показником, що характеризує придатність квасолі до механізованого збирання є висота прикріплення нижнього бобу. Так,

вищим він був на варіанті з сортом Мавка й удобренням $N_{30}P_{60}K_{60}$ та $N_{30}P_{60}K_{60}$ і «Мікофікс» – 14,9 см. Висота прикріплення верхнього бобу, також була вища на варіантах з сортом Мавка і була в межах 41-49 см.

Головними заходами, що дають можливість формування продуктивності рослин є підбір сортів та удобрення. Це забезпечить максимальну урожайність зерна квасолі звичайної (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Урожайність квасолі звичайної, т/га

Сорт	Удобрення	Урожайність		
		2019 р.	2020 р.	середнє
Надія	без добрив (контроль)	1,79	1,71	1,73
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	1,96	1,87	1,90
	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + «Мікофікс»	2,06	1,91	1,97
Мавка	без добрив (контроль)	1,83	1,73	1,78
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	2,05	1,90	1,98
	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + «Мікофікс»	2,13	1,99	2,07
НІР ₀₅		0,07	0,05	

У результаті проведених досліджень протягом 2019-2020 років нами було визначено, що більш урожайним є сорт Мавка. Його урожайність в середньому за 2 роки була в межах 1,78-2,07 т/га. Також було встановлено позитивний вплив обробки насіння препаратом «Мікофікс». Використання препарату «Мікофікс» сприяло збільшенню урожайності на 6% в середньому. Так

урожайність зерна квасолі найвищою була за використання сорту Мавка та удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ та використання мікоризуючого препарату «Мікофікс» і становила 2,07 т/га в середньому зарокі досліджень. На аналогічному варіанті удобрення з сортом Надія урожайність склала 1,97 т/га.

Продуктивність рослин бобових культур залежить від числа бобів, числа насіння в бобі та маси 1000 насінин. Структура урожаю обумовлена взаємодією енергетичними особливостями сорту, впливом агротехнічних та ґрунтово-кліматичних умов. Отримані нами експериментальні дані показали, за роки досліджень наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Структура урожаю сортів квасолі звичайної

(середнє за 2019–2020 рр.)

Сорт	Удобрення	Кількість бобів на рослину, шт.	Кількість зерен у бобі, шт.	Маса 1000 насінин, г
Надія	без добрив (контроль)	7,2	4,1	199
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	7,9	4,4	212
	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + «Мікофікс»	7,9	4,6	215
Мавка	без добрив (контроль)	7,3	4,7	195
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	7,9	5,0	207
	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + «Мікофікс»	8,0	5,2	211

У наших дослідженнях застосування різних варіантів удобрення і генетичні особливості сортів суттєво впливали на структуру врожаю квасолі

Найменша кількість бобів на одній рослині була у сорту Надія на ділянках без удобрення – 7,2 шт. За внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ кількість бобів зростала до 7,9 шт./рослину. Використання $N_{30}P_{60}K_{60}$ та препарату «Мікофікс» збільшило кількість бобів до 8,0 шт./рослину. Кількість зерен у бобі зростала з 4,1 шт. до 5,2 шт. залежно від сорту та удобрення. Максимальні показники кількості зерен у бобі були у сорту квасолі Мавка за використання $N_{30}P_{60}K_{60}$ та мікоризуючого препарату «Мікофікс». На контролі (без удобрення) маса 1000 зерен сорту Надія становила 199 г, а у сорту квасолі Мавка – 195 г. Найвищим цей показник був на варіанті з сортом Надія й удобренням $N_{30}P_{60}K_{60}$ і «Мікофікс» – 215 г.

Квасоля сильно реагує на умови вирощування, в результаті чого змінюється її хімічний склад. В умовах жаркого і сухого клімату зі зниженою кількістю опадів в насінні накопичується більше білків, ніж у рослин, що ростуть в районах з більш вологим кліматом і зниженими температурами. Як показали наші дослідження удобрення мало суттєвий вплив на вміст білку в зерні (рис. 3.1)

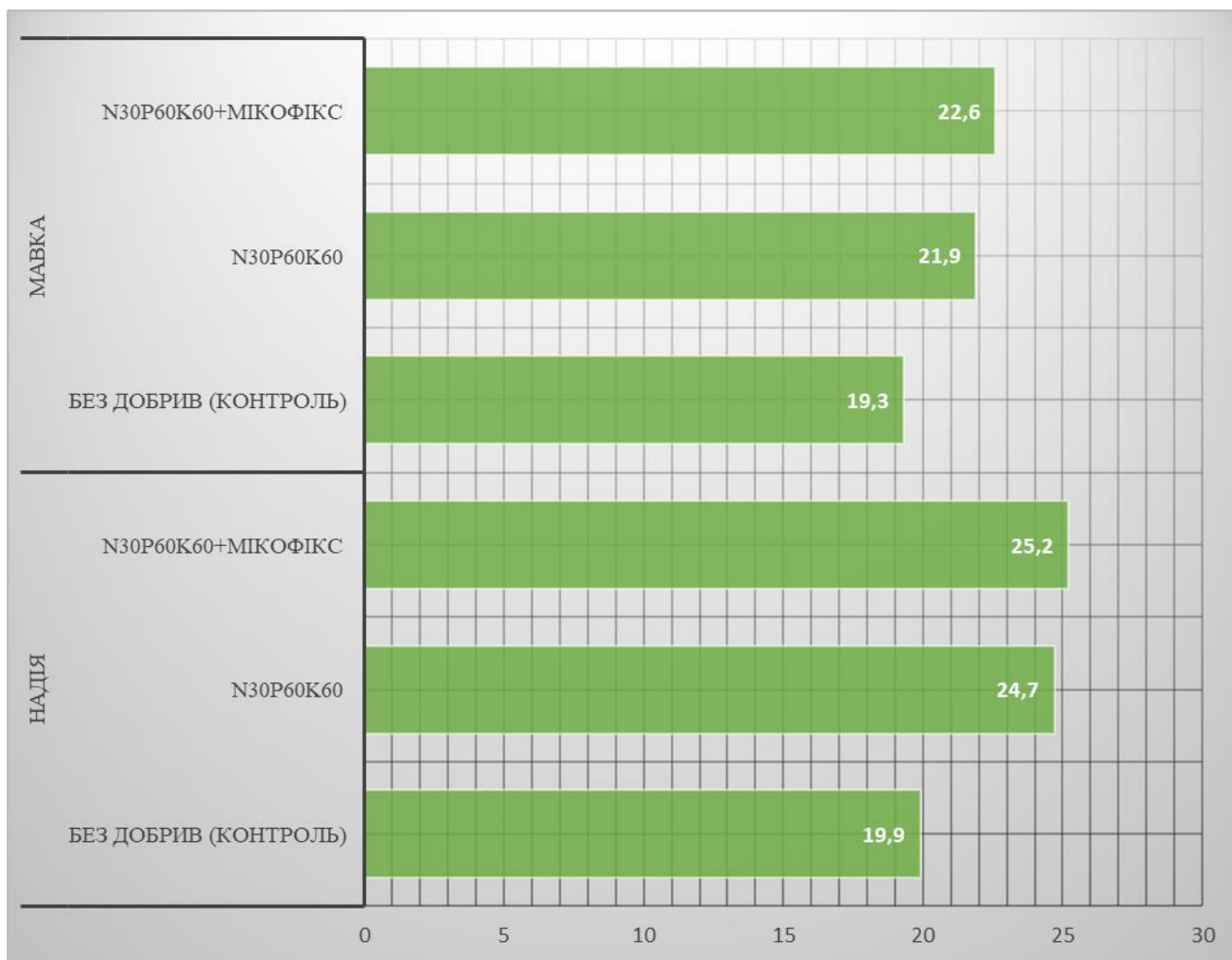


Рис. 3.1 Вміст білка в насінні квасолі, % (середнє за 2019-2020 рр.)

В середньому за 2019-2020 роки найбільший вміст білка ми спостерігали у сорту Надія, де він складав 19,9-25,2 % залежно від удобрення. У сорту Мавка він був у межах 19,3-22,6 %. Разом з тим використання препарату мікоризи збільшувало вміст білка в середньому на 1% в порівнянні з варіантом де використовували лише N₃₀P₆₀K₆₀.

3.2.2. Енергетична та економічна ефективність вирощування квасолі звичайної

В основі енергозберігаючої технології обробітку будь якої польової культури, в тому числі і квасолі, лежить максимальне скорочення витрат і використання поновлюваних природних ресурсів [3]. Тому особливий інтерес

представляє використання при вирощуванні квасолі такого агроприйому, як інокуляція насіння біопрепаратами.

Розрахунок сукупних витрат показав, що найбільші витрати були на варіанті з інокуляцією арбускулярною мікоризою. Це пов'язано з тим, що врожайність насіння на цьому варіанті була вище, ніж на інших варіантах і на його збирання було витрачено додаткові кошти.

Аналізую отримані дані, очевидно, що найбільша кількість валовий енергії з урожаєм квасолі звичайної було отримано також на варіанті з інокуляцією 55,81 ГДж / га, що більше, ніж без інокуляції на 14,8 ГДж / га.

Одним з основних критеріїв оцінки ефективності обробітку польових культур є біоенергетичний коефіцієнт (КЕЕ). Він розраховується як відношення чистого доходу до загальних витрат енергії на обробіток культури [34]. Технологію можна вважати ефективною, якщо при отриманому рівні врожайності, показник K_e більше або дорівнюють 1,0 [3].

Як показують наші розрахунки найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ), був відзначений на варіанті з інокуляцією насіння препаратом «Мікофікс» де становив 2,2.

Таким чином, можна зробити висновок, що інокуляція насіння препаратом мікоризи збільшує врожайність насіння квасолі та знижує енергетичну собівартість продукції.

Економічна ефективність виробництва насіння квасолі звичайної, як і інших польових культур, залежить, перш за все, від рівня врожайності та ціни реалізації в співставленні з виробничими витратами [11].

Витрати на вирощування квасолі звичайної зростають пропорційно зі збільшенням норми внесення мінеральних добрив, але збільшення врожаю дозволяє отримати максимальний дохід на ділянках з $N_{30}P_{60}K_{60}$ та препаратом Мікофікс. Також істотний вплив на величину прибутку має сорт, оскільки при майже однакових затратах ми отримуємо врожай різний за кількістю та якістю. Так, найкращі показники урожайності квасолі звичайної були отримані на

варіантах з сортом Мавка, а умовно чистий прибуток був більше на 5% від аналогічних варіантів з сортом Надія.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою отримання стабільного врожаю квасолі звичайної на рівні 2,07 т/га насіння з високими показниками якості, в умовах Полісся рекомендується до впровадження у сільськогосподарських підприємствах різних форм власності:

- висівати квасолю звичайну сорту Мавка;
- при закладанні посіву вносити мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проводити інокуляцію насіння препаратом «Мікофікс» у нормі 125 г/га.

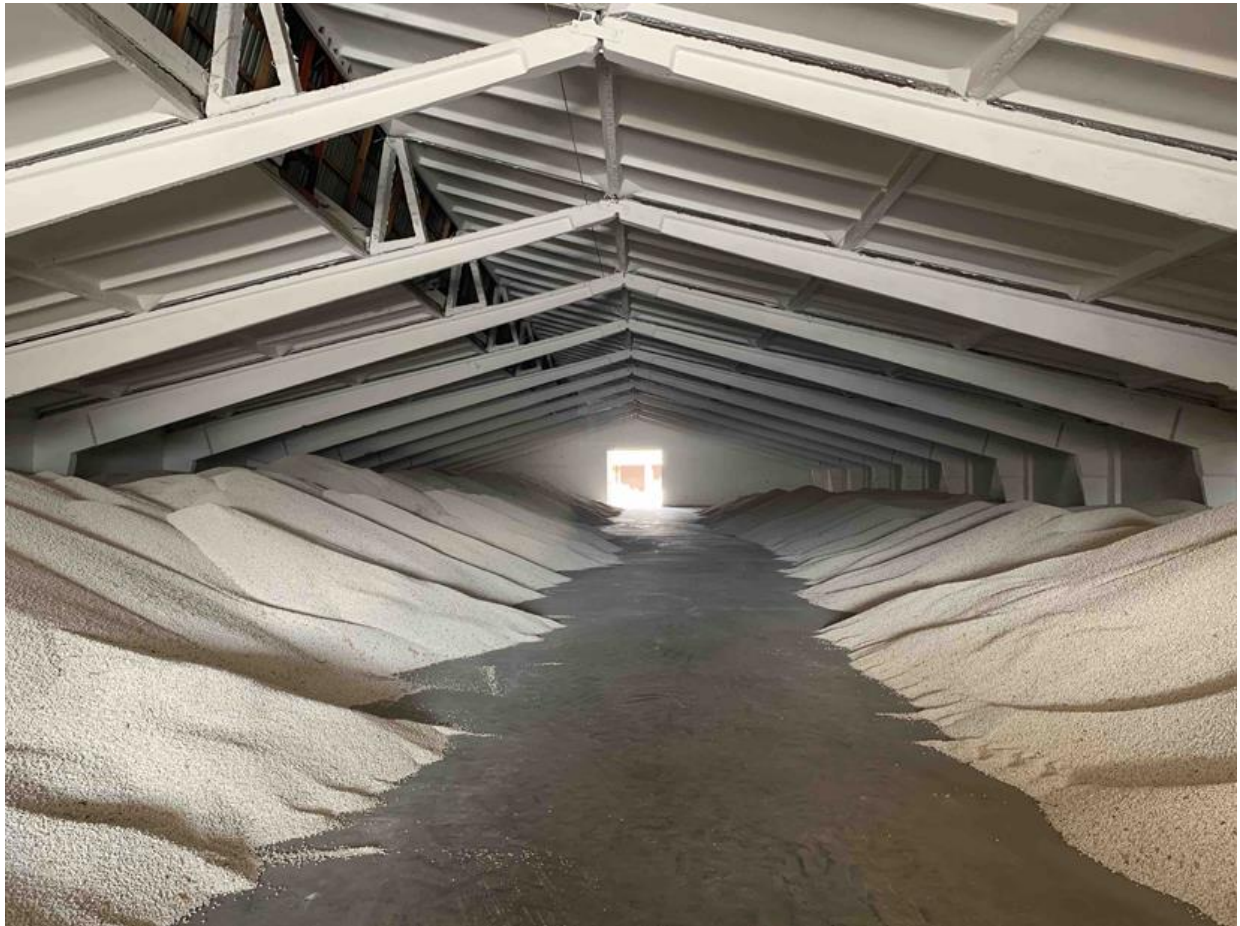


Рис.4.1 Квасоля звичайна сорту Мавка

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безугла О. М. Вирішення проблем виробництва квасолі через використання сортів Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Вісн. ЦНЗ АПВ Харк. обл. 2016. Вип. 20. С. 91–96.

2. Безугла О. М. Висота розташування бобів на рослині квасолі – важлива селекційна ознака. Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб. УААН, 1999. Вип. 82. С. 74–78.

3. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва: науково методичне забезпечення / [Тараріко Ю. О., Несмашна О. Ю., Бердніков О. М. та ін.] ; за ред. Ю. О.Тараріка. Київ.: Аграрна наука, 2005. 200 с.

4. Воронецька І. С., Мовчан К. І. Особливості формування генеративних органів квасолі звичайної від способу сівби та густоти рослин в умовах

правобережного Лісостепу України. Вісник аграрної науки. 2014. № 4 (734). С.14–19.

5. Голохоринська М.Г., Овчарук О.В., Величко С.Й., Вихристюк М.А. Створення нових сортів квасолі та їх впровадження у виробництво. *Міжвід. темат. наук. зб. інституту рослинництва ім. Юр'єва УААН*. 2005. №90. С. 149–152.

6. Горова Т. К., Сайко О. Ю., Черкасова В. К. Особливості формування фаз вегетаційного періоду квасолі звичайної. Вісн. ЦНЗ АПВ Харків. обл. 2014. Вип. 17. С. 88–96.

7. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К. : НІЧЛАВА, 2003. 320 с.

8. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні на 2019 рік. [URL:https://studfiles.net/preview/3541597](https://studfiles.net/preview/3541597).

9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Б. А. Доспехов. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

10. Дупляк О. Т., Ганіна О. О. Особливості прояву господарсько-цінних ознак квасолі звичайної в умовах Північного Лісостепу України. Селекція і насінництво. 2009. Вип. 97. С. 113–118.

11. Жданюк І. М., Каштан В. І., Рильський Є. К., Вплив препарату Мікофікс на економічну ефективність вирощування зернобобових в умовах Полісся України. Сільське господарство – сталий розвиток України. матеріали наук.-практ. конф., м. Житомир, 12 лист. 2020 р. / Поліський національний університет. Житомир, 2020.

12. Забарський В. К., Мацибора В. І., Чалий А. А. Економіка сільського господарства. Київ: Каравелла, 2009. 264 с.

13. Кабак О. Біоенергетичні показники вирощування квасолі в умовах півдня України. Збірник наукових праць XXIII науковдї конференції студентів та магістрів „Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи". Вінниця : РВВ ВДАУ, 2009. С. 137–140.

14. Каталог сортів і гібридів рослин ННЦ «Інститут землеробстваУААН» / В. Ф. Сайкота ін. К., 2008. 95 с.
15. Каталог сортів селекції мережі Інституту кормів УААН / Петриченко В. Ф. та ін. Ін-т кормів. Вінниця : ФОП Данилюк В. Г. 2008. 42 с.
16. Кірілеско О. Л., Мовчан К. І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах західного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2016. № 82. С.127–132.
17. Кобизева Л. Н. Різноманіття колекційного матеріалу гороху, сої, квасолі, нуту та сочевиці за рівнем біологічної урожайності. Селекція і насінництво. 2014. Вип. 106. С. 34–41.
18. Корнієнко С. І., Горова Т. К., Сайко О. Ю. Статистичні показники формування фаз вегетаційного періоду квасолі звичайної в адаптивній селекції. Вісн. ЦНЗ АПВ Харків. обл. 2014. Вип. 17. С. 104–111.
19. Краєвська Л. С. Вплив передпосівної обробки насіння на врожайність квасолі звичайної (*Phaseolus Vulgaris* L.). Агроекологічний журнал. 2017. № 2. С. 211–215.
20. Мазур О. В. Сорти квасолі звичайної, як чинник екологізації сільськогосподарського виробництва. Збалансоване природокористування. 2018. № 1. С. 169–172.
21. Мазур О. В., Паламарчук В. Д., Роїк М. В., Мазур О.В. Порівняльна оцінка сортозразків квасолі звичайної за зерною продуктивністю та адаптивністю: зб. наук. пр. Сільське господарство та лісівництво. 2016. № 4. С. 143–152.
22. Мазур О.В. Сорти квасолі звичайної, як чинник екологізації сільськогосподарського виробництва. Збалансоване природокористування, 2018, № 1, с. 169–172.
23. Мазур О.В., Паламарчук В.Д., Роїк М.В., Мазур О.В. Порівняльна оцінка сортозразків квасолі звичайної за зерною продуктивністю та адаптивністю. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво, 2016, №4, с. 143–152.

24. Мікоризна інокуляція – переваги. URL: <https://mycofix.com.ua/micoriza-inoculant/>.

25. Носенко Ю. Товарне вирощування квасолі звичайної // Агробізнес сьогодні. –№ 9 (304) травень 2015. –URL : <http://agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/3238-tovarne-vyroschuvannia-kvasoli-zvychainoi.html>

26. Овчарук В. І., Овчарук О. В., Акуленко В. В. Урожайність та якість зерна квасолі в умовах Лісостепу західного: зб. наук. пр. ННЦ “Інститут землеробства НААН”. 2016. Вип. 1. С. 58–65.

27. Овчарук О. В. Агроекологічна характеристика сортів квасолі звичайної та їх продуктивність в умовах західного Лісостепу: зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. 2014. № 84. С.107–112.

28. Овчарук О. В. Оцінка продуктивності сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу західного: зб. наук. пр. Поділ. держ. аграр.-технч. ун. 2013. № 21. С. 17–20.

29. Овчарук О. В. Перспективи вирощування квасолі в Україні. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні агротехнології: тенденції та інновації». 17-18 лист. 2015 р. Вінниця, 2015. С. 282–284.

30. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Колісник С. І. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. Вісник аграрної науки, 2003. № 10 (спецвипуск). С. 15-19.

31. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Колісник С. І. та ін. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. Вісн. Аграрної науки. 2003. С. 15–19.

32. Петриченко В. Ф., Мовчан К. І. Вплив способу сівби та густоти рослин на зону плодоношення та урожайність квасолі звичайної. Корми і кормовиробництво. 2013. Вип. 75. С. 3–11.

33. Петров В. М., Токар А. В. Методичні підходи до формування собівартості сільськогосподарської продукції та її вплив на ефективність виробництва Економіка АПК. 2008. № 10. С. 55–60.

34. Січкач В.І., Лаврова Г.Д., Ганжело О.І. Урожайність і якість насіння широкоадаптованих сортів сої: зб. наук. пр. Селекційно-генетичного ін. 2014. Вип. 23. С. 72–87.

35. Соловей Д. Ю. Досвід застосування енергетичного аналізу для оцінки технологічних процесів і технологій у рослинництві. Економіка АПК. 2004. № 4. С. 91–94.

36. Сучек М. М. Мікофікс – швидкий та ефективний спосіб для насичення поля мікоризою. АгроЕліта. URL: <https://agroelita.info/2020/05/mikofiks-shvydkyj-ta-efektyvnyj-sposib-dlya-nasychennya-polya-mikoryzoyu/>.

37. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві (теорія, методологія, практика) Том 1. Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур / За ред. Саблука П. Т., Мельника Ю. Ф., Зубця М. В., Месель-Веселяка В. Я. Київ, 2008. 698 с.

38. Чинчик О. С. Вплив сорту та удобрення на підвищення ефективності симбіозу квасолі звичайної / О. С. Чинчик // Зб. наук. пр. ПДАТУ : Спец. вип. до VIII наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми збалансованого природокористування», листоп. 2013р. – Кам'янецьПодільський, 2013. – С. 256-259.

39. Каштан В. І. Енергетична ефективність вирощування квасолі звичайної залежно від елементів технології вирощування. Агросфера – частина біосфери : матеріали наук.-практ. інтернет-конф. Поліського національного університету, м. Житомир, 16 жовт. 2020. С. 35-37.

40. Каштан В. І., Ващенко О. М., Рильський Є. К. Вплив елементів технології вирощування на урожайність квасолі звичайної в умовах Полісся України. Агросфера – частина біосфери : матеріали наук.-практ. інтернет-конф. Поліського національного університету, м. Житомир, 16 жовт. 2020. С. 26-28.

41. Чинчик О. С. Екологічно безпечні технологічні прийоми вирощування квасолі звичайної в умовах Лісостепу західного / О. С. Чинчи // Вісник Степу : наук. зб. : матер. X Всеукр. наук.-практ. конф. Молодих вчених і спеціалістів

«Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку», 20-21 берез. 2014 р. – Кіровоград, 2014. – Вип. 11. – С. 25-27.

42. Широкий уніфікований класифікатор України роду *Phaseolus* L. [О. М. Безугла, Л. Н. Кобизєва, В. К. Рябчун, І. М. Дрепін та ін.]. Харків, 2004. 50 с.

43. Шувар А. М., Свідерко М. С., Беген Л. Л. та ін. Продуктивність квасолі залежно від елементів захисту рослин. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2013. Вип. 55 (II). С. 119–124.

44.

45. Barea, J.M.; Azcón, R.; Azcón-Aguilar, C. Mycorrhizosphere interactions to improve plant fitness and soil quality. *Antonie Leeuwenhoek* 2002, 81, 343–351.

46. Battini, F.; Grønlund, M.; Agnolucci, M.; Giovannetti, M.; Jakobsen, I. Facilitation of phosphorus uptake in maize plants by mycorrhizosphere bacteria. *Sci. Rep.* 2017, 7, 4686.

47. Brelles-Marino G. Nitrogen limitation of chemostatgrown *Rhizobium etli* elicits high her infection-thread formation in *Phaseolus vulgaris* / G. Brelles-Marino, J. Boiardi // *Microbiology*. – 1996. – Vol. 142, № 5. – P. 1067-1070.

48. Giovannini, L.; Palla, M.; Agnolucci, M.; Avio, L.; Sbrana, C.; Turrini, A.; Giovannetti, M. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Associated Microbiota as Plant Biostimulants: Research Strategies for the Selection of the Best Performing Inocula. *Agronomy* 2020, 10, 106.

49. MycoFix. URL: <https://mycofix.com.ua/>

50. Tillage Effects on Yield and Nitrogen Fixation of Legumes in Mediterranean Conditions / P. Ruisi, D. Giambalvo, G. Di Miceli [et al.] // *Agronomy Journal*. – 2012. – Vol. 104, № 5. – P. 1459-1466.

51. Zhang, L.; Fan, J.; Ding, X.; He, X.; Zhang, F.; Feng, G. Hyphosphere interactions between an arbuscular mycorrhizal fungus and a phosphate solubilizing bacterium promote phytate mineralization in soil. *Soil Biol. Biochem.* 2014, 74, 177–183.