

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Максимов Дмитро Олександрович

УДК 631.51: 631.81: 631.543.2: 631.67: 635.652.2

ДИСЕРТАЦІЯ

**«УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА КВАСОЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ І ШИРИНИ МІЖРЯДДЯ
ПРИ ЗРОШЕННІ»**

06.01.02 - сільськогосподарські меліорації

Сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Д.О. Максимов

Науковий керівник Ушкаренко Віктор Олександрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

Херсон - 2018

АНОТАЦІЯ

Максимов Д.О. Урожайність та якість зерна квасолі залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив і ширини міжряддя при зрошенні. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації» (Сільськогосподарські науки). – ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», Херсон, 2018.

У дисертаційній роботі представлені результати багаторічних досліджень з вивчення впливу прийомів вирощування квасолі звичайної, що забезпечує збереження та поліпшення фізичних властивостей ґрунту, обумовлює зміну структури посівних площ до рекомендованих обсягів (збільшення частки бобових культур у сівозміні), формування високих і якісних урожаїв зерна високоліквідної культури. Були вивчені та проаналізовані елементи технологічного комплексу (глибина оранки, доза мінеральних добрив, ширина міжряддя) вирощування квасолі звичайної при зрошенні. Проведений математичний аналіз отриманих експериментальних даних підтвердив результати досліджень та дав змогу сформулювати рекомендації сільськогосподарським товаровиробникам.

За вирощування квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris*) в умовах Південного Степу України на темно-каштанових солонцюватих ґрунтах при зрошенні водами Інгулецької зрошувальної системи (II клас якості) найкращі фізичні властивості темно-каштанового ґрунту в шарі 0-30 см склалися на посівах культури за оранки на глибину 28-30 см.

Найкращі умови для споживання рослинами квасолі звичайної з шару ґрунту 0-50 см лужногідролізованого азоту - 106,1, рухомого фосфору – 22,0 мг/кг ґрунту були за оранки на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 15 см.

За оранки на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив дозою

$N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 15 см відзначилось найбільше споживання лужногідролізованого азоту в розрахунку на одиницю врожаю зерна квасолі звичайної - 52,0 кг/т. Рухомого фосфору найбільше витрачалося на одиницю врожаю зерна - 11,0 кг/т у варіанті оранки на глибину 28-30 см, ширині міжряддя 15 см без внесення мінеральних добрив.

Під час онтогенезу квасолі звичайної найкращі умови, які суттєво вплинули на ріст і розвиток, склалися при внесенні мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 60 см. Наростання і функціонування асиміляційного апарату рослин квасолі звичайної за площею листової поверхні та фотосинтетичним потенціалом посівів формувалися за аналогічних умов, але ширини міжряддя 15 см.

Формування врожаю будь-якої культури складається з багатьох факторів та елементів. Найкращі умови для формування найбільших за масою 1000 насінин квасолі звичайної - 125-126 г були за внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 15 см незалежно від глибини проведення основного обробітку ґрунту.

Найвищий і статистично обґрунтований рівень урожайності зерна квасолі - 3,09 т/га формувався за оранки на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{45}$ та сівби з міжряддям 45 см. Згідно отриманих експериментальних даних найбільший вміст білка в зерні квасолі звичайної - 23,24% був за оранки на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 15 см. Умовний загальний збір білка мав максимальні показники - 640 кг/га на варіантах оранки на глибину 28-30 см, внесення добрив дозою $N_{45}P_{45}$ та ширини міжряддя 45 см.

Найбільш ефективно рослини квасолі звичайної використовували вологу за коефіцієнтом водоспоживання - 1045 м³/т за оранки на глибину 20-22 см, внесення $N_{90}P_{90}$ та сівби з міжряддям 45 см.

Найбільша окупність мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі звичайної була отримана за полицевого обробітку на глибину 20-22 та 28-30 см, внесенні $N_{45}P_{45}$ та ширини міжряддя 45 см і складала 6,44 і 6,52 кг/кг

д.р., відповідно.

Проведений економічний аналіз досліджуваних прийомів вирощування квасолі звичайної, з врахуванням статистичної обробки врожайних даних свідчить, що найкращі показники рівня рентабельності - 228% та собівартості зерна - 5486 грн/т формувалися при вирощування культури за оранки на глибину 20-22 см, внесення добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ та ширини міжряддя 45 см. За цих же умов приріст енергії складав 25,6 ГДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності - 1,88.

За результатами дисертаційних досліджень було сформовано практичні рекомендації щодо вирощування культури, а саме: на темно-каштанових ґрунтах Південного Степу України при зрошенні водами II класу рекомендуємо господарствам, які вирощують квасолю звичайну (Preto), вносити мінеральні добрива дозою $N_{45}P_{45}$, проводити оранку на глибину 20-22 см та виконувати сівбу з міжряддям 45 см. Зазначені заходи забезпечать отримання врожайності зерна на рівні 2,5-3,1 т/га з рівнем виробничої рентабельності 220-230%.

Рекомендований агротехнічний комплекс було впроваджено у господарствах Херсонської області, а також в установах Південного наукового центру Національної академії наук і Міністерства освіти і науки України.

Ключові слова: квасоля звичайна, Прето, оранка, мінеральні добрива, ширина міжряддя, фізичні властивості ґрунту, висота рослин, фотосинтетична продуктивність посівів, урожайність, вміст білка, математичне моделювання, водоспоживання, економічна та енергетична ефективність.

ANNOTATION

Maksymov D.O. The productivity and quality of haricot beans depending on soil tillage, mineral fertilizers and row width under irrigation. – Qualifying

research paper (manuscript).

The dissertation for the scientific degree of a Candidate of Agricultural Sciences (Doctor of Philosophy) in the area of study 06.01.02 «Agricultural reclamation» (Agricultural sciences). – Kherson State Agricultural University, Kherson, 2018.

The dissertation represents the results of many years' research on examining the impact of the techniques of growing haricot beans that allow maintaining and improving physical properties of soil, stipulate the change in the structure of areas under crops to recommended amounts (an increase in the share of legume crops in crop rotation), the formation of high-quality bean yields of a highly realizable crop. The paper examines and analyzes the elements of a technological complex (tillage depth, the rate of mineral fertilizers, row width) of growing haricot beans under irrigation. The mathematical analysis of the obtained experimental data proved the results of the research and allowed preparing recommendations for agricultural commodity producers.

When growing haricot beans (*Phaseolus vulgaris*) under conditions of the Southern Steppe of Ukraine on dark-chestnut alkaline soils irrigated with water of the Inhulets irrigation system (the 2nd class of quality), the best physical properties of dark-chestnut soil in the layer of 0–30 cm were characteristic of the crops under the tillage depth of 28–30 cm.

The best nutrition mode of haricot beans was when the indexes of consuming alkaline hydrolyzed nitrogen of the soil layer of 0–50 cm – 106.1 and movable phosphorus – 22.0 mg/kg and also under the tillage depth of 28–30 cm, the application of mineral fertilizers of the rate $N_{90}P_{90}$ and the row width of 15 cm.

The analyzed results of consuming the nutritional elements and the formation of the yield unit of haricot beans showed that the biggest amount of alkaline hydrolyzed nitrogen was consumed under deep tillage, the application of mineral fertilizers of the rate $N_{90}P_{90}$ and the row width of 15 cm, and movable phosphorus was consumed under similar conditions, but on non-fertilized variants.

During the ontogenesis of haricot beans the best conditions, essentially

influencing their growth and development, were provided when applying mineral fertilizers of the rate $N_{90}P_{90}$, the row width of 60 cm regardless of the depth of tillage. The accumulation and functioning of the assimilation apparatus of haricot beans by the leaf surface area and photosynthetic potential of the crops were formed under analogous conditions and the row width of 15 cm.

The formation of generative organs of haricot beans occurred under different conditions. The best conditions for the development of the number of beans – 17.0–17.2 pieces, seeds – 70.3–71.7 pieces and 1000 seed weight – 125–126 g were under the application of $N_{90}P_{90}$ and sowing when the row width was 15 cm. Essential differences between the depths of tillage have not been established.

The highest and statistically substantiated yield rate of beans – 3.09 t/ha was formed under the tillage depth of 20–22 cm, the application of mineral fertilizers of the rate $N_{45}P_{45}$ and sowing when the row width was 45 cm. And the best conditions for protein accumulation in the beans were under the tillage depth of 20–22 cm, the application of mineral fertilizers of the rate $N_{90}P_{90}$ and the row width of 15 cm, and the conventional total protein accumulation on the variants of the tillage depth of 28–30 cm, the application of fertilizers of the rate $N_{45}P_{45}$ and the row width of 45 cm.

The highest efficiency of the water consumption of haricot beans by the indexes of water consumption coefficient – 1045 m³/t was under the tillage depth of 20–22 cm, the application of $N_{90}P_{90}$ and sowing when the row width is 45 cm.

The economic evaluation of the research results showed that the best indexes of the profitability level (228%) and the cost price of beans (5486 UAH/t) were under the tillage depth of 20–22 cm, the application of mineral fertilizers of the rate $N_{45}P_{45}$ and sowing when the row width was 45 cm. Under these conditions the energy gain – 25.6 GJ/ha and the coefficient of energy efficiency – 1.88 also had maximum value.

The results of the dissertation research allowed preparing practical recommendations concerning the crop production, particularly: it is recommended that the farms growing haricot beans (Preto) on dark-chestnut soils of the Southern

Steppe of Ukraine under irrigation with the 2nd class water should apply mineral fertilizers of the rate $N_{45}P_{45}$, the tillage depth of 20–22 cm and sow when the row width is 45 cm. The mentioned measures can ensure the obtaining of bean yields at the rate of 2.5–3.1 t/ha with the level of production profitability of 220–230%.

The recommended agro-technical complex was introduced on the farms of Kherson region, and also in the institutions of the Southern Scientific Center of the National Academy of Sciences and the Ministry of Education and Science of Ukraine.

Key words: haricot bean, Preto, tillage, mineral fertilizers, row width, physical soil properties, plant height, photosynthetic crop productivity, yield, protein content, mathematical modeling, water consumption, economic and energy efficiency.

Список публікацій здобувача

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Ушкаренко В., Лавренко С., Максимов Д., Негуляєва Н. Економічна ефективність вирощування квасолі звичайної в зрошуваних умовах Південного Степу України. *Техніка і технології АПК: науково-виробничий журнал*. Київ: ДП «УкрЦВТ», 2017. № 11(98)/листопад/2017. С. 36-39.

Автором дисертації проведено польові дослідження, економічні розрахунки й узагальнення одержаних даних, аналіз літературних джерел.

2. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О. Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від обробки ґрунту, мінеральних добрив та ширини міжряддя при зрошенні. *Меліорація і водне господарство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон: Олді-Плюс, 2017. Том 1, № 106 (2). С. 71-76.

Автором дисертації проведено польові дослідження, визначення врожайності, математичну обробку й узагальнення одержаних даних, аналіз літературних джерел.

3. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О. Математичне моделювання врожаю зерна квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris l.*) залежно від технологічних прийомів її вирощування. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. Вип. 99. Херсон: Олді-Плюс, 2018. С. 148-152.

Автором дисертації проведено польові дослідження, математичну обробку, побудовано математичні моделі, зроблені висновки.

Статті включені до міжнародних наукометричних баз даних:

4. Ushkarenko Viktor O., Lavrenko Sergiy O., Lykhovyd Pavlo V., Lavrenko Nataliia M., Maksymov Dmytro O. Yield components of haricot beans (*Phaseolus vulgaris L.*) depending on cultivation technology elements at the irrigated lands of the Steppe zone // *Modern Phytomorphology*. - Volume 12. – 2018. - P. 73–79 (<https://doi.org/10.5281/zenodo.1295697>) (видання входить до

міжнародних наукометричних баз, репозиторіїв та баз даних Web of Science, Emerging Sources Citation Index, algaeBASE, CABI, CNKI Scholar, CORE, DOAJ, EBSCO, E-journals, EZB, Genamics JournalSeek, Google Scholar, Index Copernicus, IPNI, OAlib, OpenAIRE, PBN, POL-index, PubAg (Agricola), ResearchGate, Ulrichsweb, Vifabio, WorldCat, WorldWideScience)

Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, їх математичну обробку й узагальнення одержаних даних.

5. Лавренко С.О., Максимов Д.А., Лавренко Н.Н. Содержание белка в зерне и его условный сбор при выращивании фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*) в орошаемых условиях на юге Украины. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал. ФГБНУ «РосНИИПМ». Вып. 1 (69). Новочеркасск: ИП Белусов А.Ю., 2018. С. 201-205. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ)

Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, їх математичну обробку й узагальнення одержаних даних, аналіз літературних джерел.

6. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О. Енергетична ефективність вирощування квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris l.*) при зрошенні в умовах Південного Степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Київ: Видавництво «Основа», 2018. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 282-291. (видання входить до міжнародних наукометричних баз, репозиторіїв та баз даних Ulrich's Periodicals Directory, РИНЦ, Google Scholar, BASE, OpenDOAR, Соционет, WorldCat, CyberLeninka)

Автором дисертації проведено польові дослідження, енергетичні розрахунки й узагальнення одержаних даних, аналіз літературних джерел.

Патенти:

7. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О., Лавренко Н.М.

Патент на корисну модель №125833 «Спосіб вирощування квасолі звичайної при зрошенні»; заявник і патентовласник Лавренко Сергій Олегович; заявл. 22.12.2017; опубл. 25.05.2018, Бюл. №10. - 4 с.

Автором дисертації проведено польові дослід, проведено узагальнення одержаних даних, виведена патентна формула корисної моделі.

8. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О., Лавренко Н.М. Патент на корисну модель №125835 «Спосіб визначення величини врожаю зерна квасолі звичайної за елементами технології вирощування»; заявник і патентовласник Лавренко Сергій Олегович; заявл. 22.12.2017; опубл. 25.05.2018, Бюл. №10. - 4 с.

Автором дисертації проведено польові дослід, проведено узагальнення одержаних даних, виведена патентна формула корисної моделі.

Статті в інших виданнях, тези конференцій:

9. 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.

Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, зроблені висновки.

10. 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: ПНЦ НАН України і МОН України, 2017. Вип. XV. С. 72.

Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, зроблені висновки.

11. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О., Лавренко Н.М. Окупність внесених мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі звичайної в зрошуваних умовах Південного Степу України. *Матеріали регіональної науково-практичної інтернет-конференції «Зрошуване землеробство: сьогоднішня, проблеми, перспективи» (2-3 листопада 2017 р.): [До 80-річчя професора Ківера В.Х.]*. Дніпро : ДДАЕУ, 2017. С. 85-87.

Автором дисертації проведено польові дослідження, математичні розрахунки, зроблені висновки.

12. Лавренко С.О., Максимов Д.А., Лавренко Н.Н. Урожайность и качество зерна фасоли обыкновенной в зависимости от глубины обработки, минеральных удобрений и ширины междурядий при орошении. *Инновационные разработки по селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур (по материалам международной научной конференции, приуроченной к 90-летию со дня рождения академика Э.Д. Неттевича)*. Москва: ФИЦ «Немчиновка», 2018. С. 208-215.

Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, їх математичну обробку й узагальнення одержаних даних, зроблені висновки.

13. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О. Вплив технологічних прийомів вирощування на величину насінин квасолі звичайної в Південному Степу України. *Інноваційні технології в рослинництві: матеріали наукової інтернет-конференції, (15 травня 2018 р., м. Кам'янець-Подільський)*. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 188-190.

Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, їх математичну обробку й узагальнення одержаних даних, зроблені висновки.

14. Лавренко С.О., Лавренко Н.М., Ревтьо О.Я., Максимов Д.О. Особливості фенологічного розвитку квасолі звичайної в умовах Південного Степу України. *The development of nature sciences: problems and solutions: Conference Proceedings (The international research and practical conference)*,

April 27-28, 2018. Brno: Baltija Publishing. T.1. P. 42-46.

Автором дисертації проведено польові дослідження, узагальнення одержаних даних, аналіз літературних джерел.

15. Лавренко С.О., Лавренко Н.М., Лиховид П.В., Пристемський О.С., Максимов Д.О., Пічура В.І., Влащук О.А., Максимов М.В. Стратегічні напрямки розвитку адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур за умов обмеженості природних і матеріальних ресурсів. *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. 67-68.

Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, зроблені висновки.

16. 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.

Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, зроблені висновки.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ДОСЛІДЖУВАНИХ ПИТАНЬ	23
1.1. Вплив основного обробітку ґрунту на продуктивність рослин квасолі звичайної	23
1.2. Особливості застосування добрив на посівах квасолі звичайної	25
1.3. Ріст та розвиток рослин квасолі звичайної за різних способів сівби	32
Висновки до розділу 1	41
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	42
2.1. Характеристика ґрунту дослідних ділянок та зрошуваної води	42
2.2. Клімат зони та метеорологічні умови за роки проведення досліджень	44
2.3. Методика проведення польових дослідів, супутніх спостережень і досліджень	48
2.4. Агротехніка вирощування квасолі звичайної у польових дослідах	51
Висновки до розділу 2	52
РОЗДІЛ 3. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ .	53
3.1. Щільність складення ґрунту та його пористість на посівах квасолі звичайної	53
3.2. Водопроникність ґрунту на посівах квасолі звичайної	55
3.3. Умовне споживання елементів лужногідролізованого азоту та рухомого фосфору з ґрунту рослинами квасолі звичайної	56

	14
Висновки до розділу 3	65
РОЗДІЛ 4. РІСТ І РОЗВИТОК КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДАХ	67
4.1. Фенологічні спостереження за рослинами квасолі звичайної	67
4.2. Динаміка висоти рослин квасолі звичайної залежно від технологічних прийомів вирощування	70
4.3. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів квасолі звичайної в польових дослідках	73
Висновки до розділу 4	80
РОЗДІЛ 5. ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН, ЯКІСТЬ ЗЕРНА ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВРОЖАЮ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДАХ	81
5.1. Формування структурних показників квасолі звичайної залежно від технологічних прийомів вирощування	81
5.2. Вплив агротехнологічних прийомів вирощування на врожайність зерна квасолі звичайної	85
5.3. Вміст у зерні та умовний вихід білка з урожаєм квасолі звичайної залежно від досліджуваних прийомів вирощування	90
5.4. Статистичний взаємозв'язок врожаю зерна квасолі звичайної із технологічними прийомами її вирощування ...	94
Висновки до розділу 5	98
РОЗДІЛ 6. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ ТА ЕКОНОМІЧНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ КВАСОЛЕЮ ЗВИЧАЙНОЮ В ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДАХ .	100
6.1. Сумарне водоспоживання квасолі звичайної та його складові елементи залежно від досліджуваних факторів	100
6.2. Окупність внесених мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі звичайної	104

	15
6.3. Економічна ефективність вирощування квасолі звичайної при зрошенні	106
6.4. Енергетичний баланс вирощування за різних елементів технології вирощування квасолі звичайної	112
Висновки до розділу 6	118
ВИСНОВКИ	119
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	121
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	122
ДОДАТКИ	150

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми досліджень. Сучасне агропромислове виробництво характеризується незначними обсягами виробництва високобілкових культур тваринного походження і рослинного (окрім високотехнологічних культур, зокрема сої). Тому наповнення продовольчого кошика людини протеїном повинно відбуватися за рахунок різноманітності видів зернобобових культур, зокрема квасолі звичайної. В її зерні міститься в середньому 23-25% білка, який відзначається високою перетравністю - до 86-90%, що вище порівняно з горохом та чиною. Висока енергетична цінність квасолі, так в 100 г зерна міститься 309 ккал (1293 кДж), що в 2 рази перевищує м'ясо яловичини та в 7 разів – рибу [27, 31, 240]. У світовому землеробстві, серед зернобобових культур, квасоля посідає друге місце після сої й користується великим попитом, особливо в якості продуктів харчування [10, 20, 51, 121, 140, 161].

Актуальність теми. Особливою популярністю в даний час користуються бобові культури так названого нішового кластера, це нут, сочевиця, маш та квасоля, які в повній мірі задовольняють потреби людини в продовольчому білку [129]. Квасоля звичайна здатна не тільки формувати високі врожаї зерна в умовах незрошеного і зрошеного землеробства, а й акумулюючи азот в ґрунті поліпшувати енергетично-економічний баланс в господарстві [116, 186, 191, 205, 206].

Завдяки високій адаптивній здатності квасоля в сучасних умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва [14-16, 167, 210, 211, 220-222] відіграє особливе значення в збалансуванні продовольчого кошика людини та частковому розв'язанні проблеми нестачі продовольчого білка.

Рід квасолі *Phaseolus L.* включає до 230 видів, які поділяються на дві групи: американську та азіатську. У квасолі американського походження формуються великі плоскі боби з довгим дзьобиком і великим насінням, в азіатської - вузькі боби без дзьобика й дрібним насінням [6, 19, 20, 95]. У

нашій країні поширеним видом є квасоля звичайна, яка належить до американської групи [49, 82, 161, 178].

За кольором насінневої оболонки у нашій країні споживачі люблять білий, але з розвитком світових кулінарних традицій, в побут входе нове забарвлення – чорне. Таку квасоллю називають Прето - (Preto, Black Turtle, Frijol negro, Feijao preto) - невелика квасоля, шовковисто-чорного кольору зовні. Вона має ніжну і при цьому щільну текстуру, солодкуватий смак з легкою гіркуватістю і приємним ягідним ароматом.

Квасоля Прето відноситься до виду квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris*). Вона дуже поширена в латиноамериканській кухні - використовується, і в м'ясних і овочевих стравах, в супах і супових сумішах, в рагу, салатах, а також в обсмаженому вигляді. Квасоля має щільну, м'ясисту текстуру, що робить її популярною у вегетаріанських стравах. Ця квасоля становить основу бразильської кухні, бразильці готують з неї «фейжоаду» - головну національну страву. Вирощується вона в промислових обсягах в Канаді, США, Китаї [13, 161, 233].

Квасоля здатна до симбіозу з ризобіями. При сприятливих умовах (оптимальне рН та вологість ґрунту, температура повітря, достатня забезпеченість макро- і мікроелементами, наявність активного штаму бактерій) засвоює з повітря за вегетацію 150-200 кг/га азоту [10, 17, 52, 54, 71].

Квасоля більш посухостійка культура, ніж горох і сочевиця. Особливо вибаглива до вологи в період проростання (необхідно 100-120% води від маси насіння), а також при цвітінні та зав'язуванні бобів. При перезволоженні під час наливу зерна ріст квасолі припиняється, затримується дозрівання, що є причиною поширення грибних хвороб і зниження врожаю. Посуха в період цвітіння і дозрівання призводить до обпадання квіток та молодих бобів, формування мілкового насіння [59, 72, 84-86, 164].

Не дивлячись на високий експортний потенціал та природно-кліматичні умови вирощування квасолі звичайної в Україні не набуло великих обсягів й надалі вона залишається культурою присадибних ділянок. Ця тенденція

ґрунтується на недосконалих прийомах вирощування, особливо в зрошуваних умовах Південного Степу України, водночас розкриття генетичного потенціалу рослин дасть змогу сільськогосподарським підприємствам одночасно поліпшити фізичні властивості ґрунту, їх поживний режим, збільшити в структурі посівних площ питому вагу бобових культур та підвищити фінансові надходження від продажу.

Зазначені позитивні сторони вирощування квасолі звичайної та недоліки в технологічному комплексі вирощування цієї культури обумовили актуальність теми дисертаційного дослідження, його мету та завдання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Експериментальні дослідження дисертаційної роботи були складовою частиною тематичних планів НДР Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет»: «Агроекологічні та біологічні основи інтенсифікації вирощування зернобобових культур в Степу України та ідентифікація сортів за рівнем адаптації до несприятливих факторів зовнішнього середовища» (державна реєстрація №0111 U 010248); «Удосконалення, розробка та впровадження ресурсощадних і еколого-безпечних адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах півдня України» (номер державної реєстрації 0114 U 002499) та «Стратегічні напрямки розвитку адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур за умов обмеженості природних і матеріальних ресурсів» (номер державної реєстрації 0117 U006764), де автор був безпосереднім виконавцем досліджень.

Мета й завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи була розробка технологічних прийомів вирощування зерна квасолі звичайної в зрошуваних умовах Південного Степу України, що забезпечить збереження та поліпшення ґрунтових умов, дасть можливість отримувати високоліквідний врожай зерна.

До завдань досліджень входило:

- дослідити зміну водно-фізичних властивостей ґрунту на посівах квасолі

залежно від досліджуваних прийомів вирощування;

- визначити умовне споживання основних елементів живлення з ґрунту квасолею звичайною залежно від факторів, взятих на вивчення;
- провести спостереження за ростом і розвитком рослин квасолі звичайної залежно від досліджуваних прийомів вирощування;
- дослідити зміну структурних елементів квасолі звичайної залежно від глибини основного обробітку ґрунту, фону живлення та ширини міжряддя;
- визначити рівень врожаю зерна квасолі звичайної залежно від агротехнологічних факторів, взятих на дослідження;
- проаналізувати зміни вмісту та виходу білка з посівів квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів;
- провести математичний аналіз отриманих даних в польових дослідках та побудувати математичні моделі процесу формування врожаю зерна квасолею звичайною;
- визначити сумарне водоспоживання та ефективність використання вологи рослинами квасолі звичайної в польових дослідках;
- розрахувати економічну та енергетичну ефективність вирощування зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних прийомів вирощування.

Об'єкт досліджень: процеси зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту, росту, розвитку, формування продуктивності рослин, врожаю та якості зерна квасолі звичайної залежно від глибини оранки, дози мінеральних добрив та ширини міжряддя.

Предмет досліджень: квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris*); темно-каштановий ґрунт; глибина оранки, дози мінеральних добрив, ширина міжряддя, економічні та енергетичні параметри технології вирощування культури.

Методи досліджень. Протягом проведення наукових досліджень були використані наступні методи: історичний - для ретроспективного узагальнення

наукових досягнень вітчизняних та закордонних вчених щодо вивчення прийомів вирощування квасолі звичайної; польовий короткотривалий багатофакторний дослід - для визначення зміни біометричних, фізіологічних та репродуктивних показників культури; лабораторний – для визначення фізично-хімічних властивостей ґрунту, структури та якості врожаю зерна; розрахунковий – для оцінки економічної та енергетичної ефективності вирощування культури; статистичний – для проведення дисперсійного, регресійного, кореляційного аналізів та статистичної обробки результатів досліджень; програмування – для побудови математичних моделей формування врожаю зерна квасолі звичайної за різних елементів агротехнологічного комплексу вирощування культури.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено та впроваджено у виробництво прийоми вирощування квасолі звичайної в умовах Південного Степу України, що забезпечує збереження та поліпшення фізичних властивостей ґрунту, обумовлює зміну структури посівних площ до рекомендованих обсягів (збільшення частки бобових культур у сівозміні), формування сталих і якісних урожаїв зерна високоліквідної культури. Проаналізовано та всебічно обґрунтовано елементи технологічного комплексу (глибина оранки, доза мінеральних добрив, ширина міжряддя) вирощування квасолі звичайної при зрошенні. Здійснено багатогранний математичний аналіз та моделювання прийомів вирощування культури, які представлені сукупністю науково-прикладних положень, що виносяться на захист, зокрема:

вперше:

- досліджено особливості росту, розвитку та формування врожаю зерна квасолі звичайної в умовах Південного Степу України при зрошенні водами II класу якості;

- створено математичні моделі моделювання розвитку результуючого фактора (рівень врожаю) залежно від зміни досліджуваного елемента технології вирощування культури;

удосконалено:

- елементи агротехнологічного комплексу вирощування квасолі звичайної: глибина оранки, доза мінеральних добрив, ширина міжряддя;
- параметри досліджуваних прийомів вирощування на фізичні властивості, поживний режим ґрунту та елементи продуктивності рослин;
набули подальшого розвитку:
- вітчизняні та світові тенденції розвитку зрошеного землеробства, способи регулювання насиченості сівозмін бобовими культурами.

Практичне значення одержаних результатів. Результати наукових досліджень впроваджено у СК «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області у 2014-2016 рр. на площі 1,5 га; ФГ «Роксолана» Білозерського району Херсонської області у 2017 році на площі 1,0 га; ФГ «Восток» Білозерського району Херсонської області у 2017 році на площі 2,5 га; ТОВ «Аграрна зона» Високопільського району Херсонської області у 2017 році на площі 1,5; СВК «Агро лідер» Білозерського району Херсонської області у 2018 році на площі 2,0 га; в установах Південного наукового центру Національної академії наук і Міністерства освіти і науки України (додатки С.1-С.7).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом особистого наукового дослідження автора. Дисертантом, разом з науковим керівником, розроблено схему та програму досліджень. Автором проведено аналітичний огляд літературних джерел з досліджуваних питань; закладено польові дослідження; проведено спостереження, лабораторні аналізи, узагальнення, статистична обробка експериментального матеріалу; розраховано економічну та енергетичну ефективність; розроблені науково-обґрунтовані основні положення дисертації, висновки та рекомендації виробництву.

Апробація результатів дисертації. Основні та проміжні результати досліджень доповідалися, обговорювалися й отримали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях, зокрема: щорічних наукових конференціях викладачів і аспірантів агрономічного факультету ДВНЗ «ХДАУ» (м. Херсон, 2014-2018 рр.); Регіональній науково-практичній інтернет-конференції

«Зрошуване землеробство: сьогодні, проблеми, перспективи» до 80-річчя з дня народження Ківера Володимира Хомича, доктора сільськогосподарських наук, професора, член-кореспондента НААН України (м. Дніпро, 2-3 листопада 2017 р., Дніпровський державний аграрно-економічний університет); Научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в обеспечении устойчивого развития земледелия» (21 февраля 2018 ода, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», г. Новочеркасск); Международной научной конференции, приуроченной к 90-летию со дня рождения академика Э.Д. Неттевича «Достижения и перспективы селекции сортов и разработки технологии возделывания зерновых и зернобобовых культур» (22-23 марта 2018 г., г. Москва, Инновационный центр «Сколково»); Наукова інтернет-конференція «Інноваційні технології в рослинництві» (15 травня 2018 р., м. Кам'янець-Подільський); Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток природничих наук: проблеми та рішення», на базі Університету імені Менделя (Чеська Республіка, м. Брно, 27–28 квітня 2018 р.).

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота включає наступні структурні елементи: титульний аркуш, анотацію українською та англійською мовами, зміст, вступ, 6 розділів, висновки, рекомендації виробництву, список використаних джерел і додатки, має обсяг 188 сторінок комп'ютерного тексту, з яких 106 - основна частина. У роботі наведено 38 додатків, 6 рисунків, 37 таблиць. Список використаних джерел нараховує 242 найменування, з них 59 - латиницею.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ДОСЛІДЖУВАНИХ ПИТАНЬ

1.1. Вплив основного обробітку ґрунту на продуктивність рослин квасолі звичайної

Сучасне землеробство характеризується дуже високим рівнем механізації, великої кількості послідовних технологічних процесів, які функціонально пов'язані між собою та визначають результативність виробництва в цілому. Проведення обробітку ґрунту має на меті створення сприятливих умов для вирощування сільськогосподарських культур і лише за своєчасного та якісного його проведення можна досягти високого та стабільного рівня врожаю та високої окупності вкладених ресурсів [217].

Правильне визначення системи обробітку ґрунту забезпечує створення сприятливого водного повітряного, теплового, поживного режимів, накопичення і збереження вологи, знижує втрати на випаровування, створює оптимальні фізичні і агрохімічні умови для продуктивного росту та розвитку рослин, створює сприятливі умови для мікробіологічної діяльності, зменшує кількість бур'янів, хвороб і шкідників тощо [69, 97, 111].

Тривалими зональними дослідженнями науковців встановлені параметри властивостей ґрунту, природно-кліматичних умов і відповідність їх окремим культурам, що стало науковою основою для свідомого управління родючістю ґрунту, визначенням способу, строку та глибини виконання обробітку [164, 190].

Найбільш доцільним в різних ґрунтово-кліматичних умовах України та за кордоном для максимальної реалізації генетичного потенціалу квасолі звичайної - є проведення полицевого обробітку ґрунту (оранки) з повним обертанням скиби [45, 46, 118, 135, 180].

Більшість вчених, які займалися вивченням технології вирощування квасолі звичайної рекомендують проводити оранку до кінця осені. За цих

умов глибина обробітку повинна становити від 25 до 30 см на ґрунтах середнього механічного складу, а на важких глинистих – до 40 см. Проведення зазначеного прийому дає змогу покращити умови мінералізації органічної речовини, а низькі температури в зимовий період – поліпшують структуру ґрунту. Також це сприяє затриманню снігу, що поліпшує умови вологонакопичення [139, 197, 199].

Інші вчені зазначають про доцільність проведення оранки на глибину не більше 30-35 см [192].

Це твердження поділяють також іноземні вчені зазначаючи, що проведення оранки на глибину від 30 до 40 см після збирання попередника дозволяє знизити популяцію бур'янів, поліпшити умови мінералізації післяжнивних решток, знищити шкідників та поліпшити структуру ґрунту. Також завчасне проведення полицевого обробітку ґрунту гарантує вирівнювання ґрунту, що в свою чергу обумовить рівномірний розподіл води по полю та її економії при зрошенні [227].

Значна група вчених, які займалися дослідженнями впливу способу та глибини основного обробітку ґрунту на продуктивність квасолі стверджують про неефективність глибокого обробітку, а доцільність - середнього. Так основний обробіток ґрунту при вирощуванні квасолі звичайної повинен виконуватися за наступною схемою: після збирання попередника ґрунт обробляють дисковим знаряддям та проводять зяблеву оранку на глибину 25-27 см [68].

На підтвердження попередньої думки дослідники зазначають, що враховуючи кореневу систему квасолі оптимальною є оранка на глибину 25-30 см. Але при схилі з середнім градієнтом більше 30% дозволяється лише мінімальний обробіток. Якщо градієнт складає від 10 до 30% то оранку можна проводити на максимальну глибину – 30 см. Якщо поля знаходяться в зоні прояву водної ерозії важливо через кожні 60 м робити поглинаючі борозни та застосовувати альтернативні системи землеробства [198].

Диференціація обробітку ґрунту повинна залежати від забур'яненості

поля. Основний обробіток ґрунту під квасоллю проводять у вигляді зяблевої оранки на глибину 20-22 см, а на забур'яненних площах до 25-27 см [8].

За даними досліджень в умовах Передкарпаття з оптимально сформованим фітоценозом квасолля звичайна може давати порівняно високі врожаї за рахунок раціональної площі живлення, яку встановлюють за обробітку ґрунту на 20-22 см [143]. Таку ж саму глибину, але при чизелюванні, рекомендують вчені, дослідження яких були проведені на темно-каштанових ґрунтах за краплинного зрошення в умовах Південного Степу країни [1].

1.2. Особливості застосування добрив на посівах квасолі звичайної

При вирощуванні будь-якої культури важливим аспектом є створення оптимального поживного режиму. У зернобобових він значно відрізняється від зернових та технічних культур завдяки можливості задовольняти свої потреби в поживних речовинах завдяки азотфіксуючій здатності. Ця особливість дозволяє цим культурам навіть відмовитися від застосування органічних і мінеральних добрив [18, 181, 186, 191, 210].

На даний час мінеральні добрива є вартісними і при їх використанні збільшуються витрати на вирощування і собівартість, тому інокуляція насіння активними штамми азотфіксуючих бульбочкових бактерій дозволяє знизити кошторис технології за умов збереження рівня врожаю зерна та його якості [25, 66, 115, 142, 165]. Крім застосування азотфіксуючих бактерій на посівах квасолі активно застосовують фосфоромобілізуєчі бактерії, полібаліцид та інші мікробні препарати [9, 98, 102, 195, 231]. За даними вчених, передпосівна інокуляція насіння збільшує продуктивність рослин в 1,3-2,0 рази. Внесення мінерального азоту (N_{120}) зменшувало кількість бульбочок на коренях рослин квасолі в 5-10 разів [78].

Передпосівне внесення в ґрунт комплексного мікробіологічного добрива сприяло посиленню розвитку симбіотичного апарату, що на 17-29%

було більшим порівняно з варіантами де добрива не вносили. Внесення в ґрунт інокулюма, який містив гриби арбускулярної мікоризи дозволило рослинам квасолі сортів Glen Lyon, Услава, Рубін, Шоколадниця Геліада сформувати насінневу продуктивність рослини 11,1; 10,8; 13,5; 14,5 та 12,4 г відповідно, що більше на 16,8; 12,5; 8,9; 22,9 та 74,6% ніж на контрольних ділянках [9].

Встановлено, що обробка насіння *Pseudomonas* sp. і *Rhizobium phaseoli* сприяє збільшенню загальної біомаси рослин (на 17,3-74,9%), площі і маси листових пластинок. Інокульовані рослини характеризуються більшою насінневою продуктивністю, що забезпечує збільшення врожайності зерна (до 24,4%). В умовах достатнього зволоження ефективність бактеризації вище. Інокуляція насіння *Agrobacterium* sp., *Pseudomonas* sp. і *Rhizobium phaseoli* робить позитивний вплив на процес симбіотичної азотфіксації: збільшується кількість, маса та дольова участь великих бульбочок (3-5 мм в діаметрі) [22].

При вирощуванні квасолі звичайної в умовах Північно-заходу Нечорноземної зони Російської Федерації на дерново-підзолистих ґрунтах доцільно проведення передпосівної інокуляції насіння ризоторфіном (штам №653) спільно з мізоріном (штам №7) або арбускулярної мікоризою (штам №8), це забезпечує: отримання стабільної врожайності насіння квасолі звичайної на рівні 2,5-3,3 т/га; вихід рослинного білка з урожаєм 570-722 кг/га; сприяє накопиченню біологічного азоту та збереженню позитивного балансу органічної речовини в ґрунті [17].

Однак, внесення мінеральних форм поживних речовин, особливо на бідних ґрунтах, є основним чинником підвищення врожаю та якості зерна квасолі звичайної [184, 233].

Внесення мінерального азоту сприяло позитивному впливу на динаміку чисельності всіх груп мікроорганізмів у ґрунті, як еукаріотних, так і прокариотних. У прикореневій зоні, де мікроорганізми конкурують з рослиною за з'єднання, що містять азот, збагачення ґрунту азотом призводить

до прискорення колонізації мікроорганізмами поверхні кореня. В першу чергу це стосується міцеліальних мікроорганізмів, здатних зв'язувати азот [23].

Вченими було встановлено, що внесення добрив локально $P_{30}K_{30}$ + інокуляція насіння Ризобіфітом сприяло збільшенню урожайності зерна квасолі на 1,51 т/га або на 45,3% відносно контролю, що перевищує урожайність за використання рекомендованого внесення добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ [68, 130-132].

В Китаї для вирощування розсади чорної квасолі застосовують сульфат амонію дозою 5-10 кг/га. В фазу цвітіння вносять 5,0-7,5 кг марганцю, 5,0-7,5 аміаку, 7,5-10 сульфату лейцину [241, 242]. При краплинному зрошенні квасолі в Грузії вносять від 70 до 100 фунтів азоту на акр [187].

В умовах Таджикистану врожайність зерна післяжнивної *Phaseolus Augeus* Р. варіювала від 1,36 (без добрив) до 2,44 т/га в оптимальних варіантах. Ризоторфін забезпечив прибавку врожаю на рівні 0,29 т/га по відношенню до контролю. Достовірно високий урожай зерна був досягнутий при внесенні $P_{60}K_{60}$ + B_1Mo_{05} – 2,53 т/га і 15 т гною + B_1Mo_{05} на фоні ризоторфіну – 2,44 т/га з приростом врожаю проти контролю на 1,17 і 1,08 т/га відповідно [103].

За результатами трирічних досліджень (2006-2008 рр.), сорти квасолі Мавка і Первомайська забезпечили найвищу врожайність (2,28 і 2,05 т/га) за умови внесення $N_{20}P_{45}K_{45}$ з інокуляцією насіння ризобактеріном і обробкою посівів кристалом жовтим (4 кг/га) у фазі інтенсивного росту. Приріст зерна відповідно становив від інокулювання – 0,15 і 0,17, добрив – 0,73 і 0,68, зокрема від кристалону – 0,22 і 0,18 т [135].

В умовах різко континентального клімату в міжфазний період «повні сходи – бутонізація» проводять кореневі підживлення з поливною водою калійними і фосфорними добривами дозами 16-20 і 8-12 кг д.р./га з підтриманням порога найменшої вологоємності 65-70% в шарі 0-0,3 м. У міжфазний період «бутонізація – цвітіння» підживлення виконують

калійними добривами дозою 8-12 і фосфорними добривами дозою 20-26 кг д.р./га при підтримці передполивного порогу найменшої вологоємності 70-75% в шарі ґрунту 0-0,3 м. У період «цвітіння - дозрівання бобів» підживлення здійснюють азотними добривами дозою 15-20, калійними - 16-18 і фосфорними - 6-13 кг д.р./га при підтримці вологості ґрунту на рівні 65-70% НВ в шарі 0-0,3 м [46].

При поливі по борознах, крапельному зрошенні поливати необхідно в кінці другої половини дня, ввечері або, навіть, вночі з внесенням $N_5P_{10}K_{10}$ [237].

За результатами трирічних досліджень (2010–2012 рр.) з вивчення системи захисту рослин квасолі на фоні мінерального живлення $N_{20}P_{45}K_{45}$ встановлено, що застосування проти бур'янів гербіциду Базагран (3 л/га), хвороб - фунгіциду Квадріс SC, к.е. (0,8 л/га), шкідників - інсектициду Денадим, 400 к.е. (0,7 л/га) на варіанті обробки насіння Вітаваксом 200 ФФ, 34% в.с.к. (2,5 л/т) та інокулювання препаратом *Rhizobium phaseolium* і позакореневого підживлення комплексним водорозчинним добривом Еколист ($N_{9,8}K_{6,4}Mg_{2,7}$ + мікроелементи - В, Сu, Fe, Mn, Мо, Zn) у фазі початку інтенсивного росту рослин (3 л/га), бутонізації (4 л/га) забезпечило найвищу врожайність 2,43 т/га. Приріст від комплексної дії препаратів становив 0,74 т, зокрема від Еколисту 0,21 т [180].

Під посів квасолі овочевої вносять повний комплекс мінеральних добрив ($N_{30-45}P_{60-90}K_{60-90}$). На ґрунтах, багатих на органічні речовини, азотні добрива можна не вносити. Істотно зменшити дозу мінеральних добрив можна шляхом правильного підбору штамів бульбочкових бактерій та біопрепаратів для обробки насіння квасолі, які б стимулювали інтенсивну діяльність бульбочкових штамів [65].

В умовах Передкарпаття оптимальною дозою добрив під квасолі є $N_{30}P_{60}K_{60}$ в поєднанні з оранкою на глибину 20-22 см. В цьому випадку формується врожай зерна вартістю 7910 грн/га, за виробничих витрат 3154 грн/га та собівартості 1154 грн/т і дає змогу отримати максимальний

прибуток – 4756 грн/га за рентабельності 151% [143]

В південно-західній частині Хмельницькій області кращим варіантом удобрення квасолі мінеральними добривами є доза $N_{30}P_{30}K_{45}$. Врожайність зерна квасолі багатоквіткової на цих варіантах складала на рівні 5,0 т/га і перевищувала контроль на 17,0% [39-41]. Ця доза є рекомендованою в умовах Лісостепової зони України [70, 118, 172], правобережного Лісостепу України [96], Передкарпаття [143], Лісостеповій зоні Республіки Північної Осетія-Аланії [166].

Максимальний рівень урожайності зерна (2,77 т/га) з найбільшим приростом до контролю (1,01 т/га) в умовах Лісостепу західного отримано за дози мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби з міжряддям 30 см і дози висіву 500 тис. схожих насінин на 1 гектар. Із досліджуваних чинників найбільший вплив на урожайність мав спосіб сівби (39,4%), дещо менший – доза мінеральних добрив (34,1%) і найменший – доза висіву (12,2%), за показників взаємодії чинників - від 0,3 до 0,8% і впливу інших чинників – 11,9% [117].

При застосуванні мінеральних добрив і екограну в зоні Лісостепу істотно збільшується площа листової поверхні сортів квасолі звичайної. Максимуму площа асиміляційної поверхні досягала в кінці цвітіння при внесенні $N_{30}P_{60}K_{60}$, кристалону і 0,3 т/га екограну – 36,1-38,7 тис. $m^2/га$ [169].

Розрахунок дози добрив під квасоллю повинен ґрунтуватися на хімічному аналізі з визначенням вмісту поживних речовин в ґрунті, але не повинна бути меншою за винесення елементів живлення. В умовах Польщі доза мінеральних добрив складає межах 80-120 – K_2O , 60-80 - P_2O_5 , 15-20 кг/га MgO . Квасоля не пред'являє особливих вимог до азотного живлення тому, що завдяки симбіотичній азотфіксації засвоює біля 30 кг/га азоту [224]. За іншими даними перед початком вирощування квасолі в Польщі рекомендується вносити гній з розрахунку 10-20 т/га. Азотні добрива вносять в кількості 30-40 кг/га діючої речовини перед сівбою [239].

Позитивний ефект на квасоллю забезпечують фосфорні та калійні

добрива, які вносять в дозі від 45 до 90 кг/га д.р. в передпосівний обробіток ґрунту. На бідних ґрунтах доцільно вносити азотні добрива з розрахунку 30-45 кг/га д.р. перед сівбою і в період підживлення. Квасоля добре реагує на додаткове внесення мікродобрив, особливо молібденових, застосовують цей елемент при передпосівній обробці насіння [138].

В умовах півдня Московської області для отримання високих і якісних врожаїв необхідно вносити бактеріальні добрива та мінеральний азот в дозі 50 кг/га д.р. [12].

Залежно від ґрунтів мінеральні добрива рекомендовано вносити на дерново-підзолистих супіщаних з розрахунку (кг/га д.р.) – $N_{90}P_{90}K_{90}$, на сірих лісових ґрунтах і чорноземах опідзолених – $N_{60}P_{60}K_{60}$, а на чорноземах типових і звичайних – $N_{30}P_{30}K_{30}$. Фосфорні і калійні добрива під квасоллю вносять восени під зяблеву оранку, азотні – весною під культивуацію, або планують внесення одночасно азотних, фосфорних і калійних добрив навесні під культивуацію [38].

Система удобрення суттєво впливає на показники росту і розвитку рослин квасолі. Найкращі умови для лінійного росту рослин, наростання надземної біомаси та формування листкової поверхні сортів Первомайська, Мавка і Щедра забезпечує внесення добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоні інокулювання або позакореневе застосування препарату «Еколіст макро РК1» і «Еколіст макро 35+Mg» на фоні внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та інокулювання [175].

При вирощуванні квасолі рекомендується на малородючих землях вносити 45 - Urea + 45-90 - SP36 + 50 кг/га KCl [238].

В умовах північного Лісостепу дослідження також свідчать про позитивний вплив добрив на формування врожайності квасолі. Поєднання інокулювання та внесення мінеральних добрив дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло зростанню цього показника від 9,7 до 18,9%, $N_{60}P_{60}K_{60}$ - від 17,9 до 28,6%, $N_{90}P_{90}K_{90}$ - від 14,5 до 25,1% залежно від способу сівби та дози висіву порівняно до контролю без добрив та інокулювання [176-178].

За іншими даними в умовах північної частини Лісостепу оптимальним

для квасолі звичайної сорту Перлина, що забезпечив урожайність 2,88 т/га, був варіант технології вирощування, який передбачав внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$, сівбу з дозою висіву 450 тис. шт./га, сумісне передпосівне оброблення насіння препаратом на основі активного штаму №8 та препаратом Фітоцидир [2, 3]. Аналогічні результати були отримані також іншими вченими, які рекомендують внесення мінеральних добрив у дозах $N_{60}P_{60}K_{60}$ або $N_{22}P_{35}K_{63}+N_{30}$ [28].

В умовах Ефіопії рекомендованою дозою під квасоллю є $N_{60}P_{10-30}$ [204, 233].

В умовах краплинного зрошення Причорноморського степу України найбільша урожайність зерна квасолі - 4,45 т/га формувалася при виконанні чизелювання на глибину 20-22 см, внесені $N_{90}P_{105}$ за передполивного порогу 75-80% НВ [1].

За деякими даними доза внесення мінеральних добрив не повинна перевищувати $N_{130}P_{100}K_{120}$ [192], а за іншими - 100 кг/га [199].

Дослідження, проведені в умовах Краснодарського краю показали, що внесення органічних добрив за краплинного зрошення формує біологічну врожайність зерна післяжнивної квасолі на рівні 4,87 т/га [93]. Так, в помірно сухих умовах Хімачал-Прадежа ефективним є внесення 10 т/га гною [226].

За іншими даними, кількість гною під квасоллю не повинна перевищувати 20 т/га. Хоча його кількість визначається за допомогою хімічного аналізу ґрунту. Так, середня доза добрив під квасоллю в Польщі становить $N_{80-120}P_{60-80}Mg_{10-20}$ [225, 234].

На легких ґрунтах, бідних органічними речовинами рекомендується використовувати гній дозою 20-30 т/га. Використання органічних добрив обмежується відповідно до директиви 91/676/ЕЕС про захист вод від нітратів з сільськогосподарських джерел (дозволено 170 кг N/га в рік) [230].

Згідно рекомендаціям товаровиробників та вчених під оранку оптимальною є внесення гною або компосту дозою 30-40 т/га разом з суперфосфатом 250-300 кг/га та хлористим калієм 200-250 кг/га. Але попри

цьому важливо пам'ятати, що чистий азот не застосовують, а найкраще його використовувати у формі молібдену амонію в дозі 1 кг/га, який активізує діяльність бульбочкових бактерій [139]. Про необхідність внесення органічних добрив на фоні внесення мінеральних форм фосфору та калію зазначають також багато інших вчених [200, 218].

Доведено, що стічні води м. Благовіщенська (2,7-5,14% азоту, 11,5-8,94% фосфору, 48-61% органічної речовини) можна використовувати в якості нетрадиційного органо-мінерального добрива на малородючих ґрунтах Приамур'я. Внесення їх збільшує схожість насіння, приріст вегетативної маси та інші біометричні показники. Найбільший вплив на насінневу продуктивність сої і квасолі мали стоки з мулових полів [73, 74].

Крім внесення мінеральних добрив під оранку для підвищення врожаю та якості зерна застосовують позакореневе підживлення та фертигацію як макроелементами N, P, K, Ca, S, Mn, так і мікроелементами Mo, Co, B, Cu, Zn [45, 46, 128, 183, 201, 229].

1.3. Ріст та розвиток рослин квасолі звичайної за різних способів сівби

Визначення оптимальної схеми вирощування обумовлює форму та площу живлення рослини, розвиток підземних та надземних частин, формування генеративних органів є основним фактором в адаптивних технологіях вирощування будь-якої сільськогосподарської культури.

Для підвищення врожайності та якості зерна квасолі звичайної на крапельному зрошенні виконують сівбу нормою 400 тис. насінин/га при ширині міжряддя 15 см [45].

Спосіб вирощування квасолі звичайної *Phaseolus vulgaris* L. в умовах різко континентального клімату Північного Прикаспію при краплинному зрошенні включає традиційно сформовані наступні технологічні операції: сівба насіння нормою 350-400 тис. шт/га з міжряддями 15 см [45, 46].

Максимальний рівень в умовах Лісостепу західного України урожайності зерна (2,77 т/га) з найбільшим приростом до контролю (1,01 т/га) отримано за дози мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, широкорядного способу сівби з міжряддям 30 см і норми висіву 500 тис. схожих насінин/га. Із досліджуваних чинників найбільший вплив на урожайність мав спосіб сівби (39,4%), дещо менший – доза мінеральних добрив (34,1%) і найменший – норма висіву (12,2%) за показників взаємодії чинників від 0,3 до 0,8% і впливу інших чинників – 11,9% [117].

Згідно даним Індійських вчених збільшення ширини міжряддя з 22,5 до 30 см збільшило врожайність зерна на 6,12% [209].

Аналогічні дані отримані і на дослідницькій підстанції Катрейн (Індія), де рекомендують вирощувати квасолю звичайну з міжряддям 30 см [232].

За даними науковців квасолю висівають рядками з міжряддям 25 см (для сортів з компактним кущем) і 40-45 см (для сортів з розлогим кущем); дво- трьохстрічковими стрічками з відстанню між стрічками 45-70 см, між рядками в стрічці 20 см, між рослинами в рядку – 8-10 см [54].

Думки щодо вирощування квасолі з міжряддям 25 см розділяють і інші вчені [212]. Деякі науковці відстоюють високу ефективність вирощування квасолі з міжряддям 30-35 см [234].

Продуктивність квасолі звичайної при сівби з невідповідною її біологічним особливостям шириною міжряддя суттєво знижує врожай. Проведені дослідження в 2015 році в Ариці (Південна Ефіопія) показали, що збільшення ширини міжряддя з 30 до 50 см зменшувало продуктивність рослин [202].

Результати дослідження схем посіву в умовах Краснодарського краю, як селектуючого провокаційного фону, показали, що найбільш придатною для відбору генотипів є схема 40×5 см з густотою 500 тис. рослин/га, що дозволяє забезпечити більш точне і достовірне виявлення сортів з високою продуктивністю [163].

Польські вчені рекомендують вирощувати квасолю звичайну з

міжряддям 40-45 см, густотою рослин в ряду 8-10 см [230].

Найбільш поширеною схемою сівби кvasолі є широкорядковий з міжряддям 45 см [79, 198].

Для отримання високих та сталих урожаїв важливе значення має науково-обґрунтована технологія вирощування кvasолі. Норма висіву повинна становити 400-500 тис. насінин/га, посів широкорядний з міжряддям 45 см. На чистих полях можна сіяти її звичайним рядковим способом [122].

Відповідно до ДСТУ 4794:2007 кvasолі необхідно висівати широкорядним способом з міжряддям 45 см, а норма висіву насіння у Поліссі та в Лісостепу повинна становити від 400 до 450, у Степу – від 350 до 400 тис. насінин/га [38, 168].

Сівба широкорядним способом (45 см) в умовах північного Лісостепу забезпечила отримання найбільшої кількості зерен з рослини - 40,8-104,2 шт. залежно від дози добрив, норми висіву та інокулювання насіння, тоді як за стрічкового способу на рослині формувалось 41,3-96,8, звичайного рядкового способу - 35,6-94,8 зерен. Максимальну величину цього показника - 104,2 шт./рослину - відмічено у варіанті, який передбачав інокулювання насіння, внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$, сівбу широкорядним способом нормою висіву 150 тис. шт/га. Сівба звичайним рядковим способом обумовила отримання врожайності культури на рівні від 1,62 до 2,26 т/га, що менше за показники, отримані у більшості варіантів стрічкового способу, на 0,01-0,19 т/га, і на 0,05-0,29 т/га - ніж за широкорядного способу сівби залежно від норми висіву, інокулювання та рівня удобрення [175-179].

На базі відділу селекції та технології вирощування зернобобових культур Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах згідно проведених досліджень найвищу урожайність в 2007 році - 2,16 т/га отримано у сорту Мавка при густоті рослин 600 тис/га та ширині міжряддя 45 см. Збільшення густоти рослин до 700 та 800 тис/га обумовило зниження врожаю на 0,07 та 0,10 т/га, відповідно. На ділянках з рядковим способом сівби урожайність 1,90 т/га

також зафіксовано при густоті рослин 600 тис. шт/га. Сорт Надія за широкорядного способу сівби та густоті рослин 600 тис/га забезпечив урожайність 1,92 т/га. При звичайному рядковому способі урожайність становила 1,49-1,67 т/га [118].

Дослідженнями різних сортозразків встановлено, що сорт квасолі Перлина за сівби з міжряддям 45 см та нормою висіву 15 схожих насінин на 1 погонний метр серед досліджуваних був найціннішим за показниками середньої урожайності по роках (2,6 т/га), позитивним генотиповим ефектом (0,6 т/га), найменшою мінливістю врожайності (15,9%). Таким чином, даний сорт доцільно залучати в гібридизацію при створенні нових сортів квасолі звичайної в якості донора ознак високої урожайності та стабільності [87]. Подальші дослідження за аналогічною схемою показали, що найвищу урожайність забезпечив сортозразок зі США - UD0300565 з середньою врожайністю 467,8 г/м². Крім того, високою урожайністю також характеризувалися сортозразки з України UD0302642 – 462,9 та з Росії UD0302256 – 433,7 г/м² [88, 89].

За результатами трирічних досліджень (2006-2008 рр.), сорти квасолі Мавка і Первомайська сформували найвищу врожайність (2,28 і 2,05 т/га) за сівби з міжряддям 45 см, густотою 400 тис. схожих насінин/га, внесення N₂₀P₄₅K₄₅ з інокуляцією насіння ризобактерієм і обробкою посівів кристалом жовтим (4 кг/га) у фазі інтенсивного росту. Приріст зерна становив: від інокулювання – 0,15 і 0,17, добрив – 0,73 і 0,68, зокрема від кристалону – 0,22 і 0,18 т [135].

Продовження досліджень показали, що за результатами трирічних досліджень (2010-2012 рр.) з вивчення системи захисту рослин квасолі на фоні мінерального живлення N₂₀P₄₅K₄₅ та сівби нормою 400 тис. схожих насінин/га з шириною міжряддя 45 см встановлено, що застосування проти бур'янів гербіциду Базагран (3 л/га), хвороб фунгіциду Квадріс SC, к.е. (0,8 л/га), шкідників інсектициду Денадим, 400 к.е. (0,7 л/га) на варіанті обробки насіння Вітаваксом 200 ФФ, 34 % в.с.к. (2,5 л/т) та інокулювання

препаратом *Rhizobium phaseolium* і позакореневого підживлення комплексним водорозчинним добривом Еколист у фазі початку інтенсивного росту рослин (3 л/га), бутонізації (4 л/га) забезпечило найвищу врожайність (2,43 т/га). Приріст від комплексної дії препаратів становив 0,74 т, зокрема від Еколисту 0,21 т [180].

Найбільшу зацікавленість для зони Лісостепу України становлять кущові сорти квасолі, придатні для механізованого збирання, які висівають нормою 500 тис. насінин/га та шириною міжряддя 45 см [173].

Із збільшенням густоти рослин, як при широкорядному, так і при звичайному рядковому способах сівби, на сортах (Мавка, Надія) відмічено подовження тривалості вегетаційного періоду на одну – дві доби. В умовах правобережного Лісостепу, квасоля звичайна формує високі і сталі урожаї зерна тільки за сприятливих погодних умов, оптимальній густоті рослин та широкорядному способі сівби. Максимальну урожайність зерна квасолі - 2,48 т/га відмічено у сорту Мавка при широкорядному способі сівби з міжряддями 45 см і густотою рослин 600 тис./га. Подальше збільшення густоти рослин до 800 тис./га сприяло зменшенню урожайності до 2,33 т/га [96].

Дослідження симбіотичної діяльності рослин квасолі на сірих опідзолених середньосуглинкових ґрунтах свідчить, що сівба квасолі сорту Галактика з міжряддям 45 см, нормою 500 тис. насінин/га та інокуляцією насіння сприяє ранній появі бульбочок, більшій їх кількості та маси. Такі показники зберігаються протягом усієї вегетації і проявляються не тільки в кількості і масі бульбочок, а і в активності нітрогеназної системи, показники якої становили на ділянках з інокуляцією насіння квасолі 40,89–84,23 нМоль етилену/рослину/год [172].

В Лісостеповій зоні та Поліссі кращий спосіб сівби – широкорядний з шириною міжряддя 45 см та густотою 300 тис. насінин/га. Внесення добрив локально $P_{30}K_{30}$ + інокуляція насіння мікробіологічним препаратом Ризобофіт сприяє збільшенню врожайності насіння квасолі на 1,51 т/га або на

45,3% відносно контролю, що перевищує врожайність за умов рекомендованого внесення добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$. Розроблений спосіб вирощування квасолі зумовлює збільшення вмісту загального цукру (до 5,52%), крохмалю (до 38,4%) відносно контролю та не впливає на вологість та зольність насіння [68, 132].

За результатами досліджень встановлено, що за схеми сівби 45×6 см високий адаптивний потенціал пристосованості до погодних умов, які за роки досліджень були різноманітними, мали зразки Білозерна 361 і Б/н (05). Слабка залежність від погодних умов (ГТК) за весь період відмічена у сортів Ксеня і Шахиня [67].

Середня урожайність зерна квасолі звичайної по колекції в умовах східної частини Лісостепу України складала в 2003 році 333, в 2004 р. – 248, в 2005 р. – 201 г/м². Максимальні значення даного показника в ці роки становили відповідно 871, 696, 596 г/м², а мінімальні - 76, 51, 15 г/м². Стабільними та високоврожайними виявились сортозразки Jamunada, Gama, UD0302256, FL-24, Tetenyi Kozep, UD0302642, Степова 5, Great Northern, які висівали з нормою висіву 15 насінин на 1 погонний метр з міжряддям 45 см [53, 60-64, 136].

В умовах західного Лісостепу України найвища симбіотична продуктивність виявлена у посівах сорту Мавка, яка за сівби широкорядним способом з шириною міжряддя 45 см та густотою 400 тис. насінин/га формувала загальний симбіотичний потенціал в кількості 4,57 тис. кг діб/га і активний симбіотичний потенціал на рівні 2,65 тис. кг/діб/га. Найвищу урожайність зерна квасолі було одержано у сорту Мавка – 1,80 т/га, тоді як сорт Харківська штамбова забезпечив 1,65 т/га [107-110].

Результати досліджень в умовах західного Лісостепу України показують, що сорти Галактика, Харківська штамбова, Мавка, Перлина, Веселка, Станична, Буковинка та Надія за їх впровадження у виробництво можуть забезпечити одержання якісної сировини для споживання населенням України при сівбі широкорядним способом з шириною міжряддя 45 см [109].

Результати семирічних досліджень в умовах Правобережного Лісостепу показали, що за широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см отриманий врожай зерна характеризувався високими середніми показниками - 2,95 т/га. Найвища урожайність була на варіантах норми висіву 550 тис. шт/га, що становила у сорту Буковинка - 3,52, а Мавка - 3,05 т/га. У сорту Надія цей показник найвищим був за норми висіву 450 тис. шт./га та становив - 3,04 т/га. Найнижчі показники врожайності були у сорту Буковинка за норми висіву 650 тис. шт./га - 2,83 т/га, у сорту Мавка та Надія за норми висіву рослин 250 тис. шт./га - 2,76 та 2,41 т/га, відповідно [11].

В умовах північної частини Лісостепу оптимальні умови для реалізації генетичного потенціалу квасолі звичайної сорту Перлина забезпечує технологія вирощування, яка передбачає внесення мінеральних добрив у дозах $N_{60}P_{60}K_{60}$ або $N_{22}P_{35}K_{63+} N_{30}$, сівба з шириною міжряддя 45 см та густотою 450 тис. рослин/га, насінням, обробленим штамом бульбочкових бактерій №8 і препаратом Фітоцидир, що забезпечує отримання врожайності 2,81-2,79 т/га за рівня на контролі 2,19-2,20 т/га [28].

В умовах Південного Степу України найбільш ефективним для реалізації продуктивного потенціалу квасолі слід вважати широкорядковий спосіб сівби, внесення $N_{90-120}P_{60-90}$, яке забезпечує приріст надземної біомаси в 1,28-1,35 рази порівняно з неудобреним фоном, формування більшої кількості бобів і насінин на одній рослині з високою масою 1000 насінин і одержання врожайності у межах 29,0–31,0 ц/га [123].

З цією думкою згодні також і інші дослідники. Так, за даними іноземних вчених найкращим способом сівби квасолі звичайної є сівба з міжряддям 45 см [219, 223, 239].

Подібні результати були отримані в умовах сухого та жаркого клімату Таджикистану. Згідно до отриманих експериментальних даних післяжнивний посів *Phaseolus aureus* необхідно проводити з міжряддям 45 см і густотою стояння рослин - 450 тис. рослин/га. Вирощування культури за такою схемою без внесення добрив сформувала врожайність зерна на рівні 1,36 т/га, а за

внесення 15 т/га гною, B_1Mo_{05} та інокуляцією насіння ризоторфіном – 2,44 т/га [103, 104.].

Найбільший урожай квасолі в умовах Середнього Приамур'я (0,91 т/га), в середньому за 3 роки досліджень, був сформований при широкорядному способі сівби з шириною міжряддя 45 см та нормі висіву 444 тис. схожих насінин на гектар. Найбільший рівень рентабельності був отриманий при вирощуванні квасолі сорту Місцева - 147,6%, що було більше на 125,1% за сорт Щедра [105].

В Лісостеповій зоні Республіки Північна Осетія-Аланія при механізованому способі збирання врожаю, посів квасолі в виробничих умовах слід проводити з міжряддями 45 см і нормою висіву 400 тис. схожих насінин на гектар. Для більш ефективного використання природно-ресурсного потенціалу в особистих підсобних і селянських (фермерських) господарствах, при орієнтації на ручний метод збирання врожаю, ширину міжряддя можна звужити до 25-30 см [166].

Диференціація елементів схеми сівби, зокрема ширини міжряддя, обумовлюється густотою посіву та іншими технологічними прийомами, що зазначає велика кількість авторів наукових праць. Так, за краплинного зрошення сівбу квасолі необхідно виконувати нормою 400 тис. насіння/га з міжряддям від 45 до 60 см, що створює оптимальні умови для росту й розвитку рослин [46].

Для більшості малих фермерських та приватних господарств квасолі висівають широкорядним способом (45-60×20-15 см), стрічковим (50+25)×15 см, (60+30)×10 см або квадратно-гніздовим (45×45, 50×50, 60×60 см) способами. Норма висіву повинна забезпечити густоту посіву відповідно 200-250, 250-300 і 160-200 тис. рослин/га. Схема сівби може бути різною і залежить від багатьох факторів. При краплинному зрошенні міжряддя необхідно робити більш широкі, ніж при дощуванні [106].

Для різних видів квасолі та збиральної техніки використовують різні схеми сівби квасолі. Так, для сівби квасолі кущової - широкорядний за

схемою $45 \times 8-10$ см або стрічковий дво-трьохрядовий - за схемами $(20+50) \times 8-10$ см, $(20+20+50) \times 10$ см. Застосовують і гніздові посіви виткої квасолі: насіння висівають гніздами, по 5-7 шт. Напіввитки та виткові сорти широко використовують як ущільнювач інших рослин. На невеликих ділянках квасолі овочевої можна сіяти і квадратно-гніздовим способом за схемою 25×25 см або 30×30 см по 3-4 насінини в гнізді. Залежно від типів збиральних машин квасолі висівають різними способами. Для збирання машиною ФЗБ застосовують стрічковий спосіб за схемами $30+30+30+50$ см або $40+40+40+60$ см. Для збиральної машини Тіура висівають квасолі широкорядним способом за схемою 70×10 см. При колії трактора 140 см і ширині поверхні її 100 см застосовують схему розміщення $12,5+37,5+37,5+12,5$ см [139].

Доцільними схемами посіву квасолі овочевої на краплинному зрошенні в Україні є різні варіанти стрічкових схем: $60+30 \times 10$ см (1,8 м); $60+20 \times 15$ см (1,6 м) або $50+20 \times 20$ см (1,4 м) [170]

Результати дослідів свідчать, що в умовах Лівобережного Лісостепу України при великій забур'яненості посівів найбільш високу урожайність квасолі сорту Харківська штамова забезпечує стрічковий посів з двома розпушуваннями ґрунту в міжряддях і комплексним застосуванням Харнесу (2,8 л/га) під передпосівну культивуацію з подальшим обприскуванням посівів квасолі Базаграном (2 кг/га). Урожайність квасолі Харківська штамова в цьому варіанті дослідів була на рівні варіанту з широкорядним способом сівби, на якому протягом вегетації проводилося два ручних просапання бур'янів. При звичайному рядковому способу сівби із застосуванням базового гербіциду Харнесу під передпосівну культивуацію урожайність квасолі знизилася на 0,43 т/га порівняно із стрічковим посівом. Найменший урожай квасолі в досліді одержано на широкорядних посівах без застосування гербіцидів [133].

Враховуючи специфічність різних сортів оптимальною шириною міжряддя є 45-50 см. За цих умов урожайність може скласти більше 2,0 т/га

[225].

Вчені спираючись на неможливість знищувати бур'яни в посівах квасолі звичайної хімічними препаратами рекомендують вирощувати культури з шириною міжряддя 60-70 см, що дасть можливість проведення міжрядних культиваций [44].

Інші дослідники значно збільшують діапазон схеми сівби квасолі – від 40 до 80 см [196] та від 60 до 75 см [207].

Енергетична ефективність технології вирощування квасолі багатоквіткової з міжряддям 80 см і нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{45}$ сприяє зростанню виробництва поновлюваної енергії порівняно з контролем на 4487 МДж/га або на 7,6% [39-41].

При сортовивченні колекцій овочевої квасолі і квасолі звичайної при краплинному зрошенні на дослідних ділянках підтримувався рівень зволоження протягом усієї вегетації в наступних межах: повні сходи - бутонізація - 65-70%, бутонізація - цвітіння - 70-75%, цвітіння - дозрівання бобів - 65-70%НВ, а висівали рослини з шириною міжряддя 1,4 м та густоті 500 тис. рослин/га. Сумарне водоспоживання квасолі при цьому знаходилося на рівні 361,6 мм або 3616 м³/га [5].

Висновки до розділу 1:

1. Наведені літературні дані свідчать, що науковці недостатньо приділяють уваги способам та глибині обробітку ґрунту під квасоллю і, як наслідок, це суттєво знижує ефективність вирощування культури.

2. Проведений аналітичний огляд літературних джерел з питань оптимальних умов живлення квасолі звичайної свідчить, що у вчених відсутня єдина думка, а рекомендовані дози добрив знаходяться в широких межах. Тому дослідження з оптимізації живлення квасолі звичайної в зрошуваних умовах півдня України є своєчасними.

3. Як видно з огляду літературних джерел, одностайної думки щодо схеми посіву квасолі немає, як в різних країнах, так і в межах зони. Тому вивчення оптимальної ширини міжряддя квасолі звичайної є актуальним.

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ, УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика ґрунту дослідних ділянок та зрошуваної води

Ґрунт дослідних ділянок - темно-каштановий солонцюватий. Вміст гумусу 2,5%, легкогідролізованого азоту - 35, рухомого фосфору - 32 та обмінного калію – 430 мг/кг ґрунту. Щільність складення метрового шару ґрунту складала - 1,35, а його твердої фази - 2,66 г/см³, загальна пористість - 49-50%. Реакція ґрунтового розчину у верхніх шарах ґрунту близька до нейтральної (рН 7,0), нижче по профілю - лужна (рН 7,4-7,9). Скипання від HCl відбувалося з глибини 60-70 см. Гідролітична кислотність становила 0,36-1,9 мг-екв на 100 г ґрунту. Ґрунт містить незначну кількість обмінного натрію 0,1-2,0 мг-екв на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості основами 98-100%, ємність поглинання 30-35, сума поглинальних основ 24-28 мг-екв в 100 г ґрунту. Водопроникність ґрунту за першу годину вбирання 1,3-2,2 мм/хв. Ґрунтові води залягають глибше 5 м і не впливають на ґрунтоутворюючі процеси.

Воду для зрошення отримували з Інгулецької зрошуваної системи (47°00'49.41"N 32°47'19.18"E, висота над рівнем моря 51,76 м), яка обмежена на заході р. Інгул та Бугським лиманом, на півдні – р. Дніпро, на сході – р. Інгулець, а північна межа перетинає міжріччя Інгулець-Південний Буг від м. Снігурівки до селища Жовтневого. Зрошувана вода безпосередньо впливала на фізико-хімічні показники ґрунту, умови росту та розвитку рослин квасолі [213, 216]. Її оцінка робилася за агрономічними та екологічними критеріями відповідно до чинних нормативних актів і стандартів за даними її лабораторних аналізів [7, 35, 36, 185], проведених у Миколаївському регіональному управлінні водних ресурсів, які наведені у таблиці 2.1.

**Якісні агрономічні та екологічні показники води з Інгулецької
зрошувальної системи**

Середнє за 2014-2016 рр.

Показники якості	Значення показника
Загальний вміст водорозчинних солей, мг/л	1418
Вміст токсичних водорозчинних солей, мг/л	1047
Вміст нетоксичних водорозчинних солей, мг/л	371
Концентрація токсичних іонів в еСГ, мг-екв/л	10,63
Відношення $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+)$	0,48
Відношення $\text{Mg}^{2+} / \text{Ca}^{2+}$	1,47
Вміст хлору, мг-екв/л	8,57
Загальна лужність, мг-екв/л	3,73
Токсична лужність, мг-екв/л	-1,43
Показник рН	8,29
pNa-0,5pCa	0,80
pH-pNa	6,34
$(\text{pH} - \text{pNa}) / (\text{pNa} - 0,5\text{pCa})$	7,93
Значення SAR	4,53
Значення SAR _{вточнене}	8,93
Вміст амонійного азоту, мг/л	0,07
Вміст нітратів, мг/л	1,27
Вміст нітритів, мг/л	0,04
Залізо загальне, мг/л	0,22
Марганець, мг/л	0,052
Мідь, мг/л	0,005
Цинк, мг/л	0,026
БПК ₅ , мг O ₂ /л	4,85
Хром загальний, мг/л	0,00
Нікель, мг/л	0,025
Нафтопродукти, мг/л	0,002
Детергенти (АПАР), мг/л	0,048
Цезій-137, пКі/л	2,17
Стронцій-90, пКі/л	6,90

Згідно наведених показників поливна вода Інгулецької зрошувальної системи за роки досліджень відноситься за агрономічними показниками до II класу (обмежено придатна), а за екологічними - до I класу.

Безконтрольне використання води такої якості може привести до

негативних наслідків зокрема: вторинного засолення, погіршення якості ґрунту, зменшення якості та величини врожаю, тощо.

2.2. Клімат зони та метеорологічні умови за роки проведення досліджень

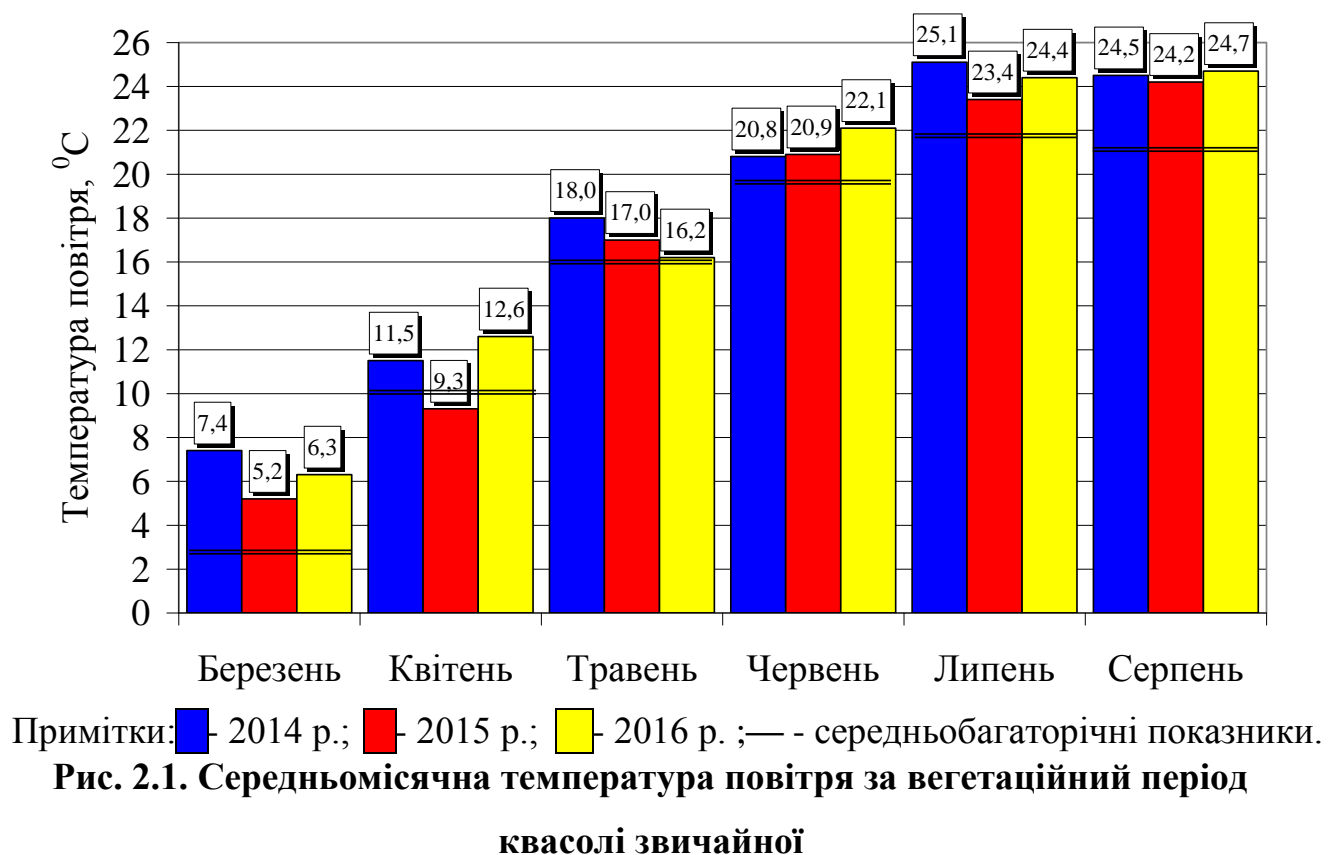
Дослідні ділянки з вивчення прийомів вирощування квасолі звичайної належать до першого району Херсонської області, клімат якого помірно-жаркий та дуже посушливий. Згідно багаторічним кліматичним дослідженням середньорічна температура повітря дорівнює $9,8^{\circ}\text{C}$, а накопичення активних температур повітря починається з 3 декади березня й закінчується у 2 декаді листопада. Останні весняні заморозки спостерігаються у 2 декаді квітня, перші осінні - у 3 декаді жовтня. Середня тривалість безморозного періоду складає 233 доби, а вегетаційного – 188 діб. Річна сума опадів за рік, складає 441, а за вегетаційний період - 275 мм опадів при щорічному випаровуванні 900-1000 мм [215].

Пануючими вітрами на території господарства є вітри східного та північно-східного напрямків з критичною швидкістю 10,4-11,7 м/сек. Суховії спостерігаються щорічно, особливо інтенсивні, приблизно у 40% років. За теплий період спостерігається від 15 до 33 днів із суховіями.

За роки досліджень метеорологічні умови відрізнялися посушливим, помірно-жарким кліматом і невеликою та нерівномірною кількістю опадів (рис. 2.1-2.3, додаток А.1-А.3).

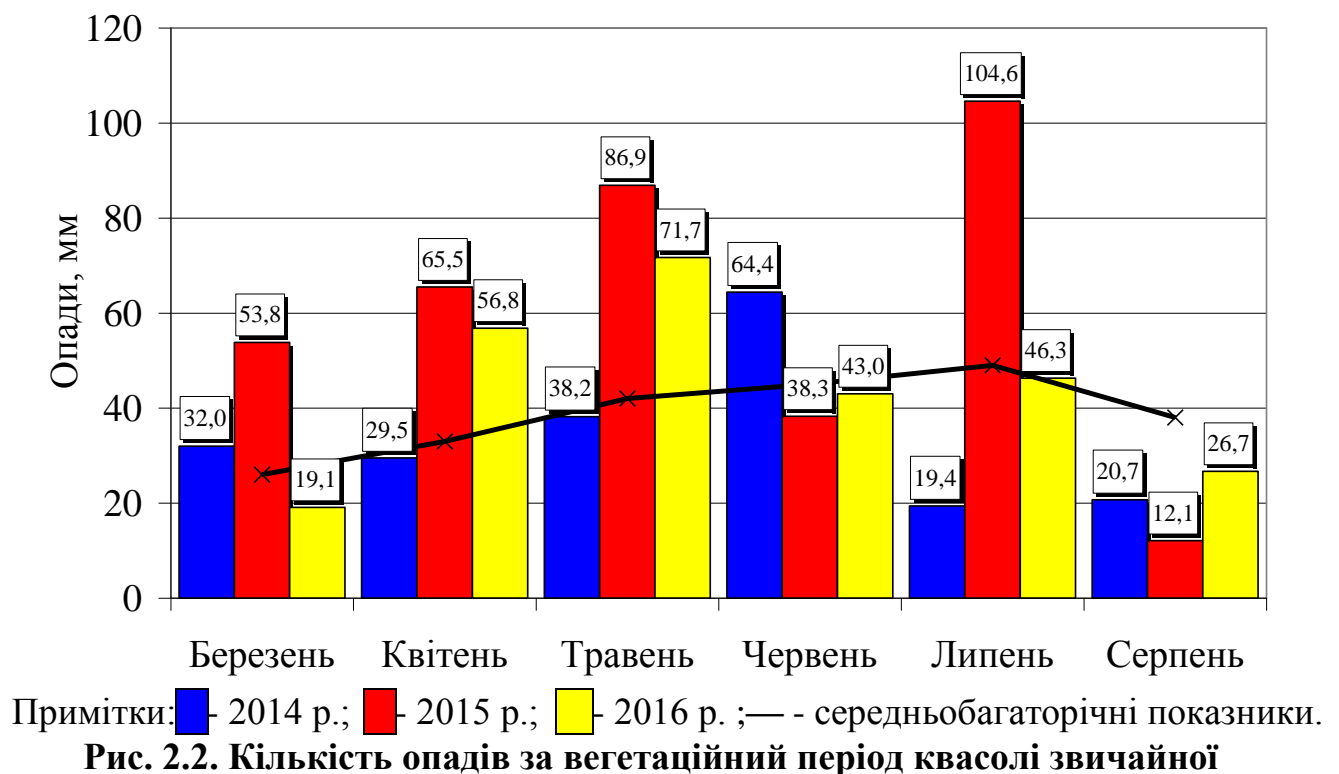
Температура повітря змінювалася до середньобагаторічних як за місяцями, так і роками досліджень. В березні 2014 року температура повітря перевищувала багаторічні показники на $5,1^{\circ}\text{C}$, що було максимальним значенням порівняно з іншими роками досліджень. Слід зазначити, що у 2016 році температура повітря перевищила середньомісячний показник на 4,0, а в 2015 році – на $2,9^{\circ}\text{C}$. В квітні місяці показники температури повітря були майже в межах багаторічних показників. Перевищення показника на

2,6°C було відмічено у 2016 році та на 1,5°C – у 2014 році. В 2015 році на відміну від попередніх даних температура повітря була меншою на 0,7°C від середньобагаторічних показників. В травні і червні термічний показник мав схожі показники. Так, в 2014 році температура повітря була вищою за багаторічні показник на 2,0 – в травні та 0,9°C – червні. В 2015 році цей показник за обох місяців був однаковий та складав 1,0°C. В травні 2016 року температура повітря майже дорівнювала багаторічним показникам і складала 16,2°C, а в червні перевищувала на 2,2°C. Липень та серпень характеризувалися більш значним перевищенням температурного режиму від багаторічних показників. В 2014 році температура повітря в липні і серпні була вищою на 3,2°C за багаторічні показники. В 2015 році порівняно з 2014 роком температура повітря була дещо меншою, але вищою за багаторічні, кліматичний показник на 1,5 та 2,9°C, відповідно. В липні 2016 року температура повітря становила 24,4°C, що вище за багаторічний показник на 2,5°C, а в серпні - 24,7°C – на 3,4°C, відповідно.



Кількість опадів на відміну від інших кліматичних показників

відрізнялася вкрай нерівномірним випадінням та в більшості відбувалася у вигляді злив. Максимальна кількість опадів у березні випала в 2015 році – 53,8 мм, що перевищило багаторічні показники на 27,8 мм, а в 2014 році - на 6,0 мм. На відміну від попередніх років в 2016 році в березні кількість опадів була меншою на 6,9 мм, що складало 19,1 мм. В квітні та травні 2014 року опадів було менше від багаторічних показників на 3,5 та 3,8 мм, а які випали були у вигляді злив в межах однієї декади. В інші роки (2015 та 2016) ситуація з опадами була протилежною від 2014 року. В квітні 2015 року випало більше на 32,5 мм атмосферних опадів, а в травні – на 44,9 мм порівняно з багаторічними показниками. Аналогічна ситуація була і в 2016 році – перевищення від нормативних показників склало 23,8 та 29,7 мм, відповідно. Червень 2014 року відрізнявся від інших досліджуваних років (2015 та 2016) більшою кількістю опадів, які склали на кінець місяця 64,4 мм (143,1% норми). В цей період в інші роки відмічалась нестача опадів: у 2015 році – на 6,7, а в 2016 році – 2,0 мм. Найбільш посушливим у 2014 році був липень за який випало лише 19,4 мм, що менше від багаторічних на 29,6 мм. У 2015 році кількість опадів перевищувала багаторічні показники на 113,5% і складала 104,6 мм.



Найбільш наближеним до середньобагаторічних показників кількість опадів у липні була в 2016 році, де від'ємна різниця склала лише 2,7 мм. Серпень за досліджувані роки характеризувався посушливим кліматом з невеликою кількістю опадів. За цих умов нестача опадів до багаторічних показників у 2014 році склала 17,3, в 2015 році – 25,9 та в 2016 році – 11,3 мм.

Відносна вологість повітря в березні 2014 року була меншою на 7% від багаторічних показників (77%), а в 2015 та 2016 роках – більшим на 1%. Аналогічна тенденція в зміні показника простежувалася і в квітні. В цей період відносна вологість повітря в 2014 році складала 65%, що на 4% менше від багаторічних показників. В 2015 році показник, який аналізуємо був більшим на 4%, а в 2016 році - на 2%.

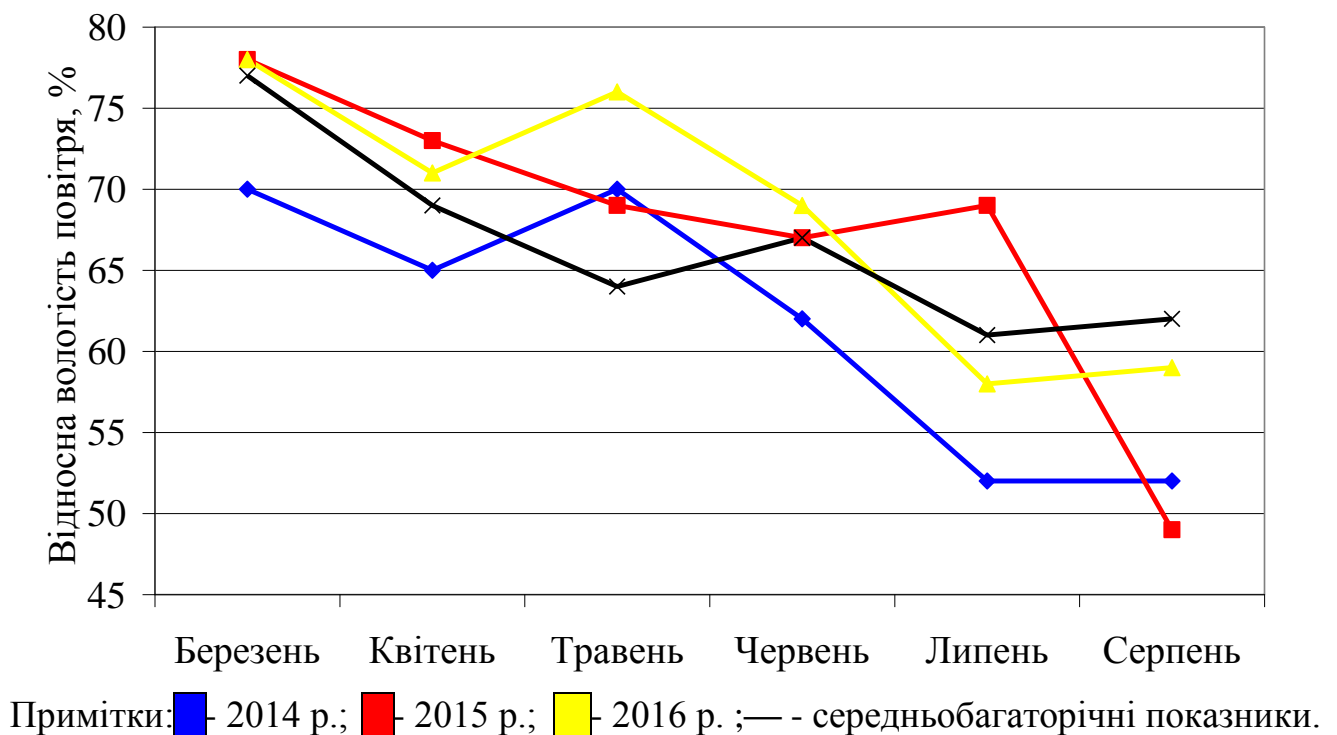


Рис. 2.3. Відносна вологість повітря за вегетаційний період квасолі

звичайної

Травень за роками досліджень мав підвищені показники відносної вологості повітря. У 2014 році він складав 70% і був більшим від багаторічних значень на 6%, у 2015 році – на 5 та у 2016 році – на 12%. Літні місяці відрізнялися від весняних більш високою температурою і, відповідно,

низькою відотною вологістю повітря. Червень 2014 року відзначився низькою відотною вологістю повітря – 62%, що менше на 5% від багаторічних значень, липень – 52 і 9 та серпень – 52 і 10%, відповідно. Показники в 2015 році мали суттєві коливання від 49% у серпні (менше на 13% від багаторічних) до 69% (більше на 8% від багаторічних). Відносна вологість повітря в червні 2015 році дорівнювала багаторічним та складала 67%, а у 2016 році була вищою на 2%. Липень і серпень 2016 року мали показники нижчі за багаторічні на 3% і складала 58 та 59%, відповідно.

2.3. Методика проведення польових дослідів, супутніх спостережень і досліджень

Дослідження з удосконалення елементів технології вирощування квасолі в умовах півдня України проводили шляхом закладання трифакторного польового дослідів на землях сільськогосподарського кооперативу «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області (46°42'24.90"N 32°16'27.77"E, висота над рівнем моря 37 м).

Польові дослідів було закладено в чотириразовій повторності. Розташування варіантів здійснювали методом розщеплених ділянок з частковою рендомізацією. Облікова площа ділянок третього порядку – 159,6 м². При проведенні досліджень керувалися загальноновизнаними методиками польових дослідів [32, 33, 146, 158-160].

У польових дослідів вивчали такі фактори та їх варіанти:

Фактор А – глибина оранки, см: 20-22 та 28-30;

Фактор В – фон живлення, кг/га діючої речовини: Без добрив; N₄₅P₄₅; N₉₀P₉₀;

Фактор С – ширина міжряддя, см: 15; 30; 45; 60.

Облік опадів за вегетаційний період культури проводили за показниками дощоміра, який був встановлений на дослідному полі. Температуру, відносну вологість повітря – фіксували за даними метеостанції м. Херсон.

Проведення дослідів супроводжувалось аналізом зразків ґрунту, спостереженнями за рослинами і метеорологічними умовами. Всі обліки, та спостереження проводили у двох несуміжних повтореннях.

У відібраних ґрунтових зразках визначали вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) [112] і рухомих сполук фосфору (за Мачигінім) [37].

Вивчення водного режиму проходило шляхом розрахунку вологості ґрунту за допомогою термостатно-вагового методу через кожні 10 см на глибину 1,0 м. Вологість ґрунту визначалась при сівбі та збиранні квасолі звичайної. Повторність визначення чотирьохразова.

Щільність складення ґрунту встановлювали за методом ріжучого циліндра [50]. Зразки ґрунту з непорушеною будовою відбирали пошарово на глибину 0,3 м. У дослідженнях використовували прилад БП-50, об'єм ріжучого циліндра 100 см³. Повторність – п'ятиразова.

Сумарна пористість ґрунту розраховували за формулою:

$$\Sigma P = \left(1 - \frac{d}{d_{\text{тф}}}\right) \times 100 \% , \quad (2.1)$$

де ΣP - сумарна пористість ґрунту, %;

d - щільність складення ґрунту, г/см³;

$d_{\text{тф}}$ - щільність твердої фази ґрунту, г/см³.

Водопроникність ґрунту визначали методом малих заливних ділянок. Площа облікової рами 625 см², час експозиції – одна година. Повторність обліку – п'ятиразова.

Сумарне водоспоживання на посівах квасолі звичайної за вегетаційний період визначали спрощеним методом водяного балансу за формулою:

$$E = M + O + (W_n - W_y), \quad (2.2)$$

де E - сумарне водоспоживання культури, м³/га;

M - зрошувальна норма, м³/га;

O - корисні опади, м³/га;

W_n - запас вологи у метровому шарі ґрунту на початку вегетаційного

періоду, м³/га;

W_y - запас вологи у метровому шарі ґрунту наприкінці вегетаційного періоду, м³/га.

Коефіцієнт сумарного водоспоживання обчислювали шляхом ділення величини сумарного водоспоживання на врожайність зерна квасолі звичайної.

Фенологічні спостереження проводили на постійно закріплених площадках у двох несуміжних повтореннях. За початок фази приймали час її настання у 10, а за повну фазу - у 75% рослин. Відзначали дати настання основних фаз росту та розвитку культури.

Висоту рослин визначали шляхом виміру 20 рослин від поверхні ґрунту до верхньої частини рослини на закріплених площадках у двох несуміжних повтореннях.

Площу листкової поверхні визначали методом висічок за Ничипоровичем [100].

Фотосинтетичний потенціал посіву [100] розраховували за формулою:

$$\text{ФП} = \frac{(L_1 + L_2)n_1 + (L_2 + L_3)n_2 + \dots + (L_{n-1} + L_n)n_n}{2}, \quad (2.3)$$

де ФП – фотосинтетичний потенціал, м²/га за добу;

L₁, L₂ ... L_n – площа на 1 га посіву у відповідні строки визначення, м²/га;

n₁, n₂ ... n_n – кількість діб між двома відповідними визначеннями.

Для визначення маси 1000 насінин відбирали дві наважки по 500 зерен і зважували з точністю до 10,00 мг на кожному варіанті у чотириразовій повторності [30].

Розрахунок вмісту білка виконували на основі результатів хімічного аналізу з урахуванням коефіцієнтів перетравності поживних речовин [141].

Облік урожаю квасолі проводили методом суцільного збирання. Дані врожаю зерна перераховували до стандартної вологості (14%) і стовідсоткової чистоти. Урожайні дані піддавали агрономічній оцінці та статистичній обробці

методами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів [145, 190, 203, 214, 228].

Економічну та енергетичну ефективність вирощування квасолі визначали за загальноновизнаними методиками з використанням зональних виробничих норм виробітку [92, 157, 182].

2.4. Агротехніка вирощування квасолі звичайної у польових дослідках

В дослідках вирощували сорт Прето зернового напрямку використання і належить до виду звичайної квасолі. Рослини кущової форми індетермінантного типу з завиваючою верхівкою, стійкі до вилягання. Висота прикріплення нижнього бобу - 12-14 см. Зерно чорне, з високими смаковими якостями та доброю розварюваністю. Форма поперечного перетину бобу – округла, основний колір бобу – білий, текстура поверхні гладенька. Стійкий до осипання, ураження найбільш поширеними хворобами, а також пошкодження квасолевою зернівкою. Придатний до механізованого збирання.

Технологія вирощування квасолі була загальноновизнаною для умов Південного Степу України, за винятком факторів, які досліджували.

Після збирання попередника (пшениця озима) проводили дворазове дискування стерні на глибину 6-8 та 10-12 см. Основний обробіток ґрунту виконували згідно схеми дослідку. Під оранку вносили мінеральні добрива згідно схеми дослідів. Через два тижні з метою знищення бур'янів і вирівнювання ґрунту проводили суцільну культивуацію на глибину 12-14 см. Весною при настанні фізичної стиглості ґрунту проводили боронування БЗСС-1,0.

Передпосівну культивуацію виконували на глибину загортання насіння. Сівбу виконували на глибину 5-7 см трактором МТЗ-80 з сівалкою СЗ-5,4 «Акорд» нормою 400 тис. шт/га схожих насінин. Насіння за 1-2 години до

сівби обробляли біопрепаратами високоефективних штамів бульбочкових бактерій. Після сівби до сходів культури вносили ґрунтовий гербіцид Гезагард 500 FW к.с. нормою 3,0 л/га. Проти шкідників у фазу «бутонізація - початок цвітіння» вносили інсектицид Нурел Д нормою 1,0 л/га.

Вологість ґрунту в період вегетації культури підтримували на рівні 75-80% НВ в активному шарі ґрунту (0-50 см). Поливи здійснювали дощувальною машиною ДДА-100 МА. За 2014 рік було проведено 2 поливи нормою 500 та 1 -450 м³/га, у 2015 році – 2 поливи нормою 500 м³/га, у 2016 році – 3 поливи нормою 450 м³/га.

Перед збиранням посіви обробляли неселективним контактним десикантом Реглон Супер 150 SL, РК нормою 2,0 л/га. Збирання врожаю проводили прямим комбайнуванням при повному дозріванні бобів.

Висновки до розділу 2:

1. Метеорологічні спостереження за погодними умовами показали нерівномірний розподіл їх за роками та місяцями вегетаційного періоду, приходу сонячної інсоляції, кількості опадів та відносної вологості повітря. Зазначені фактори суттєво вплинули на ріст та розвиток рослин квасолі звичайної, врожай й якість зерна.

2. Ґрунтові умови дослідних полів повністю задовольняли потреби рослин квасолі звичайної, а зрошувана вода використовувалася разом з проведенням меліоративних та агротехнологічних заходів.

3. Закладання та проведення досліджень було проведено у відповідності до вимог методики дослідної справи в агрономії. Агротехніка вирощування квасолі звичайної була загально визнаною для зернобобових культур в зрошуваних умовах Південного Степу України, за винятком досліджуваних технологічних прийомів.

Основні результати розділу опубліковані у працях [235].

РОЗДІЛ 3

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

3.1. Щільність складення ґрунту та його пористість на посівах квасолі звичайної

Створення сприятливих умов для росту та розвитку підземної частини (кореневої) за рахунок оптимізації фізичних властивостей є головним завданням обробітку ґрунту. Водночас, для кожної сільськогосподарської культури значення щільності складення ґрунту різне. Воно залежить від гранулометричного складу, вмісту органічних речовин, структурного стану ґрунту тощо. Оптимальне значення рівноважної щільності для ґрунтів середнього та важкого гранулометричного складу є в межах від 1,1 до 1,3, а для супіщаних і піщаних — від 1,3 до 1,5 г/см³ [50].

Щільність складення тісно пов'язана з багатьма іншими властивостями ґрунту, які обумовлюють мікробіологічну діяльність, що особливо важливо для симбіотичної азотфіксації бобовими культурами, накопиченню та випаровуванню вологи.

Проведені дослідження свідчать, що глибина оранки суттєво вплинула на показники щільності складення ґрунту на посівах квасолі звичайної (табл. 3.1).

Проведення оранки на глибину 20-22 см зумовило розпушування верхнього шару ґрунту і створення плужної підшви з глибини 22 см, що на час сівби забезпечило щільність складення в шарі 0-30 см – 1,22 г/см³. Оранка на 28-30 см порівняно з попередньою глибиною додатково розпушила 8 см, що зменшило щільність складення шару 20-30 см з 1,30 до 1,25 г/см³, а 0-30 см до 1,21 г/см³. Інші досліджувані шари ґрунту змінювалися не суттєво (знаходилися в межах похибки досліду).

На час збирання під дією біогенних і антропогенних чинників

проходило ущільнення ґрунту. В шарі 0-10 см щільність складення ґрунту збільшилася з 1,15 до 1,24 г/см³ за оранки на глибину 20-22 см та з 1,16 до 1,24 г/см³ – за оранки на 28-30 см. Більш суттєві зміни відбулися в інших досліджуваних шарах ґрунту. Так, в шарі 10-20 см щільність складення ґрунту за оранки на глибину 20-22 см змінилася з 1,22 до 1,33 г/см³, а за обробітку на 28-30 см ущільнення було меншим - з 1,21 до 1,29 г/см³. Найглибший з досліджуваних шарів ґрунту мав найменшу щільність складення ґрунту за оранки на глибину 28-30 см – 1,35 г/см³. На час збирання найменш ущільненим був шар ґрунту 0-30 см - 1,29 г/см³ за оранки на глибину 28-30 см.

Таблиця 3.1

**Фізичні властивості ґрунту на посівах квасолі звичайної за період
вегетації**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Щільність складення ґрунту, г/см ³		Пористість ґрунту, %	
		сівба	збирання	сівба	збирання
20-22	0-10	1,15	1,24	56,0	52,6
	10-20	1,22	1,33	53,7	49,6
	20-30	1,30	1,40	50,8	47,1
	0-30	1,22	1,32	53,5	49,8
28-30	0-10	1,16	1,24	55,9	52,8
	10-20	1,21	1,29	53,9	51,1
	20-30	1,25	1,35	52,6	48,8
	0-30	1,21	1,29	54,1	50,9
НІР ₀₅ в роки досліджень складала:	для глибини оранки	0,010-0,024	0,012-0,030	0,38-0,90	0,47-1,15
	для шару ґрунту	0,012-0,029	0,015-0,037	0,46-1,11	0,57-1,41
	комплексна дія	0,017-0,041	0,021-0,052	0,65-1,56	0,81-1,99

Пористість ґрунту знаходилась у зворотній залежності від щільності складення та щільності твердої фази, що пов'язано з мінералогічним складом, структурою, біологічною активністю, способом та глибиною

обробітку. Згідно даних вчених найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин та формування врожаю складаються при пористості ґрунту від 55 до 60%, задовільні – від 50 до 55 та незадовільні – менше 50% [50].

На час сівби пористість в шарі ґрунту 0-30 см складала 53,5% - за оранки на глибину 20-22 см та 54,1% - на глибину 28-30 см і була задовільною. В посівному шарі 0-10 см, за обох досліджуваних глибин оранки, була більшою за 55% (55,9-56,0%) і, відповідно, була оптимальною для росту та розвитку рослин квасолі звичайної.

Перед збиранням врожаю пористість ґрунту значно зменшилась. В шарі 0-10 см показники пористості були в межах задовільних показників: за оранки на глибину 20-22 см – 52,6 та 52,8% - за обробітку на 28-30 см. Оранка ґрунту до 22 см призвела до утворення в шарах 10-20 та 20-30 см незадовільних показників пористості. Так, в шарі 10-20 см пористість складала 49,6, а в шарі 20-30 см – 47,1%. За оранки на глибину 28-30 см задовільні показники пористості були в шарі ґрунту 10-20 см і склали - 51,1%. Водночас у шарі ґрунту 20-30 см пористість була також незадовільною і складала – 48,8%. Середні показники пористості ґрунту в шарі 0-30 см на кінець вегетації квасолі звичайної були задовільні при оранці на глибину 28-30 см – 50,9, а незадовільні – 49,8% - за полицевого обробітку на глибину 20-22 см.

3.2. Водопроникність ґрунту на посівах квасолі звичайної

Основним фактором, який вплинув на водопроникність на посівах квасолі звичайної був основний обробіток ґрунту. За оранки на глибину 20-22 см кількість поглинутої води за першу годину визначення на час сівби складала 148,7 мм, що порівняно з обробітком на глибину 28-30 см менше на 6,1%. Це пояснюється створенням менш рихлого шару ґрунту (табл. 3.2).

На час збирання врожаю кількість поглинутої води за першу годину визначення зменшилася на 39,1-43,4%. Так, за оранки на глибину 20-22 см на

дослідних ділянках за годину поглиналося 103,7 мм води, або менше на 45,0 мм. За оранки на глибину 28-30 см поглиналося води на 9,7 мм більше від попереднього обробітку, що склало у підсумку 113,4 мм, або 71,9% від початкових значень на час сівби.

Таблиця 3.2

Водопроникність ґрунту та кількість поглинутої води за першу годину визначення на посівах квасолі звичайної за період вегетації

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Кількість поглинутої води за першу годину визначення, мм		Водопроникність ґрунту, мм/хв.	
	сівба	збирання	сівба	збирання
20-22	148,7	103,7	2,48	1,73
28-30	157,7	113,4	2,63	1,89
НІР ₀₅ в роки досліджень складала:	2,68-2,98	2,24-3,13	0,045-0,050	0,037-0,052

Водопроникність ґрунту змінювалася аналогічно до зміни кількості поглинутої води. За оранки на глибину 20-22 см водопроникність ґрунту складала 2,48 мм/хв. Подальше поглиблення оброблюваного шару до 28-30 см збільшило досліджуваний показник до 2,63 мм/хв.

На час збирання врожаю водопроникність ґрунту зменшилася за обома досліджуваними глибинами оранки. За оранки на глибину 20-22 см показник складав 1,73 мм/хв., що менше за полицевий обробіток на глибину 28-30 см – на 9,2%

3.3. Умовне споживання елементів лужногідролізованого азоту та рухомого фосфору з ґрунту рослинами квасолі звичайної

Обробіток ґрунту та добрива є основними чинниками, які обумовлюють поживний режим рослин завдяки регулюванню водно-фізичних властивостей ґрунту.

Хімічний склад ґрунту - важливий фактор ґрунтової родючості,

оскільки багато елементів живлення рослин не входять до складу мінеральних добрив. В даний час до числа необхідних елементів живлення рослин відносять 20 хімічних елементів (азот, фосфор, калій, вуглець, сірка, кальцій, магній, натрій, залізо, кисень, водень, хлор, мідь, цинк, бор, молібден, йод, марганець, кобальт, ванадій). Ще 12 елементів вважають умовно необхідними (кремній, алюміній, срібло, літій, нікель, фтор, свинець, титан, стронцій, кадмій, хром, селен). Кожен елемент виконує певні фізіологічні функції в рослині. При нестачі або надлишку будь-якого елемента рослини гірше ростуть і розвиваються [55, 127, 134].

Азот входить до складу гумусу, органічних сполук, є провідним елементом живлення рослин. За недостатньої його кількості рослини втрачають зелений колір (жовтіють) і відстають у рості та розвитку. Азот доступний рослинам у вигляді амонію, нітратів і нітритів [21, 94, 134].

Азот в ґрунті як накопичується так, і втрачається, що складає загальний баланс елемента живлення. Втрати азоту з ґрунту складаються з виносу з урожаєм, вимиванням, перетворенням в газоподібну форму, ерозією. Надходження азоту в ґрунт відбувається за рахунок несимбіотичної та симбіотичної фіксації, надходження з опадами та внесення з добривами [56, 116, 134, 188].

Валова кількість азоту в ґрунтах коливається від 0,02-0,05% в дерново-підзолистих піщаних до 0,2-0,5% в чорноземах [21].

Весь азотний фонд ґрунту розділили на чотири групи: мінеральний (нітратний, нітритний, обмінний амоній); легкогідролізований (аміди, частина амінів); важкогідролізований (аміни, частина амідів, гуміни, необмінний амоній); негідролізований (азот гумінів, меланінів, бітумів, необмінний амоній) [119, 134, 174].

Співвідношення зазначених груп у різних за генезисом ґрунтах майже однакове з стійкою перевагою негідролізованих сполук азоту (у чорноземі - 40-45%, в сіроземах - близько 40, в дерново-підзолистому ґрунті - близько 30%). Таке співвідношення зумовлено біологічною активністю чорнозему і

сіроземів, в яких більш швидко розкладаються лабільні сполуки азоту і легко накопичуються більш стійкі негідролізованої форми. Частка важкогідролізованої фракції складає 17-19%.

Фракція важкогідролізованого азоту є найбільш стійкою в процесі мінералізації і слабо включається в біологічний круговорот. При внесенні добрив і обробітку ґрунту вміст цієї фракції може знижуватися за рахунок переходу азоту в більш рухливі форми, в результаті чого відбувається накопичення легкогідролізованого (8-10%) і мінерального азоту [113, 114, 119, 120, 134].

Лужногідролізований азот акумулює в собі наступні сполуки азоту - N - NH₄, частково N - NH₄ обмінний, частково N - NH₄ фіксований, амідни, аміни, аміноцукри, моноамінокислоти та інші [120].

Проведені дослідження додатково підтвердили основні закономірності споживання азоту рослинами квасолі звичайної (табл. 3.3). Проведення оранки на глибину 28-30 см забезпечило умови за яких рослини культури спожили за вегетаційний період від 55,4 до 106,1 мг/кг з шару ґрунту 0-50 см, що порівняно з полицевим обробітком на глибину 20-22 см більше на 2,8-11,1%. Така зміна в споживанні лужногідролізованого азоту пояснюється більш активною мікробіологічною діяльністю

Найбільш суттєвим чинником, який впливає на поживний режим ґрунту є мінеральні добрива. Збагачення ґрунту азотом обумовило сприятливі умови для росту й розвитку квасолі звичайної і, як наслідок, більше споживання цього елемента. На ділянках досліду, де добрива не вносили, рослини культури споживали, в середньому по досліду, за оранки на глибину 20-22 см в шарі 0-50 см – 56,9, а за глибини на 28-30 см – 59,5 мг/кг ґрунту, тобто більше на 4,6%.

Схожі результати були отримані на варіантах внесення мінеральних добрив. Внесення N₄₅P₄₅ збільшило умовне споживання лужногідролізованого азоту квасолею звичайною, в середньому по досліду, на 33,4%. Збільшення кількості внесених поживних речовин вдвічі - до N₉₀P₉₀

умовне споживання зросло на 22,0% порівняно з попередніми дозами.

Таблиця 3.3

**Умовне споживання лужногідролізованого азоту рослинами квасолі
звичайної за вегетаційний період, мг/кг ґрунту**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Ширина міжряддя, см	Шар ґрунту, см	Фон живлення		
			Без добрив	N ₄₅ P ₄₅	N ₉₀ P ₉₀
20-22	15	0-30	79,8	104,1	122,3
		30-50	36,5	50,5	55,3
		0-50	62,5	82,6	95,5
	30	0-30	71,5	94,0	114,8
		30-50	33,3	49,2	54,5
		0-50	56,2	76,1	90,7
	45	0-30	69,4	93,1	111,1
		30-50	33,6	42,7	49,6
		0-50	55,1	73,0	86,5
	60	0-30	67,6	91,4	104,9
		30-50	33,5	39,8	41,8
		0-50	53,9	70,8	79,7
28-30	15	0-30	81,8	106,5	132,1
		30-50	38,9	51,9	67,0
		0-50	64,6	84,7	106,1
	30	0-30	77,8	103,1	131,1
		30-50	36,1	50,2	64,1
		0-50	61,1	82,0	104,3
	45	0-30	72,3	98,9	126,4
		30-50	33,7	48,2	60,7
		0-50	56,9	78,6	100,1
	60	0-30	69,5	94,6	120,3
		30-50	34,2	42,4	56,5
		0-50	55,4	73,7	94,8

Збільшення кількості рослин на площі сприяє більшому споживанню велику кількість поживних речовин, але зміна площі їх живлення без загущення обумовлює конкуренцію між ними та нерівномірне споживання елементів живлення. При вирощування квасолі звичайної за оранки на глибину 20-22 см та шириною міжряддя 15 см рослини споживали

лужногідролізований азот на формування врожаю з шару ґрунту 0-50 см - 80,2 мг/кг. За оранки на 28-30 см досліджуваний показник збільшувався на 6,1%. Розширення відстані між рядками квасолі звичайної до 30 см змінило форму та площу живлення рослин, що суттєво вплинула на споживання азоту. За цих умов кількість лужногідролізованого азоту зменшилася, в середньому по досліді, на 5,4%. Сівба квасолі звичайної широкорядковим способом з міжряддям 45 см вимагало для формування рослин використання від 55,1 до 100,1 мг/кг ґрунту азоту з шару 0-50 см, що порівняно з попередніми показниками менше на 4,5% та більше на 5,2% - з шириною міжряддя 60 см.

Фосфор - складова частина органічної речовини ґрунту, накопичується в формі кислих, середніх, основних солей фосфорної кислоти з кальцієм, залізом, алюмінієм. Фосфор органічних сполук переходить в доступну форму після мінералізації їх мікрофлорою [58, 134].

Винятково важлива роль фосфору полягає у процесі обміну енергії в рослинних організмах. Енергія сонячного світла в процесі фотосинтезу і енергія, що виділяється при окисленні раніше синтезованих органічних сполук в процесі дихання, акумулюється в рослинах у вигляді енергії фосфатних зв'язків у макроенергетичних з'єднань, найважливішим з яких є аденозинтрифосфорна кислота (АТФ). Накопичена в АТФ енергія використовується для всіх життєвих процесів росту і розвитку рослини, поглинання поживних речовин із ґрунту, синтезу органічних сполук, їх транспорту. При нестачі фосфору порушується обмін енергії і речовин в рослинах. Особливо різко дефіцит фосфору позначається у всіх рослин на утворення репродуктивних органів, гальмує розвиток і затримує дозрівання, викликає зниження врожаю і погіршення якості продукції [90, 99, 134].

У ґрунті фосфор знаходиться у формі органічних і мінеральних сполук. На частку органічних сполук фосфору в ґрунтах припадає від 10-20 до 70-80% всіх запасів фосфору. Тому органічна речовина ґрунту - резерв рухомого фосфору [26].

Валові запаси фосфору в ґрунті невисокі і складають 0,05-0,25% (від 1 до 5 т/га в 0-20 см шарі ґрунту). Більша його частина (біля 90%) знаходиться в важкодоступній для рослин формі, а фосфор з добрив більше, ніж азот і калій, закріплюється ґрунтами в нерухомі форми. Природних шляхів відновлення запасів фосфору на відміну від азоту в ґрунтах немає [99].

Таблиця 3.4

Умове споживання рухомого фосфору рослинами квасолі звичайної за вегетаційний період, мг/кг ґрунту

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Ширина міжряддя, см	Шар ґрунту, см	Фон живлення		
			Без добрив	N ₄₅ P ₄₅	N ₉₀ P ₉₀
20-22	15	0-30	23,4	25,7	24,4
		30-50	3,6	7,0	12,3
		0-50	15,4	18,2	19,6
	30	0-30	22,8	24,5	24,0
		30-50	2,6	5,0	10,0
		0-50	14,7	16,7	18,4
	45	0-30	22,1	23,0	23,1
		30-50	2,5	4,6	9,4
		0-50	14,3	15,7	17,6
	60	0-30	20,7	21,7	21,3
		30-50	1,5	3,4	9,1
		0-50	13,0	14,4	16,4
28-30	15	0-30	24,3	27,1	27,5
		30-50	4,6	8,3	13,6
		0-50	16,4	19,6	22,0
	30	0-30	23,8	25,1	26,1
		30-50	3,5	7,2	12,3
		0-50	15,7	17,9	20,6
	45	0-30	23,6	24,6	25,5
		30-50	2,7	6,0	10,6
		0-50	15,3	17,1	19,5
	60	0-30	22,7	23,4	23,1
		30-50	2,0	5,0	10,6
		0-50	14,4	16,0	18,1

Оранка на глибину 28-30 см створила сприятливі умови для зростання

умовного споживання рухомого фосфору з шару ґрунту 0-50 см на 17,7 порівняно з оранкою на 20-22 см та склала, в середньому, – 16,2 мг/кг.

Мінеральні добрива поповнюючи загальні запаси фосфору в ґрунті сприяли розвитку кореневої системи квасолі та обумовлювали його найбільше споживання. На варіантах дослідів, де мінеральні добрива не вносили, умовне споживання рухомого фосфору складало за оранки на 20-22 см – 14,4, а на глибину 28-30 см – 15,4 мг/кг з шару ґрунту 0-50 см. Внесення 45 кг/га азотно-фосфорних добрив збільшило умовне споживання елемента до 16,3 за оранки на глибину 20-22 см та до 17,7 мг/кг з шару ґрунту 0-50 см – за оранки на глибину 28-30 см, або більше на 13,2 і 14,9%, відповідно. На варіантах внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$ умовне споживання рухомого фосфору було максимальним і складало на варіантах полицевого обробітку на глибину 20-22 см – 18,0, а на 28-30 см – 20,0 мг/кг з шару ґрунту 0-50 см.

Збільшення ширини міжряддя призводило до зменшення умовного використання рухомого фосфору, що є наслідком конкурентної боротьби корневих систем за основні фактори життя. Крім того збільшення відстані між рядками не дозволяє рослинам використовувати в цьому проміжку площі поживні речовини продуктивно, а вони втрачаються під дією біогенних та антропогенних факторів. За сівби квасолі звичайної з міжряддям 60 см умовне споживання рухомого фосфору було найменшим і склало при оранці на глибину 20-22 см, в середньому, - 14,6, а на глибину 28-30 см – 16,2 мг/кг з шару ґрунту 0-50 см. Різниця між варіантами склала 11,0%. Звуження міжряддя призвело до збільшення споживання цього цінного й важливого елемента живлення. Квасоля звичайна вирощена з міжряддям 45 см споживала на 7,8% більше рухомого фосфору порівняно з попередніми показниками. Найбільше умовне споживання елемента живлення було за звичайної рядкової сівби культури, яке коливалося від 15,4 до 22,0 мг/кг з шару ґрунту 0-50 см. Збільшення ширини міжряддя вдвічі до 30 см зменшило умовне споживання рухомих форм фосфору на 6,6%.

Цікавим показником для обґрунтування доцільності витрат матеріальних та енергетичних ресурсів на одиницю створеного врожаю зерна квасолі звичайної є співвідношення кількості споживання елементів живлення на врожай (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Споживання лужногідролізованого азоту на одиницю врожаю зерна
квасолі звичайної, кг/т**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	42,5	30,9	21,9	26,8	30,5
	N ₄₅ P ₄₅	44,0	33,2	23,6	28,2	32,2
	N ₉₀ P ₉₀	47,5	37,6	26,2	30,4	35,4
<i>Середнє</i>		44,7	33,9	23,9	28,5	32,7
28-30	Без добрив	43,4	32,9	22,1	26,9	31,3
	N ₄₅ P ₄₅	44,3	35,0	24,8	28,6	33,2
	N ₉₀ P ₉₀	52,0	42,4	29,7	35,5	39,9
<i>Середнє</i>		46,6	36,8	25,5	30,3	34,8

Загальне споживання лужногідролізованого азоту на тону врожаю квасолі звичайної за оранки на глибину 20-22 см склало, в середньому по досліді, 32,7 кг. Поглиблення орного шару до 28-30 см збільшило витрати елементу на 6,4%.

Внесення мінеральних поживних речовин поліпшувало поживний режим та величину врожаю зерна квасолі звичайної. Найменші витрати були на контрольних варіантах досліді, де мінеральні добрива не вносили, в середньому, - 30,9 кг/т. Внесення N₄₅P₄₅ збільшило споживання лужногідролізованого азоту на одиницю врожаю зерна квасолі звичайної, що за умов оранки на глибину 20-22 см склало 32,2 кг/га. Збільшення глибини оранки до 28-30 збільшило й загальне споживання азоту на формування врожаю на 3,1%. Найбільше споживання азоту на формування генеративних органів були за внесення N₉₀P₉₀, що, в середньому по досліді, склало 37,7 кг/т.

Із збільшенням ширини міжряддя споживання лужногідролізованого азоту на одиницю врожаю зерна квасолі зменшувалося. За сівби звичайним рядковим способом на 1 тону сформованого врожаю зерна витрачалося від 42,5 до 52,0 кг лужногідролізованого азоту. Збільшення ширини міжряддя до 30 см зменшувало на 29,1% кількість азоту на формування генеративних органів. Найменші витрати на формування врожаю були за сівби квасолі звичайної з міжряддям 45 см – від 21,9 до 29,7 кг/т, що на 43,1% менше від попереднього показника. Подальше збільшення ширини міжряддя до 60 см на відміну від попередньої динаміки, збільшило витрати лужногідролізованого азоту на 19,0% порівняно з міжряддям 45 см.

Аналогічна динаміка простежувалася із споживанням рухомого фосфору на формування врожаю зерна квасолі звичайної (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Споживання рухомого фосфору на одиницю врожаю зерна квасолі
звичайної, кг/т**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	10,5	8,1	5,7	6,5	<i>7,7</i>
	N ₄₅ P ₄₅	9,7	7,3	5,1	5,7	<i>6,9</i>
	N ₉₀ P ₉₀	9,7	7,6	5,3	6,3	<i>7,2</i>
<i>Середнє</i>		<i>10,0</i>	<i>7,7</i>	<i>5,4</i>	<i>6,2</i>	<i>7,3</i>
28-30	Без добрив	11,0	8,4	5,9	7,0	<i>8,1</i>
	N ₄₅ P ₄₅	10,3	7,7	5,4	6,2	<i>7,4</i>
	N ₉₀ P ₉₀	10,8	8,4	5,8	6,8	<i>7,9</i>
<i>Середнє</i>		<i>10,7</i>	<i>8,2</i>	<i>5,7</i>	<i>6,7</i>	<i>7,8</i>

Обробіток ґрунту посилює мікробіологічну діяльність, що збільшує кількість рухомих форм фосфору та їх доступність для рослин. Тому оранка на глибину 28-30 см обумовила більшу кількість споживання елемента на створення врожаю зерна квасолі. За цих умов кількість споживання рухомого фосфору на одиницю врожаю, в середньому по досліді, склала 7,8 кг/т. Оранка на глибину 20-22 см зменшила споживання на одиницю врожаю на

6,8%.

Найбільша кількість рухомого фосфору споживалася за вирощування квасолі звичайної на ділянках досліду, де мінеральні добрива не вносили – від 6,5 до 11,0 кг/т, що пояснюється низьким урожаєм зерна на цих варіантах. Внесення $N_{45}P_{45}$ зменшило витрати елемента, в середньому по досліду, на 10,5%. Подальше збільшення кількості внесених поживних речовин призвело до збільшення витрат, що додатково свідчить про неефективність внесення більших доз добрив. Так, за внесення $N_{90}P_{90}$ споживання рухомого фосфору на одиницю врожаю зерна квасолі звичайної коливалося від 6,3 до 10,8 кг/т, що більше від попереднього показника на 5,6%.

Досліджувані схеми посіву засвідчили перевагу сівби квасолі звичайної з шириною міжряддя 45 см. За цих умов споживання рухомого фосфору на одиницю врожаю зерна квасолі звичайної коливалося від 5,1 до 5,9 кг/т. Збільшення та зменшення ширини міжряддя підвищували витрати рухомого фосфору. Найбільше споживання рухомого фосфору на одиницю врожаю від 9,7 до 11,0 кг/т було за сівби квасолі звичайної з шириною міжряддя 15 см. Розширення міжряддя до 30 см зменшило споживання рухомого фосфору на 30,2, а до 60 см – на 60,5%.

Висновки за розділом 3:

1. Щільність складення ґрунту та його пористість суттєво залежала від глибини основної обробки та строку визначення, зменшуючись від сівби до збирання культури. Найбільш оптимальні умови в шарі ґрунту 0-30 см склалися за оранки на глибину 28-30 см. Щільність складення ґрунту за цих умов на час сівби складала - 1,21, в період збирання - 1,29 г/см³, а пористість 54,1 та 50,9%, відповідно.

2. Водопроникність ґрунту за перший час визначення найвищою була за оранки на глибину 28-30 см, як на час сівби – 2,63, так і збирання – 1,89 мм/хв. За цих умов спостерігалася найбільша кількість поглинутої води за першу годину визначення – 157,7 та 113,4 мм, відповідно.

3. Найкращі умови для споживання рослинами квасолі звичайної з

шару ґрунту 0-50 см лужногідролізованого азоту - 106,1, рухомого фосфору – 22,0 мг/кг ґрунту були за оранки на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 15 см.

4. За оранки на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 15 см відзначилось найбільше споживання лужногідролізованого азоту в розрахунку на одиницю врожаю зерна квасолі звичайної - 52,0 кг/т. Рухомого фосфору найбільше витрачалось на одиницю врожаю зерна - 11,0 кг/т у варіанті оранки на глибину 28-30 см, ширині міжряддя 15 см без внесення мінеральних добрив.

РОЗДІЛ 4

РІСТ І РОЗВИТОК КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДАХ

4.1. Фенологічні спостереження за рослинами квасолі звичайної

Температурний режим повітря та вологість ґрунту є визначальними показниками, які обумовлюють ріст та розвиток рослин квасолі протягом онтогенезу: визначають швидкість появи сходів, тривалість міжфазних періодів тощо [29].

За роки досліджень строк сівби квасолі коливався від 5 до 17 квітня і залежав від метеорологічних умов. Так, затяжна весна обумовила виконання сівби в 2015 році - 17 квітня.

Таблиця 4.1

Строки сівби та настання основних фаз росту й розвитку рослин квасолі звичайної

Рік досліджень	Фаза росту та розвитку рослин			
	сівба	сходи	цвітіння	повна стиглість
2014	08.04	21.04	28.05	23.07
2015	17.04	03.05	10.06	06.08
2016	05.04	17.04	31.05	25.07

Примітка. Визначення проводили на варіантах оранки на глибину 20-22 см, внесення добрив дозою $N_{45}P_{45}$ та ширини міжряддя 45 см.

Сходи квасолі в 2016 році з'явилися через 12 діб після сівби, що порівняно з 2014 роком було раніше на 1 добу та на 4 доби – в 2015 році. Така тривалість була зумовлена накопленою сумою ефективних температур, середньодобовою температурою повітря та кількістю опадів за цей час. Так, в 2016 році за міжфазний період «сівба-сходи» середньодобова температура складала 14,4°C, що дало змогу за 12 діб накопичити 108,0°C ефективних температур (>5°C), але опадів випало лише 3,2 мм. В 2014 році середньодобова температура була меншою від 2016 року на 1,0°C за кількістю опадів 29,2 мм, тому для накопичення необхідної кількості

позитивних температур культури знадобилося 13 діб з сумою ефективних температур 105,2°C. Найтриваліший період «сівба-сходи» був в 2015 році – 16 діб, що пояснюється значно меншим температурним режимом в цей час - 11,9°C та кількістю опадів - 21,5 мм.

Таблиця 4.2

**Тривалість міжфазних періодів, тепло- та вологозабезпеченість
атмосферними опадами квасолі звичайної за роками досліджень**

Міжфазний період	Рік досліджень	Тривалість, доба	Сума ефективних температур (>5°C), °C	Середньодобова температура повітря, °C	Сума опадів, мм
Сівба-сходи	2014	13	105,2	13,4	29,2
	2015	16	106,2	11,9	21,5
	2016	12	108,0	14,4	3,2
Сходи-цвітіння	2014	37	439,2	16,9	38,5
	2015	38	511,7	18,5	84,1
	2016	44	451,6	15,9	125,3
Цвітіння-повна стиглість	2014	56	972,7	22,4	83,8
	2015	57	1006,9	23,4	135,8
	2016	55	983,6	24,5	64,6
Сходи-повна стиглість	2014	93	1411,9	17,6	122,3
	2015	95	1518,6	17,9	219,9
	2016	99	1435,2	18,3	189,9

Визначальним періодом накопичення біомаси рослин під час вегетації квасолі звичайної є «сходи-цвітіння». Самим довшим період був у 2016 році – 44 доби, що календарно відзначилося 31 травня. Така тривалість періоду визначалася найменшою температурою в цей час - 15,9°C порівняно з іншими досліджуваними роками. Суттєвий вплив на тривалість міжфазного періоду також мала кількість опадів, яка за роки досліджень максимальною була – 125,3 мм та перевищувала аналогічні показники в інші роки досліджень - від 49 (2015 р.) до 225% (2014 р.). Згідно наведеним даним тривалість міжфазного періоду «сходи - цвітіння» у 2014 році складала 37, а в 2015 році – 38 діб. Календарно цвітіння, в ці роки, масово наступало 28 травня та 10 червня. Рослини квасолі звичайної для настання фази цвітіння потребували накопичення суми ефективних температур (>5°C) в межах 439,2-511,7°C.

Найбільшу кількість позитивних температур культура отримала у 2015 році - 511,7°C, що порівняно з 2014 роком більше на 16,5, а в 2016 році – на 13,3%.

Найбільш тривалим періодом у квасолі звичайної був міжфазний період «цвітіння - повна стиглість», який коливався за роками досліджень від 55 до 57 діб. Цей період відрізнявся більш рівномірним температурним режимом. Так, в 2014 році за визначальний міжфазний період середньодобова температура повітря складала 22,4°C, в 2015 році – вища на 1,0 та в 2016 році – на 2,1°C. За період вегетації рослинами від цвітіння (28 травня) до повної стиглості (23 липня) в 2014 році кількість накопиченої суми ефективних температур склала 972,7°C і була найменшою серед досліджуваних років. В наступному році (2015 р.) сума температур від цвітіння (10 червня) до повної стиглості (06 серпня) збільшилася на 34,2°C і склала 1006,9°C, а в 2016 році вона була в межах 2014 року – 983,6°C. Кількість опадів за міжфазний період «цвітіння – повна стиглість» коливалася від 64,6 до 135,8 мм, що суттєво вплинуло на кількість проведених поливів в цей час. Найбільша їх кількість була в 2015 році – 135,8, а найменша в 2016 році – 64,6 мм.

За час вегетації квасолі звичайної від сходів до її повної стиглості культурі для формування врожаю зерна необхідно було в 2014 році 93 доби, 1411,9°C ефективних температур (>5°C). Середньодобова температура за досліджуваний період склала 17,6°C при кількості опадів 122,3 мм, що обумовило проведення двох поливів нормою 500 та одного – 450 м³/га. В 2015 році за вегетаційний період квасолі звичайної випало 219,9 мм опадів, що було максимальним показником порівняно з іншими досліджуваними роками. Цей період продовжувався 95 діб з сумою ефективних температур 1518,6°C. Порівняно з попереднім роком сума позитивних температур збільшилася на 106,7°C, а середньодобова температура - лише на 0,3°C. Найвища середньодобова температура повітря від сходів квасолі до повної стиглості зерна за роки досліджень була в 2016 році – 18,3°C. Протягом визначеного циклу (99 діб) сума ефективних температур досягла 1435,2°C,

що було в межах 2014 року, а кількість опадів склала 189,9 мм.

4.2. Динаміка висоти рослин квасолі звичайної залежно від технологічних прийомів вирощування

Інтенсивність ростових процесів у квасолі обумовлюється генетичними особливостями та технологічними прийомами вирощування [189, 193, 194]. Досліджувані прийоми вирощування на початкових фазах росту та розвитку не впливають на ростові процеси, це обумовлено повільним розвитком кореневої системи та незначною здатністю споживання поживних речовин. Одним з головних факторів, який сприяє прискоренню появи сходів і активізації ростових процесів є волога, але на час сходів та гілкування зрошення не проводилося, а ступінь зволоження цілком залежав від природного вологонакопичення в ґрунті (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Висота рослин квасолі звичайної у фазу гілкування залежно від досліджуваних факторів, см

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				Середнє
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	7,9	7,8	7,9	7,7	7,8
	N ₄₅ P ₄₅	7,9	7,8	7,8	7,8	7,8
	N ₉₀ P ₉₀	7,8	7,8	8,0	8,0	7,9
Середнє		7,9	7,8	7,9	7,8	7,9
28-30	Без добрив	8,1	7,8	7,6	7,7	7,8
	N ₄₅ P ₄₅	7,8	7,7	7,9	7,6	7,8
	N ₉₀ P ₉₀	7,7	7,7	7,8	7,9	7,8
Середнє		7,9	7,8	7,8	7,7	7,8

НІР₀₅, см в роки досліджень складала: для фактора А – 0,12-0,13; В – 0,15-0,16; С – 0,17-0,18; взаємодії АВ – 0,21-0,22; АС – 0,24-0,25; ВС – 0,29-0,31; комплексної дії АВС – 0,42-0,44.

Ці твердження пояснюють відсутність суттєвих відхилень та

взаємозв'язку між висотою рослин та досліджуваними агротехнологічними прийомами в фазу гілкування. В цей час висота рослин коливалася від 7,6 до 8,1 см.

Одночасне надходження інтенсивної сонячної інсоляції на фоні зрошення та застосування агротехнологічних прийомів вирощування свідчить, що досліджувані глибини основного обробітку ґрунту суттєво не вплинули на висоту рослин квасолі звичайної в фазу цвітіння та повної стиглості зерна (табл. 4.4 і 4.5).

Таблиця 4.4

Висота рослин квасолі звичайної у фазу цвітіння залежно від досліджуваних факторів, см

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	28,7	32,3	36,1	40,8	34,5
	N ₄₅ P ₄₅	32,7	36,7	40,0	43,6	38,2
	N ₉₀ P ₉₀	36,1	41,3	44,9	47,8	42,5
<i>Середнє</i>		32,5	36,8	40,3	44,1	38,4
28-30	Без добрив	29,8	32,9	37,2	42,1	35,5
	N ₄₅ P ₄₅	33,6	38,2	40,8	44,9	39,4
	N ₉₀ P ₉₀	37,0	42,4	45,9	48,9	43,5
<i>Середнє</i>		33,5	37,8	41,3	45,3	39,5

НІР₀₅, см в роки досліджень складала: для фактора А – 0,42-0,56; В – 0,51-0,68; С – 0,59-0,78; взаємодії АВ – 0,72-0,96; АС – 0,84-1,11; ВС – 1,02-1,36; комплексної дії АВС – 1,45-1,92.

Експериментальні дослідження дали можливість встановити, що у фазу цвітіння при збільшенні ширини міжряддя та густоти стояння рослин виникає конкуренція між ними у рядках у зв'язку із їх значним збільшенням. Боротьба за основні фактори життя примушує рослини до витягування, що у майбутньому позначається на їх продуктивності. Так, за звичайної рядкової сівби з міжряддям 15 см висота рослин, в середньому по досліді, складала 32,5-33,5 см. Сівба квасолі звичайної з шириною міжряддя 30 см сприяла

збільшенню висоти рослин на 13,0% порівняно з попередніми значеннями. Збільшення ширини міжряддя до 45 см визначило формування рослин квасолі від 36,1 до 45,9 см, а максимальних значень – від 40,8 до 48,9 см – за ширини міжряддя 60 см.

Мінеральні добрива, особливо азотні, є основним будівельним «матеріалом» для нових органів рослин, тому підвищення доз внесення є основною причиною збільшення висоти рослин [236]. Найменші рослини квасолі звичайної були на неудобреному фоні – за рахунок низької природної родючості. За таких умов їх висота коливалась від 28,7 до 42,1 см. Незважаючи на те, що квасоля відноситься до бобових культур, здатних до азотфіксації, внесення $N_{45}P_{45}$ забезпечило зростання висоти рослин на 10,9%. Максимальних показників висота рослини квасолі звичайної досягала за внесення $N_{90}P_{90}$, що склало, в середньому по досліді, від 36,1 до 48,9 см.

Таблиця 4.5

Висота рослин квасолі звичайної у фазу повної стиглості зерна залежно від досліджуваних факторів, см

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				Середнє
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	42,3	46,3	50,5	54,1	48,3
	$N_{45}P_{45}$	46,5	50,3	54,5	58,5	52,5
	$N_{90}P_{90}$	49,9	55,1	59,2	63,1	56,8
Середнє		46,2	50,6	54,7	58,6	52,5
28-30	Без добрив	43,3	47,3	51,8	55,0	49,4
	$N_{45}P_{45}$	48,4	51,8	55,2	59,5	53,7
	$N_{90}P_{90}$	51,6	57,0	60,4	64,6	58,4
Середнє		47,8	52,0	55,8	59,7	53,8

HP_{05} , см в роки досліджень складала: для фактора А – 0,70-1,21; В – 0,85-1,48; С – 0,98-1,71; взаємодії АВ – 1,21-2,09; АС – 1,39-2,42; ВС – 1,71-2,96; комплексної дії АВС – 2,41-4,19.

До фази повної стиглості зерна квасоля звичайна сформувала свій габітус в межах від 42,3 до 64,6 см залежно від різного поєднання

досліджуваних прийомів вирощування культури, але тенденції змін, які проявилися у фазу цвітіння, залишилися. Сівба культури широкорядково з міжряддям 60 см зумовила формування лінійних розмірів в межах від 49,9 до 64,6 см, що було найбільшими показниками. Зменшення ширини міжряддя призводило до аналогічних змін у висоті рослин. Так, за міжряддя 45 см висота рослин зменшилася на 7,1%, коливаючись від 50,5 до 60,4 см. Подальше звуження міжряддя до 30 та 15 см обумовило формування міцних, але короткостеблових рослин. За цих умов їх висота коливалася від 46,3 до 57,0 та від 42,3 до 51,6 см.

Мінеральні добрива протягом вегетації культури впливали на ростові процеси. Максимальних лінійних розмірів вони досягали за внесення найбільшої з досліджуваних доз мінеральних добрив $N_{90}P_{90}$ – від 49,9 до 64,6 см. Внесення вдвічі меншої дози азотно-фосфорних добрив (45 кг/га д.р.) зменшило показники висоти рослин, в середньому по досліді, на 8,5%. Найменшими рослини квасолі звичайної були на ділянках досліді, де мінеральні добрива не вносили – від 42,3 до 55,0 см.

4.3. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів квасолі звичайної в польових дослідіах

Умови накопичення органічної речовини завжди визначаються умовами протікання фотосинтезу, який залежить від багатьох чинників [4, 100, 124].

Утворення листкової маси в будь-якої рослини є головним чинником подальшого формування максимальних показників її продуктивності. Розвиток та накопичення її визначають за одним з головних показників – площі листкової поверхні.

На початкових фазах росту та розвитку квасолі звичайної досліджувані фактори та їх варіанти не вплинули на показники площі листкової поверхні, що підтверджується експериментальними результатами та статистичним

обробіткою цих даних (табл. 4.6). В середньому за роки досліджень площа листкової поверхні у фазу гілкування коливалась від 0,81 до 0,89 тис. м²/га.

Таблиця 4.6

Площа листкової поверхні квасолі звичайної у фазу гілкування залежно від досліджуваних факторів, тис. м²/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	0,87	0,85	0,83	0,81	0,84
	N ₄₅ P ₄₅	0,87	0,86	0,84	0,83	0,85
	N ₉₀ P ₉₀	0,87	0,86	0,86	0,84	0,86
Середнє		0,87	0,86	0,84	0,83	0,85
28-30	Без добрив	0,88	0,86	0,85	0,84	0,86
	N ₄₅ P ₄₅	0,88	0,87	0,84	0,85	0,86
	N ₉₀ P ₉₀	0,89	0,87	0,86	0,85	0,87
Середнє		0,89	0,87	0,85	0,85	0,86

НР₀₅, тис. м²/га в роки досліджень складала: для фактора А – 0,010-0,013; В – 0,013-0,014; С – 0,014-0,016; взаємодії АВ – 0,018-0,020; АС – 0,020-0,023; ВС – 0,025-0,028; комплексної дії АВС – 0,035-0,040.

Під час онтогенезу рослини квасолі звичайної змінювалися не лише лінійно, але й якісно. Так, на час фази утворення бобів площа листкової поверхні мала найбільші свої показники. Досліджуваний прийом вирощування, а саме глибина оранки, не мав істотного впливу згідно проведеного дисперсійного аналізу (табл. 4.7).

Водночас, мінеральні добрива істотно вплинули на розвиток асиміляційного апарату з найвищими значеннями при дозі N₉₀P₉₀, де вони склали від 38,23 до 49,70 тис. м²/га. Зменшення дози внесення мінеральних добрив до N₄₅P₄₅ суттєво позначилося на площі листкової поверхні, яка зменшилася на 7,5%, або коливалась від 36,42 до 45,99 тис. м²/га. На неудобрених варіантах дослідів площа асиміляційного апарату була меншою та коливалась від 33,74 до 41,06 тис. м²/га, що порівняно з попередніми дозами менше на 18,7 та 10,4%, відповідно.

**Площа листової поверхні квасолі звичайної у фазу утворення бобів
залежно від досліджуваних факторів, тис. м²/га**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	39,90	39,01	38,11	33,74	37,69
	N ₄₅ P ₄₅	44,52	43,26	41,95	36,42	41,54
	N ₉₀ P ₉₀	48,37	46,92	45,24	38,23	44,69
<i>Середнє</i>		44,26	43,06	41,77	36,13	41,31
28-30	Без добрив	41,06	40,18	39,10	34,60	38,73
	N ₄₅ P ₄₅	45,99	44,75	43,05	37,54	42,83
	N ₉₀ P ₉₀	49,70	48,61	46,19	39,67	46,04
<i>Середнє</i>		45,58	44,51	42,78	37,27	42,54

НР₀₅, тис. м²/га в роки досліджень складала: для фактора А – 0,70-0,87; В – 0,86-1,06; С – 0,99-1,23; взаємодії АВ – 1,21-1,50; АС – 1,40-1,73; ВС – 1,71-2,12; комплексної дії АВС – 2,42-3,00.

Значні зміни в розвитку фотосинтезуючого апарату рослин квасолі звичайної відбувалися також за досліджуваних схем сівби. За сівби культури звичайним рядковим способом площа листової поверхні була найбільшою і коливалася від 39,90 до 49,70 тис. м²/га. Черезрядний посів культури (з міжряддям 30 см) призвів до зменшення активної дії фотосинтезу листової поверхні на 2,5% за рахунок затінення нижнього ярусу листків. Подальше збільшення ширини міжряддя до 45 та 60 см ще більше вплинуло на продуктивність фотосинтезу за рахунок зменшення кількості активно працюючих листків. За сівби квасолі звичайної з міжряддям 45 см площа листової поверхні складала від 38,11 до 46,19 тис. м²/га, що порівняно з попередніми значеннями менше на 3,6%, але більше на 15,2% - від найбільшої з досліджуваних показників ширини міжряддя. За експериментальними даними за ширини міжряддя 60 см площа листової поверхні коливалася від 33,74 до 39,67 тис. м²/га.

При дозріванні зерна кількість фотосинтезуючих листків значно

зменшується сягаючи нульових значень перед збиранням культури. В наших дослідах площа листкової поверхні квасолі звичайної в фазу повної стиглості зерна мала найменші показники, але вплив досліджуваних прийомів її вирощування простежувався на всіх варіантах, окрім обробітку ґрунту (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

**Площа листкової поверхні квасолі звичайної у фазу повної стиглості
зерна залежно від досліджуваних факторів, тис. м²/га**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	10,08	9,33	8,54	7,86	8,95
	N ₄₅ P ₄₅	12,02	11,03	9,78	8,95	10,44
	N ₉₀ P ₉₀	12,75	11,51	10,53	9,49	11,07
<i>Середнє</i>		11,62	10,62	9,62	8,77	10,16
28-30	Без добрив	10,21	9,32	8,96	8,02	9,12
	N ₄₅ P ₄₅	12,30	11,32	10,13	9,03	10,69
	N ₉₀ P ₉₀	13,10	12,17	10,88	9,65	11,45
<i>Середнє</i>		11,87	10,94	9,99	8,90	10,42

НІР₀₅, тис. м²/га в роки досліджень складала: для фактора А – 0,14-0,22; В – 0,18-0,27; С – 0,20-0,32; взаємодії АВ – 0,25-0,39; АС – 0,29-0,45; ВС – 0,35-0,55; комплексної дії АВС – 0,50-0,78.

До зазначеної фази більша кількість активних листків залишалася на варіантах внесення мінеральних добрив дозою N₉₀P₉₀, що обумовило формування площі листкової поверхні, в середньому по досліді, від 9,49 до 13,10 тис. м²/га, переважаючи вдвічі меншу дозу - на 6,6%. Найменша фотосинтезуюча поверхня була на варіантах досліді, де мінеральні добрива не вносили – від 7,86 до 10,21 тис. м²/га.

Найкращі умови для збереження листкової поверхні до фази стиглості були за сівби квасолі звичайної з міжряддям 15 см. Згідно отриманих експериментальних даних за цих умов площа листкової поверхні коливалась від 10,08 до 13,10 тис. м²/га. Розширення міжряддя до 30 см зменшило площу

асиміляційного апарату на 8,5%. Досліджувані способи сівби з міжряддям 45 та 60 см мали значно менші показники та вони коливалися від 8,54 до 10,88 та від 7,86 до 9,65 тис. м²/га, відповідно.

Інтенсивність фотосинтезу рослини та посіву в цілому процес нерівномірний протягом вегетації. Він залежить від багатьох природних та антропогенних чинників. Визначення фотосинтетичного потенціалу дозволяє більш точно моделювати процес формування продуктивності рослин, а також визначити який з досліджуваних агротехнологічних прийомів вирощування впливає на цей показник [24, 42, 47, 83, 101].

Продуктивність роботи листкового апарату квасолі наглядно видно за показниками фотосинтетичного потенціалу посівів (ФПП), який за фазами росту та розвитку культури суттєво змінювався (табл. 4.9 і 4.10).

Таблиця 4.9

Фотосинтетичний потенціал посівів квасолі звичайної у міжфазний період «гілкування – утворення бобів» залежно від досліджуваних факторів, млн. м²/га за добу

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	0,923	0,902	0,882	0,777	0,871
	N ₄₅ P ₄₅	1,030	0,999	0,970	0,841	0,960
	N ₉₀ P ₉₀	1,117	1,084	1,044	0,883	1,032
<i>Середнє</i>		1,024	0,995	0,965	0,834	0,955
28-30	Без добрив	0,949	0,929	0,904	0,797	0,895
	N ₄₅ P ₄₅	1,064	1,033	0,993	0,866	0,989
	N ₉₀ P ₉₀	1,148	1,122	1,065	0,916	1,063
<i>Середнє</i>		1,053	1,028	0,987	0,860	0,982

Проведення оранки на глибину 20-22 см забезпечило у міжфазний період «гілкування – утворення бобів» формування фотосинтетичного потенціалу посівів квасолі звичайної, в середньому по досліді, 0,955 млн. м²/га за добу. Збільшення оброблюваного шару ґрунту до 28-30 см

підвищило показник лишена 2,8%, що є незначним рівнем.

Мінеральні добрива мали істотний вплив на величину фотосинтетичного потенціалу посівів. У зазначений міжфазний період найменший ФПП був на контрольних варіантах, де мінеральні добрива не вносили, що за обробітками ґрунту складало 0,871 та 0,895 млн. м²/га за добу. Внесення 45 кг/га д.р. азотно-фосфорних добрив збільшило показник до рівня 0,960-0,989 млн. м²/га за добу з максимальними показниками при внесенні N₉₀P₉₀ – 1,032-1,063 млн. м²/га за добу. Порівняно з неудобреними фонами фотосинтетичний потенціал посівів зріс на 18,6%.

Значні зміни фотосинтетичного потенціалу посівів кvasолі звичайної відбулися за різної ширини міжряддя. Відповідно до зміни площі листової поверхні найбільші показники ФПП були за вирощування культури з міжряддям 15 см – 1,024-1,053 млн. м²/га за добу. При збільшенні міжряддя вдвічі показник, навпаки, зменшився на 2,6% - до 0,995-1,028 млн. м²/га за добу. Широкорядкова сівба кvasолі звичайної (з міжряддям 45 см) вплинула на зменшення асиміляційного апарату внаслідок великої конкуренції між рослинами та зменшила показник фотосинтетичного потенціалу посівів до 0,965-0,987 млн. м²/га за добу. Найменші показники фотосинтетичного потенціалу посівів кvasолі були за сівби з міжряддям 60 см, що обумовила формування показника в межах від 0,777 до 0,916 млн. м²/га за добу.

Визначення фотосинтетичного потенціалу посівів кvasолі звичайної у міжфазний період «утворення бобів – повна стиглість» засвідчило її зростання порівняно з попереднім періодом. Це пояснюється максимальним формуванням листової поверхні у ці періоди. Так, за різних досліджуваних глибин обробітку ґрунту показник складав від 1,050 до 1,579 млн. м²/га за добу (табл. 4.10).

Згідно отриманих результатів динаміка змін була аналогічною з попереднім періодом. Суттєві зміни показника фотосинтетичного потенціалу посівів кvasолі відзначалися за різних фонів живлення. Найбільший його показник формувався за внесення N₉₀P₉₀ – 1,403-1,447 млн. м²/га за добу, а

при зменшенні дози добрив у два рази фотосинтетичний потенціал посівів зменшився на 6,8%. Найменші показники ФПП квасолі були на неудобренних варіантах досліду – 1,175-1,206 млн. м²/га за добу.

Таблиця 4.10

Фотосинтетичний потенціал посівів квасолі звичайної у міжфазний період «утворення бобів – повна стиглість» залежно від досліджуваних факторів, млн. м²/га за добу

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	1,258	1,217	1,175	1,050	1,175
	N ₄₅ P ₄₅	1,422	1,366	1,302	1,143	1,308
	N ₉₀ P ₉₀	1,537	1,469	1,403	1,202	1,403
<i>Середнє</i>		1,406	1,351	1,293	1,132	1,295
28-30	Без добрив	1,291	1,247	1,210	1,076	1,206
	N ₄₅ P ₄₅	1,466	1,411	1,339	1,174	1,347
	N ₉₀ P ₉₀	1,579	1,529	1,437	1,241	1,447
<i>Середнє</i>		1,445	1,396	1,328	1,164	1,333

Сівба квасолі широкорядковим способом з міжряддям 45 та 60 см засвідчила неефективність застосування цього прийому. За цих умов показник був найменшим і коливався від 1,293-1,328 до 1,132-1,164 млн. м²/га за добу. На відміну від попередніх значень сівба звичайним рядковим способом з міжряддям 15 см обумовила формування максимальних показників – 1,406-1,445 млн. м²/га за добу, що порівняно з попередніми більше на 8,7 та 24,2%, відповідно. Сівба з міжряддям 30 см дала можливість рослинам квасолі звичайної формувати 1,351-1,396 млн. м²/га за добу, що порівняно з максимальними значеннями менше на 3,8%.

Висновки за розділом 4:

1. Згідно отриманих за час проведення польових досліджень результатів найтриваліший вегетаційний період квасолі звичайної – від сходів до повної стиглості, був в 2016 році – 99 діб із сумою ефективних

температур ($>5^{\circ}\text{C}$) $1435,2^{\circ}\text{C}$.

2. За роки досліджень найвищі рослини квасолі звичайної формувалися на варіантах внесення мінеральних добрив дозою $\text{N}_{90}\text{P}_{90}$ та сівби з шириною міжряддя 60 см у фазу цвітіння – 47,8-48,9 та фазу стиглості – 63,1-64,6 см незалежно від глибини оранки.

3. Протягом вегетації найкращі умови функціонування фотосинтетичного активного листкового апарату були за внесення мінеральних добрив дозою $\text{N}_{90}\text{P}_{90}$ та сівби з шириною міжряддя 15 см, де у фазу утворення бобів формувалася, незалежно від обробітку ґрунту, найбільша площа листкової поверхні – 48,37 та 49,70 тис. $\text{m}^2/\text{га}$.

4. Проведенні експериментальні дослідження засвідчили, що максимальних показників фотосинтетичний потенціал посівів квасолі звичайної формувався у міжфазні періоди «гілкування – утворення бобів» - 1,148 та «утворення бобів – повна стиглість» - 1,579 млн. $\text{m}^2/\text{га}$ за добу за оранки на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив дозою $\text{N}_{90}\text{P}_{90}$ та сівби з міжряддям 15 см.

Основні результати розділу опубліковані у працях [76].

РОЗДІЛ 5

ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН, ЯКІСТЬ ЗЕРНА ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВРОЖАЮ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДАХ

5.1. Формування структурних показників квасолі звичайної залежно від технологічних прийомів вирощування

Формування врожаю будь-якої культури складається з багатьох факторів та елементів. Тому вивчення структурних елементів дає змогу досліднику більш глибоко пізнати природу формування продуктивності та впливу на їх зміну. Основними показниками структури врожаю квасолі звичайної є кількість утворених бобів, зерен і маса 1000 насінин.

Створення глибокого орного шару обумовлювало сприятливі умови формування потужної кореневої системи і, відповідно, надземної. Саме це було передумовою формування за оранки на глибину 28-30 см найбільшої кількості бобів, яке, залежно від варіантів досліду, коливалося від 10,4 до 17,2 шт/рослина. При зменшенні глибини обробітку ґрунту на 8 см суттєвих змін не відбулося – кількість бобів зменшилася лише на 0,2 шт/рослина, що в межах похибки досліду.

Вирощування квасолі звичайної на варіантах досліду без внесення мінеральних добрив забезпечило формування мінімальної кількості бобів на рослині. За цих умов за оранки на глибину 20-22 см їх нараховувалося від 10,3 до 13,9, а при збільшенні глибини до 28-30 см – від 10,4 до 14,1 шт/рослина. Підвищення дози внесення мінеральних добрив до $N_{45}P_{45}$ забезпечило до збільшення кількості бобів, в середньому по досліду на 14,9%. Максимальна кількість бобів формувалася за внесення $N_{90}P_{90}$ – 14,6 шт/рослина або більше від попередньої дози добрив на 5,0%.

Спосіб сівби квасолі звичайної значно вплинув на кількість бобів на рослині. Менш сприятливі умови для формування бобів були за вирощування

культури з шириною міжряддя 60 см, що склало за оранки на глибину 20-22 см, в середньому по досліді, 11,7, а на 28-30 см – 11,8 шт/рослина. Зменшення ширини міжряддя призводило до зміни площі живлення та зменшення кількості рослин в рядку. Так, за ширини міжряддя 45 см кількість бобів збільшилася до 12,6 шт/рослина або на 7,2%. Максимальна кількість бобів формувалася за сівби звичайним рядковим способом з міжряддям 15 см, що склало в середньому за роки досліджень, 16,0 шт/рослина. Розширення міжряддя вдвічі - до 30 см зменшило кількість бобів на рослині квасолі на 17,6%.

Таблиця 5.1

Кількість сформованих бобів на одній рослині квасолі звичайної, шт.

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				Середнє
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	13,9±1,1	12,5±0,8	11,1±0,7	10,3±0,5	12,0±0,8
	N ₄₅ P ₄₅	16,8±0,6	13,7±1,2	12,7±0,7	11,9±1,1	13,8±0,9
	N ₉₀ P ₉₀	17,0±1,1	14,4±1,0	13,7±0,7	12,9±0,7	14,5±0,9
Середнє		15,9±0,9	13,5±1,0	12,5±0,7	11,7±0,8	13,4±0,9
28-30	Без добрив	14,1±1,1	12,7±0,8	11,3±0,6	10,4±0,4	12,1±0,7
	N ₄₅ P ₄₅	16,9±0,6	13,9±1,2	12,9±0,8	12,1±1,1	14,0±0,9
	N ₉₀ P ₉₀	17,2±1,1	14,6±1,0	13,9±0,7	13,0±0,7	14,7±0,9
Середнє		16,1±0,9	13,7±1,0	12,7±0,7	11,8±0,7	13,6±0,8

HP₀₅, шт/рослина в роки досліджень складала: для фактора А – 0,26-0,42; В – 0,31-0,51; С - 0,36-0,59; взаємодії АВ – 0,44-0,73; АС – 0,51-0,84; ВС – 0,63-1,03; комплексної дії АВС – 0,89-1,46.

Важливим показником, що впливає на рівень врожаю є кількість зерен, яка формується на рослині. Так, згідно проведеним експериментальним дослідженням найбільша їх кількість була у варіантах полицевої оранки на глибину 28-30 см. Водночас, відповідно до проведеного статистичного обробітку, приріст від збільшення глибини розпушування знаходився в межах похибки та складав відповідно – 59,4 та 61,0 шт/рослина.

Досліджувані дози мінеральних добрив по-різному вплинули на

формування зерен на рослинах. Найменша їх кількість була на контрольних варіантах, де мінеральні добрива не вносили – 52,8-54,0 шт/рослина. Підвищення дози внесення добрив до N₄₅P₄₅ покращило умови росту та розвитку рослин кvasолі, сприяло зростанню кількості сформованих на рослині бобів на 17,3%. Подальше збільшення кількості внесених мінеральних добрив не мало суттєвого ефекту. Так, внесення N₉₀P₉₀ збільшило кількість зерен порівняно з попередньою дозою лише на 3,1%.

Таблиця 5.2

Кількість сформованих зерен на одній рослині кvasолі звичайної, шт.

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				Середнє
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	56,5±1,9	55,9±2,3	52,8±1,8	46,0±1,3	52,8±1,8
	N ₄₅ P ₄₅	67,6±2,8	65,2±2,1	61,1±1,4	52,4±1,3	61,6±1,9
	N ₉₀ P ₉₀	70,3±3,7	66,6±2,9	63,3±2,0	55,1±1,8	63,8±2,6
Середнє		64,8±2,8	62,6±2,4	59,1±1,7	51,2±1,5	59,4±2,1
28-30	Без добрив	56,9±2,9	56,3±2,1	53,2±1,7	49,5±1,5	54,0±2,1
	N ₄₅ P ₄₅	69,6±2,3	66,7±2,1	62,0±2,2	56,5±1,5	63,7±2,0
	N ₉₀ P ₉₀	71,7±4,2	68,1±1,6	64,1±1,4	57,6±1,6	65,4±2,2
Середнє		66,1±3,1	63,7±1,9	59,8±1,8	54,5±1,5	61,0±2,1

НІР₀₅, шт/рослина в роки досліджень складала: для фактора А – 0,83-0,99; В – 1,02-1,21; С – 1,17-1,40; взаємодії АВ – 1,44-1,71; АС – 1,66-1,98; ВС – 2,03-2,43; комплексної дії АВС – 2,87-3,43.

Збільшення ширини міжряддя за незмінної норми висіву призводило до значного збільшення рослин у рядку і, відповідно, погіршувало умови формування репродуктивних органів у рослини кvasолі звичайної. За ширини міжряддя 15 см кількість зерен коливалася незалежно від інших досліджуваних факторів від 56,5 до 71,7 шт/рослина. Збільшення відстані між рядками вдвічі, до 30 см, зменшило кількість зерен на рослині на 3,6%. Сівба кvasолі звичайної з міжряддям 45 см забезпечила формування від 52,8 до 64,1 шт. зерен на рослині, що порівняно із звичайним рядковим менше на 10,1%. Найменша кількість зерен на рослині формувала за найбільшої, з

досліджуваних, ширини міжряддя – 60 см. За цих умов кількість зерен на рослині коливалася від 46,0 до 57,6 штук.

Формування ціни багатьох сільськогосподарських продуктів формується залежно від їх кількості та попиту. Квасоля Прето мало поширена в раціоні людини культура з масою 1000 насінин меншою 200 г. Проведені дослідження з квасолею звичайною засвідчили, що маса її 1000 насінин не перевищувала позначку в 200 г та коливалася від 113 до 126 г (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Маса 1000 насінин квасолі звичайної залежно від досліджуваних елементів технології вирощування, г

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	119±1,9	117±1,4	114±2,6	113±1,9	116±1,9
	N ₄₅ P ₄₅	122±1,8	120±1,4	117±2,8	115±1,8	118±2,0
	N ₉₀ P ₉₀	125±2,1	122±1,5	119±2,3	118±2,1	121±2,0
Середнє		122±1,9	120±1,4	116±2,6	115±1,9	118±2,0
28-30	Без добрив	120±2,1	117±1,9	116±1,4	113±1,3	117±1,7
	N ₄₅ P ₄₅	122±2,0	120±1,7	120±1,6	116±1,9	120±1,8
	N ₉₀ P ₉₀	126±2,8	123±1,8	122±2,3	119±1,7	122±2,1
Середнє		123±2,3	120±1,8	119±1,8	116±1,6	119±1,9

НІР₀₅, г в роки досліджень складала: для фактора А – 0,40-0,75; В – 0,49-0,91; С – 0,56-1,05; взаємодії АВ – 0,69-1,29; АС – 0,80-1,49; ВС – 0,97-1,83; комплексної дії АВС – 1,38-2,58.

Як зазначалося раніше, суттєвих змін між показниками за різних глибин обробітку ґрунту не простежувалося, а подекуди були в межах похибки досліду. В середньому по досліду, маса 1000 насінин квасолі звичайної за оранки на глибину 20-22 см складала 118 г, а на 28-30 см – більше на 0,8%.

Формування найкращого поживного режиму будь-якої рослини обумовлює збільшення не тільки загальної величини врожаю, а й маси

насіння. На ділянках досліду, де мінеральні добрива не вносили, маса 1000 насінин коливалася від 113 до 120 г. Внесення $N_{45}P_{45}$ сприяло збільшенню показника на 2,1%. Максимальна маса 1000 насінин була за внесення азотно-фосфорних добрив дозою 90 кг/га д.р. – 118-126 г.

Зменшення ширини міжряддя з 60 до 15 см при незмінній нормі висіву зумовлювало покращення умов росту та розвитку квасолі звичайної і, відповідно, збільшення маси 1000 насінин. Так, за ширини міжряддя 60 см показник коливався за різними глибинами обробітку ґрунту від 113 до 119 г. Зменшення відстані між рядками до 45 см та збільшення між росинами в рядку призвело до формування 1000 насінин більшими від попереднього значення на 1,7%. Сівба квасолі звичайної звичайним рядовим способом забезпечила найкращі умови формування найбільшої маси 1000 насінин. За даного агротехнологічного заходу показник коливався від 119 до 126 г, тоді як розширення міжряддя вдвічі (до 30 см) знизило показник на 2,1%.

5.2. Вплив агротехнологічних прийомів вирощування на врожайність зерна квасолі звичайної

Досліджувані елементи технології вирощування квасолі звичайної при зрошенні з Інгулецької зрошуваної системи, води якої відносяться до II класу якості (обмежено придатні), виявили істотний вплив на продуктивність культури. В середньому за 2014-2016 рр. досліджень, врожайність зерна коливалася від 1,47 до 3,37 т/га (табл. 5.4).

При детальній оцінці впливу досліджуваних елементів вирощування квасолі, слід особливу увагу приділити обробітку ґрунту. Попередні дослідження з технології вирощування культури майже завжди пропонують глибокий обробіток ґрунту. Водночас, протягом останнього десятиріччя, провідні вчені та виробничники, навпаки, переходять на поверхневий та мілкий обробіток, або взагалі відмовляються від нього застосовуючи нульову технологію (no-till). Кожний із зазначених способів обробітку має свої

переваги та недоліки. В ґрунтово-кліматичних умовах проведення досліджень застосування поверхневого та мілкого обробітку є неефективними тому, що ґрунти є середньозасоленими, поливні води II класу якості та недосконала система хімічного захисту квасолі від бур'янів. Зважаючи на вищезгадане полицевий обробіток є більш доцільний.

Згідно нашим даним, проведення оранки на глибину 28-30 см забезпечило кращі умови для росту й розвитку рослин квасолі, що позначилося на рівні її врожаю (табл. 5.4 і 5.5).

Таблиця 5.4

Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, т/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				Середнє
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	1,47	1,82	2,51	2,01	1,95
	N ₄₅ P ₄₅	1,88	2,29	3,09	2,51	2,44
	N ₉₀ P ₉₀	2,01	2,41	3,30	2,62	2,59
Середнє		1,79	2,17	2,97	2,38	2,33
28-30	Без добрив	1,49	1,86	2,58	2,06	2,00
	N ₄₅ P ₄₅	1,91	2,34	3,17	2,58	2,50
	N ₉₀ P ₉₀	2,04	2,46	3,37	2,67	2,64
Середнє		1,81	2,22	3,04	2,44	2,38

НІР₀₅, т/га в роки досліджень складала: для фактора А – 0,04-0,05; В – 0,05-0,06; С - 0,05-0,07; взаємодії АС – 0,08-0,09; АВ – 0,07-0,08; ВС – 0,09-0,11; комплексної дії АВС – 0,13-0,16.

В середньому за роки досліджень, виконання цього обробітку забезпечило приріст врожаю від 0,02 до 0,08 т/га порівняно з оранкою на глибину 20-22 см. Але ці показники згідно проведеного дисперсійного аналізу знаходяться в межах похибки досліду (НІР₀₅ за роками досліджень складала для фактора А – 0,04-0,05 т/га). У цьому випадку поглиблення обробітку ґрунту є малоефективним і недоцільним, тому у виробництві краще застосовувати обробіток на глибину 20-22 см. Додатковим

підтвердженням ефективності оранки на глибину 20-22 см є дольова участь фактора в формуванні врожаю, яка за роками досліджень склала 0,18-0,29%.

Таблиця 5.5

Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від поглиблення основного обробітку ґрунту, т/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)			
	15	30	45	60
Без добрив	0,02	0,05	0,07	0,05
N ₄₅ P ₄₅	0,03	0,05	0,08	0,07
N ₉₀ P ₉₀	0,03	0,05	0,07	0,05

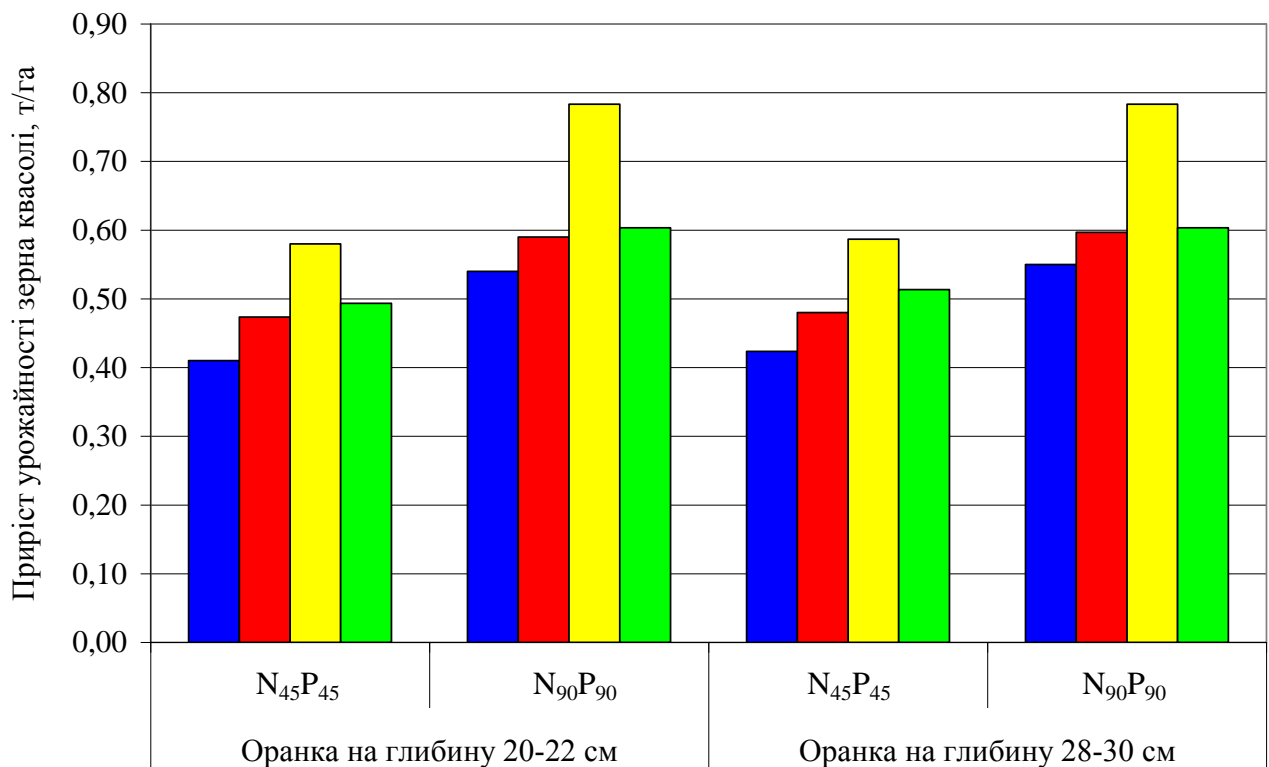
Примітка. Контроль - оранка на глибину 20-22 см

В умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва найбільший вплив на врожайність будь-якої культури мають органічні та мінеральні добрива. Внесення органічних добрив на даний час в Україні дуже обмежене у зв'язку з занепадом галузі тваринництва і відсутністю достатньої кількості тварин. Тому єдиним виходом для товаровиробників є застосування мінеральних добрив, використання післяжнивних решток тощо. Проведені нами дослідження свідчать про високу ефективність добрив на посівах квасолі звичайної. Вона є бобовою культурою, яка здатна задовольняти свої потреби в азоті за рахунок азотфіксації, водночас за цих умов рівень продуктивності рослин різко знижується. Це пояснюється дуже високими вимогами до рівня продуктивності товаровиробниками, високою інтенсифікацією виробництва, а також багаточисленними негативними чинниками природного та людського факторів (засолення ґрунту, низька якість поливної води, застаріла техніка, порушення сівозмін і агротехніки, низька свідомість спеціалістів тощо).

Статистичний аналіз експериментальних даних свідчить, що дольова участь мінеральних добрив у формуванні врожаю за роки досліджень складала 14,6-39,8%.

Оранка на глибину 20-22 см на варіантах без добрив забезпечила, в

середньому за роки досліджень, урожайність зерна - 1,95 т/га (табл. 5.4, рис. 5.1). Внесення азотно-фосфорних добрив дозою 45 кг/га діючої речовини забезпечило зростання врожаю зерна квасолі звичайної на 0,41-0,78 т/га. Збільшення дози внесення мінеральних добрив в два рази не забезпечило аналогічного рівня зростання приросту врожаю зерна. За цих умов приріст порівняно з неудобреними варіантами склав 0,54-0,78 т/га, а порівняно з попереднім варіантом - лише 6,1%.



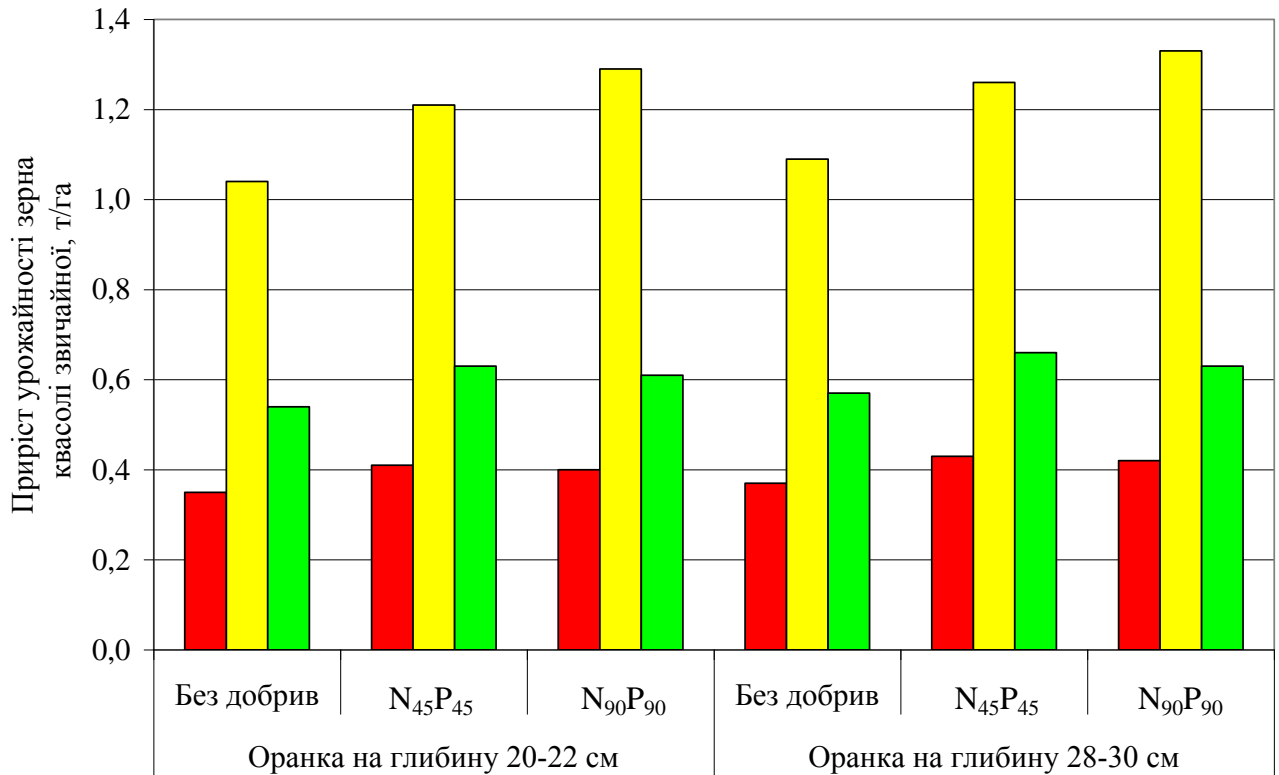
Примітки: ширина міжряддя - ■ 15 см; ■ 30 см; ■ 45 см; ■ 60 см.

Рис. 5.1. Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від фону живлення (контроль варіант без внесення мінеральних добрив), т/га (середнє за 2014-2016 рр.)

За оранки на глибину 28-30 см динаміка зміни врожаю була аналогічною з оранкою на 20-22 см. Найвища продуктивність рослин квасолі звичайної формувалася за внесення N₉₀P₉₀, яка склала, в середньому, 2,64 т/га. Зменшення дози добрив призвело до зниження приросту врожайності, який склав 0,42-0,59 т/га порівняно з контрольними варіантами (без добрив). Найменший рівень врожаю формувався на ділянках, де мінеральні добрива не

вносили, і коливався від 1,49 до 2,58 т/га.

Найбільший вплив на величину врожаю зерна квасолі звичайної з досліджуваних елементів технології вирощування мала ширина міжряддя, її дольова участь складала за роки досліджень 59,1-83,1% (табл. 5.1, рис. 5.2). Проведений дисперсійний аналіз засвідчив істотність отриманого приросту врожаю зерна залежно від досліджуваних факторів.



Примітки: ширина міжряддя - ■ - 30 см; ■ - 45 см; ■ - 60 см.

Рис. 5.2. Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від збільшення ширини міжряддя (контроль ширина міжряддя 15 см), т/га (середнє за 2014-2016 рр.)

Аналіз багаторічних даних свідчить, що найбільша продуктивність рослин квасолі звичайної була за ширини міжряддя 45 см. Починаючи з ширини міжряддя 15 до 45 см урожайність культури зростала, в середньому, від 1,79 до 2,97 т/га за оранки на глибину 20-22 см та з 1,81 до 3,04 – за глибини обробітку на 28-30 см. Подальше збільшення ширини міжряддя до 60 см призвело до значного зменшення врожаю культури.

Детальний аналіз отриманих нами результатів свідчить, що збільшення

відстані між рядками та одночасне зменшення відстані між рослинами в рядку призвело до конкуренції їх за основні фактори життя. Приріст урожайності зерна кvasолі звичайної за ширини міжряддя 30 см порівняно з звичайним рядковим способом сівби коливався від 0,35 до 0,43 т/га. За ширини міжряддя 45 см приріст урожайності зерна культури збільшився порівняно з шириною 15 см до 1,04-1,33 т/га, а порівняно з міжряддям 30 см - приріст зріс майже у 3 рази. Сівба кvasолі з шириною міжряддя 60 см негативно позначилася на рівні врожаю культури. За цих умов приріст урожайності коливався від 0,54 до 0,66 т/га, що порівняно з міжряддям 45 см було меншим у 2 рази.

5.3. Вміст у зерні та умовний вихід білка з урожаєм кvasолі звичайної залежно від досліджуваних прийомів вирощування

Бобові культури єдині культури які можуть забезпечити безперервне постачання на продовольчий ринок дефіцитного білка, який за своїм амінокислотним складом подібний до тваринного [91, 171]. Але навіть така заміна не задовольняє потреби людства. Товаровиробники, які націлені на інтенсивні технології, прагнуть створити більшу кількість продукту, а на показники якості майже не звертають уваги. Тому вивчення оптимального поєднання технологічних прийомів вирощування культури, які забезпечать формування високого врожаю й якості є актуальним і своєчасним.

Основною цінністю бобових культур є наявність в зерні великої кількості білка, саме це формує цінність продукту за смаковими, технологічними та економічними показниками. В зерні кvasолі вміст білка коливається в широких межах і насамперед залежить від генетики сорту, природно-кліматичних і технологічних умов вирощування. Проведені нами дослідження свідчать, що поставлені на вивчення питання суттєво вплинули на накопичення білка в зерні кvasолі. Так вміст білка в зерні кvasолі коливалася від 17,87 до 23,38% залежно від факторів та їх поєднання в

дослідах (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Вміст білка в зерні квасолі звичайної за різної глибини оранки, доз мінеральних добрив та ширини міжряддя, %

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	19,74	19,44	18,66	17,87	18,93
	N ₄₅ P ₄₅	21,81	21,32	20,35	19,72	20,80
	N ₉₀ P ₉₀	23,24	22,54	21,98	21,03	22,20
<i>Середнє</i>		21,59	21,10	20,33	19,54	20,64
28-30	Без добрив	19,81	19,94	18,85	17,92	19,13
	N ₄₅ P ₄₅	22,15	21,46	20,47	19,78	20,96
	N ₉₀ P ₉₀	23,38	22,69	22,09	21,32	22,37
<i>Середнє</i>		21,78	21,36	20,47	19,67	20,82

НІР₀₅, % в роки досліджень складала: для фактора А – 0,16-0,19; В – 0,22-0,27; С - 0,19-0,23; взаємодії АВ – 0,31-0,38; АС – 0,27-0,33; ВС – 0,38-0,47; комплексної дії АВС – 0,54-0,66.

Більш детальний розгляд кожного досліджуваного фактора дає можливість стверджувати, що найменший вплив на кількість накопиченого білка в зерні має обробіток ґрунту. Оранка на глибину 20-22 см забезпечила вміст білка в зерні квасолі звичайної від 17,87 до 23,24%. Збільшення глибини оброблюваного шару ґрунту до 28-30 см підвищило показник, в середньому по досліді, на 0,9 відсоткових пункти, що в абсолютних показниках склало 20,82%. Дисперсійний аналіз отриманих даних засвідчив, що збільшення вмісту білка в зерні від глибини обробітку був у межах похибки, тому вважати його достовірним не можна.

Найбільш суттєвим впливом на вміст білка в зерні квасолі мали мінеральні добрива. Згідно отриманих експериментальних даних на неудобрених варіантах вміст білка складав, в середньому по досліді, за оранки на глибину 20-22 см – 18,93, а 28-30 см – 19,13%. Внесення N₄₅P₄₅ збільшило вміст білка в зерні квасолі на 9,7 відсоткових пункти,

коливаючись по досліді від 19,72 до 22,15%. На фоні дози добрив $N_{90}P_{90}$ в зерні кvasолі створювалися сприятливі умови для накопичення білка. За цих умов його вміст в зерні був найбільшим і коливався від 21,03 до 23,38%, що на 6,8 відсоткових пункти перевищує попередньою дозу та на 17,1 – неудобрений фон.

Зміна площі живлення рослин шляхом збільшення ширини міжряддя призводила до погіршення умов росту та розвитку кvasолі, що позначилося на кількості накопиченого в зерні білка. Найбільша його кількість була за сівби звичайним рядковим способом з міжряддям 15 см, що складало від 19,74 до 23,38%. Розширення міжряддя вдвічі - до 30 см зменшило вміст білка в зерні кvasолі, в середньому по досліді, на 2,2 відсоткових пункти. Подальше зменшення відстані між насінинами в ряду шляхом збільшення ширини міжряддя до 45 см обумовило погіршення умов росту та розвитку рослин і вплинуло на зменшення вмісту білка в зерні до 18,66-22,09%, що порівняно з попереднім показником менше на 4,1 відсоткових пунктів. Найгірші умови для накопичення білка в зерні були за сівби кvasолі з шириною міжряддя 60 см. За цих умов вміст білка складав, в середньому по досліді, 19,61%, що менше від ширини міжряддя 15 см на 10,6, а попереднього – на 4,0 відсоткових пункти.

Про продуктивність посівів кvasолі свідчить загальний збір білка з площі. Він свідчить про ефективність пропонованих технологічних прийомів вирощування кvasолі поєднавши продуктивність культури та якість продукції.

На відміну від показників вмісту білка в зерні умовний збір має дещо іншу динаміку змін. Із досліджуваних глибин оранки перевага була за глибокою оранкою на глибину 28-30 см, що забезпечило збирання з гектару посіву 427 кг білка. Зменшення глибини обробітку до 20-22 см привело до зменшення умовного збору білка на 3,1% (табл. 5.7).

Поліпшення поживного режиму рослин кvasолі звичайної призвело до збільшення умовного загального збору білка. Найбільший збір був на

варіантах внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$, що за оранки на 20-22 см, в середньому по досліді, склав 491, а на 28-30 см – 505 кг/га. Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ зменшило збір білка, в середньому за роки досліджень, на 12,8%, коливаючись від 353 до 438 кг/га. Найменший умовний загальний збір білка був на неудообрених варіантах – від 250 до 318 кг/га, що порівняно з попередньою дозою менше на 36,9%.

Таблиця 5.7

**Умовний загальний збір білка за вирощування квасолі звичайної
залежно від досліджуваних факторів, кг/га**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	250	304	403	309	317
	$N_{45}P_{45}$	353	420	541	425	435
	$N_{90}P_{90}$	402	466	623	473	491
<i>Середнє</i>		335	397	523	403	414
28-30	Без добрив	254	319	419	318	328
	$N_{45}P_{45}$	364	432	558	438	448
	$N_{90}P_{90}$	410	480	640	489	505
<i>Середнє</i>		343	411	539	415	427

NP_{05} , кг/га в роки досліджень складала: для фактора А – 3,84-4,61; В – 5,43-6,52; С – 4,71-5,65; взаємодії АВ – 7,69-9,22; АС – 6,66-7,99; ВС – 9,41-11,29; комплексної дії АВС – 13,31-15,97.

Найкращі умови для максимального умовного збору білка з площі забезпечувала сівба насіння квасолі звичайної з шириною міжряддя 45 см. За цих умов умовний збір білка, в середньому по досліді, склав 531 кг/га. Зменшення та збільшення від цього параметра ширини міжряддя зменшувало аналізуємий показник. Так, за ширини міжряддя 60 і 30 см умовний загальний збір білка був майже однаковий, складаючи 409 та 404 кг/га, відповідно. Порівнюючи дані показники з попередньою шириною міжряддя зниження склало 29,8 і 31,4% відповідно. Найменший збір білка було отримано на варіантах досліді, де квасоллю висівали звичайним рядовим

способом з шириною міжряддя 15 см, що складало, в середньому по досліді, 339 кг/га.

5.4. Статистичний взаємозв'язок врожаю зерна квасолі звичайної із технологічними прийомами її вирощування

Сучасний світ вимагає від усіх сфер діяльності інформатизації та автоматизації виробничого процесу. Це твердження стосується і сільськогосподарського. Визначення впливу елементів технології, умов вирощування, ступеня механізації та т.п. дає змогу товаровиробникам оцінити кожен свою дію та її вплив на кінцевий результат [48].

Кореляційно-регресійний аналіз - це метод вивчення статистичного взаємозв'язку між однією залежною змінною від однієї або декількох незалежних кількісних змінних і дає оцінку тісноти зв'язку між кількісними змінними. Залежна змінна в регресійному аналізі називається результуючою, а змінні фактори - предикторами або пояснюючими змінні. Взаємозв'язок між середнім значенням результуючої змінної і середніми значеннями предикторів виражається у вигляді рівняння регресії. Рівняння регресії - математична функція, яка підбирається на основі вихідних статистичних даних залежної і пояснює змінні. Найчастіше використовується лінійна функція. У цьому випадку говорять про лінійний регресійний аналіз [43, 80].

Основні ідеї теорії кореляції вперше висунув англійський учений Ф. Гальтон наприкінці 70-х XIX ст. Досліджуючи закономірності спадковості, він виявив, що кількісні ознаки батьків у дітей пом'якшувалися, «повертали» до середніх величин за сукупністю. Такий зв'язок учений назвав «регресією». Цей термін закріпився за рівнянням, яке дає змогу за величиною однієї кореляційно пов'язаної ознаки розраховувати середні величини іншої. Розвинув теорію кореляції учень Гальтона К. Пірсон, який використовував коефіцієнт кореляції як вимірник тісноти зв'язку. Він розробив методи аналізу взаємозв'язку двох змінних, теорію часткових і чистих коефіцієнтів

кореляції, теорію багатофакторної кореляції [34, 43, 81, 162].

Міру впливу факторів на варіацію результативної ознаки характеризує коефіцієнт кореляції. Його числове значення коливається від «-1» до «+1». Чим ближче абсолютне значення коефіцієнта до одиниці, тим зв'язок між ознаками тісніший, і навпаки. Знак при коефіцієнті кореляції вказує на напрям зв'язку: «+» - прямий (із зростанням значення факторної ознаки зростає значення результативної); «-» - зворотній (із зростанням факторної ознаки значення результативної зменшується) [81, 125, 126, 137].

Проведені кореляційно-регресійні аналізи даних урожаю зерна квасолі звичайної з досліджуваними факторами (X_1 - глибина оранки; X_2 - доза мінеральних добрив; X_3 – ширина міжряддя) свідчать про прямий напрям зв'язку. Тобто, при номінальному збільшенні або зменшенні одиниці визначального елемента технології вирощування культури аналогічно змінюється результуючий показник (величина врожаю культури) (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Результати кореляційного і регресійного аналізів даних урожаю зерна квасолі звичайної (середнє за 2014-2016 рр.)

До якого X_i відносяться дані	R – множинний і r_i – парні коефіцієнти кореляції	D – загальний і d_i – часткові коефіцієнти детермінації	b_0 і b_i – коефіцієнти регресії	t – критерій	
				фактичний	0,05
X_1	0,0481	0,0023	0,0065	0,5771	2,01
X_2	0,4777	0,2282	0,0035	5,7266	
X_3	0,5444	0,2964	0,0175	6,5272	
X_1X_2	0,4801	0,2305	1,8741		
X_1X_3	0,5466	0,2987	1,5330		
X_2X_3	0,7243	0,5246	1,3800		
$X_1X_2X_3$	0,7259	0,5269	1,2173		

Примітки: X_1 - глибина оранки, см; X_2 - доза мінеральних добрив, кг/га діючої речовини; X_3 – ширина міжряддя, см.

Аналіз сили зв'язку глибини оранки ґрунту (X_1) з урожаєм зерна квасолі звичайної свідчить, що він слабкий (0,0481). Інші досліджувані фактори та їх поєднання були більш значними. Сила зв'язку дози

мінеральних добрив (X_2) і густоти рослин (X_3) - середня та складала 0,4777 та 0,5444, відповідно. Парне поєднання факторів також засвідчило про середню силу зв'язку наступних елементів технології X_1X_2 (глибина оранки ґрунту та доза мінеральних добрив) та X_1X_3 (глибина оранки ґрунту та ширина міжряддя) – 0,4801 та 0,5466. На відміну від раніше описаних факторів та їх парного зв'язку комплексне поєднання дози мінеральних добрив (X_2) та ширини міжряддя (X_3) свідчить про сильний взаємозв'язок (0,7243) з урожаєм зерна кvasолі звичайної. Множинний коефіцієнт кореляції ($X_1X_2X_3$) свідчить про сильний взаємозв'язок (0,7259) предикторів з продуктивністю рослин кvasолі звичайної.

Розраховані коефіцієнти регресії свідчать, що збільшення глибини оранки на 1 см веде до збільшення врожайності зерна кvasолі звичайної на 6,5 кг/га; підвищення дози мінеральних добрив на 1 кг/га за діючою речовиною веде до збільшення врожайності культури на 3,5 кг/га, а збільшення ширини міжряддя на 1 см - до зростання врожайності на 17,5 кг/га.

Якщо врожай культури представити у вигляді залежної перемінної (Y) від факторів моделі (X), то рівняння лінійної множинної регресії можна представити формулою:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n, \quad (5.1)$$

де: Y – залежна перемінна;

b_0 – вільний член моделі;

b_i – коефіцієнти моделі;

X_i – фактори моделі.

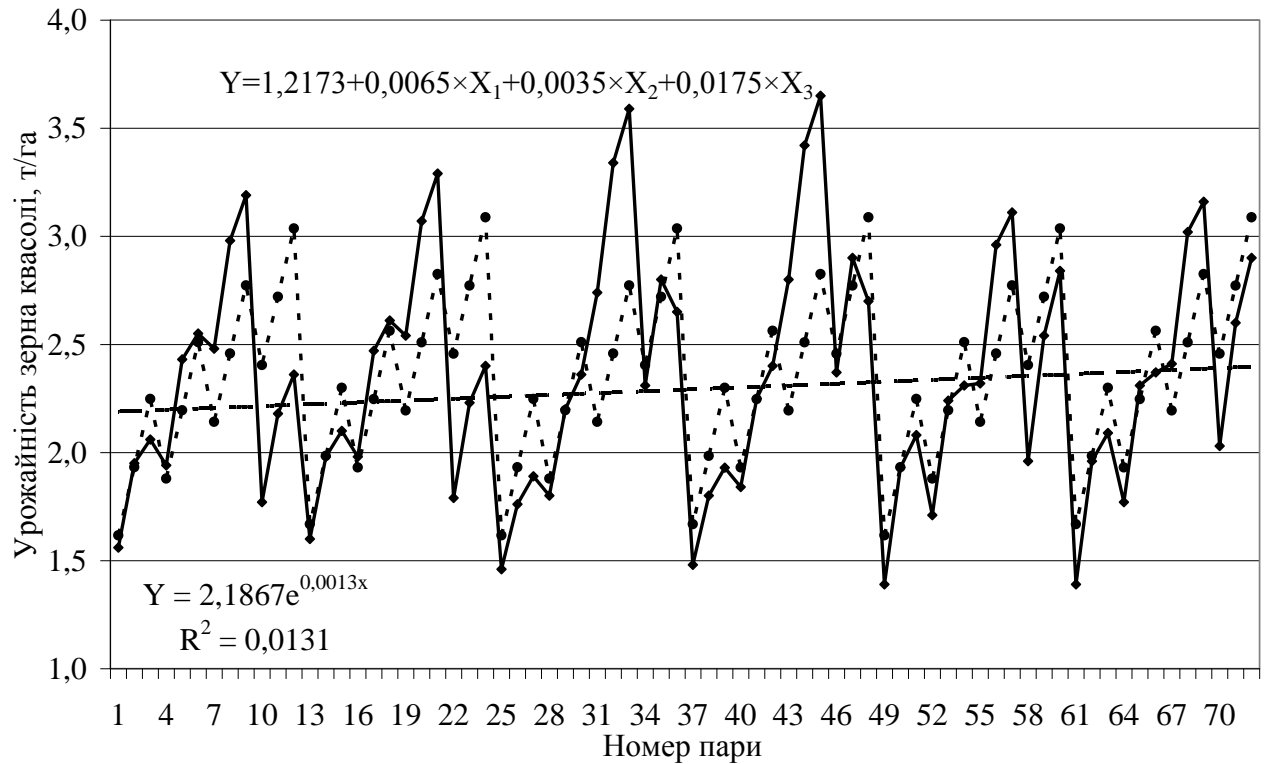
Коефіцієнти моделі b_i показують ступінь середньої зміни залежної перемінної Y при умові зміни фактора X_i на одиницю, якщо інші фактори, включені в модель, залишаються постійними.

Згідно розрахованих коефіцієнтів регресії та вільного члена була складена математична модель урожаю зерна кvasолі звичайної в зрошуваних

умовах:

$$Y=1,2173+0,0065 \times X_1+0,0035 \times X_2-0,0175 \times X_3.$$

Формули підтверджують отримані у дослідях експериментальні дані врожаю зерна квасолі звичайної при зрошенні, про що свідчить близька збіжність кривих експериментальних і розрахункових величин (рис. 5.3).



Примітки: ————— Експериментальний Y; ---●---- Розрахований Y.

Рис. 5.3. Експериментальні та розрахункові рівні врожаю зерна квасолі звичайної при зрошенні

Графік вказує на високу достовірність і точність розробленої лінійної регресійної моделі врожайності зерна квасолі звичайної. Втім, лінійна модель недостатньо точно відображає закономірності перебігу природних процесів, які є нелінійними. Отже, більш доцільним є використання експоненційної моделі врожайності, що описується наступним рівнянням:

$$Y = 2,1867e^{0,0013X} \quad (R^2 = 0,0131),$$

де: e - основа натурального логарифма;

X - незалежна (факторна) змінна.

Висновки за розділом 5:

1. Експериментальні дослідження свідчать, що найбільша кількість бобів - 17,0-17,2 та зерен - 70,3-71,7 шт/рослина формувалися за внесення $N_{90}P_{90}$ та сівби з шириною міжряддя 15 см. Суттєвої різниці між глибиною основного обробітку ґрунту не виявлено, тому оптимальною є оранка на 20-22 см.

2. Найкращі умови для формування найбільших за масою 1000 насінин квасолі звичайної - 125-126 г також були за внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 15 см незалежно від глибини проведення основного обробітку ґрунту.

3. Проведені дослідження протягом 2014-2016 рр. з квасолею звичайною при зрошенні поливною водою II класу якості (Інгулецький зрошуваний масив) свідчать, що найвища продуктивність рослин - 3,37 т/га формувалася за оранки на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 45 см. Враховуючи проведений дисперсійний аналіз даних вважаємо найбільш доцільним для впровадження у виробництво наступні елементи агротехнологічного комплексу вирощування культури, який включатиме оранку на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{45}$ та сівбу з міжряддям 45 см. Ці технологічні елементи забезпечать отримання врожайності зерна квасолі на рівні 3,09 т/га.

4. Згідно отриманих експериментальних даних та проведеного статистичного аналізу найбільший вміст білка в зерні квасолі звичайної - 23,24% був за оранки на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 15 см. Умовний загальний збір білка мав максимальні показники - 640 кг/га на варіантах оранки на глибину 28-30 см, внесення добрив дозою $N_{45}P_{45}$ та ширини міжряддя 45 см.

5. Розраховані математичні моделі отримання врожаю зерна квасолі звичайної за допомогою кореляційного та регресійного аналізів залежно від глибини оранки, дози добрив та ширини міжряддя при зрошенні свідчать про

високу достовірність та практичну їх цінність. Застосування складених рівнянь на виробництві, в умовах наближених до умов проведення досліджень, дозволяє з високою точністю моделювати розвиток результуючого фактора (рівень урожаю) залежно від зміни досліджуваного елемента технології вирощування культури.

Основні результати розділу опубліковані у працях [75, 77, 150-153, 155, 156, 235].

РОЗДІЛ 6

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ ТА ЕКОНОМІЧНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ КВАСОЛЕЮ ЗВИЧАЙНОЮ В ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДАХ

6.1. Сумарне водоспоживання квасолі звичайної та його складові елементи залежно від досліджуваних факторів

Уся світова спільнота останнє десятиріччя зосереджує увагу усіх людей планети до заощадливого використання природних ресурсів, що обумовлено їх обмеженістю. Особливо гостро стоїть це питання з прісною водою, яка використовується для життя людей та рослин. Саме тому розробка ресурсоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур по відношенню до вологи є особливо актуальною в умовах Південного Степу України.

Сумарне водоспоживання є одним з показників, який свідчить про сумарні витрати полем на отримання запланованого рівня врожаю культури. В середньому за роки досліджень, сумарні витрати води полем квасолі звичайної коливалися від 3147 до 3710 м³/га (табл. 6.1 і 6.2). Формування високого врожаю культури завжди вимагає споживання більшої кількості вологи, а її накопичення обумовлюється формуванням створеного глибокого орного шару. В наших дослідженнях таке відбувалося за оранки на глибину 28-30 см, де сумарне водоспоживання коливалося від 3243 до 3710 м³/га. Цей прийом обробітку ґрунту складав у структурі від 28,1 до 37,2% (ґрунтова волога). Обробіток ґрунту на глибину 20-22 см зумовив менше накопичення ґрунтової вологи – 25,9-35,1%, у абсолютних показниках це склало 3147-3590 м³/га. За іншими складовими елементами сумарного водоспоживання простежувалася зворотна динаміка. Так, за оранки на глибину 20-22 см корисні опади в структурі водоспоживання квасолі звичайної складали від 29,6 до 33,8%, а зрошувальна норма – від 35,3 до 40,3%. Збільшення

оброблюваного шару ґрунту до 28-30 см зменшило відсоток зазначених вище показників до 28,7-32,8 та 34,1-39,1%, відповідно.

Таблиця 6.1

**Сумарне водоспоживання квасолі звичайної та його складові елементи
залежно від досліджуваних факторів**

Середнє за 2014-2016 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см	Сумарне водоспоживання			
			загальне, м ³ /га	в тому числі, %		
				ґрунтова волога	корисні опади	зрошувальна норма
20-22	Без добрив	15	3147	25,9	33,8	40,3
	N ₄₅ P ₄₅		3212	27,4	33,1	39,4
	N ₉₀ P ₉₀		3270	28,7	32,5	38,7
	Без добрив	30	3218	27,6	33,1	39,4
	N ₄₅ P ₄₅		3309	29,6	32,2	38,3
	N ₉₀ P ₉₀		3356	30,5	31,7	37,7
	Без добрив	45	3325	29,9	32,0	38,1
	N ₄₅ P ₄₅		3400	31,5	31,3	37,2
	N ₉₀ P ₉₀		3444	32,3	30,9	36,8
	Без добрив	60	3414	31,7	31,2	37,1
	N ₄₅ P ₄₅		3513	33,7	30,3	36,1
	N ₉₀ P ₉₀		3590	35,1	29,6	35,3
28-30	Без добрив	15	3243	28,1	32,8	39,1
	N ₄₅ P ₄₅		3331	30,0	31,9	38,0
	N ₉₀ P ₉₀		3394	31,3	31,4	37,3
	Без добрив	30	3360	30,6	31,7	37,7
	N ₄₅ P ₄₅		3435	32,2	31,0	36,9
	N ₉₀ P ₉₀		3477	33,0	30,6	36,4
	Без добрив	45	3494	33,3	30,5	36,3
	N ₄₅ P ₄₅		3554	34,4	29,9	35,6
	N ₉₀ P ₉₀		3602	35,3	29,5	35,2
	Без добрив	60	3568	34,7	29,8	35,5
	N ₄₅ P ₄₅		3638	35,9	29,3	34,8
	N ₉₀ P ₉₀		3710	37,2	28,7	34,1

Внесення мінеральних добрив зумовило збільшення величини сумарного водоспоживання. Так, за оранки на глибину 20-22 см на варіантах дослідю, де мінеральні добрива не вносили, показник коливався від 3147 до 3414 м³/га, а за полицевого обробітку на 28-30 см показник збільшився, в

середньому по досліді, на 4,3%. Внесення $N_{45}P_{45}$ поліпшувало умови росту, розвитку рослин квасолі звичайної та сприяло утворенню додаткової вегетативної та генеративних складових частин рослин більшої кількості вологи. За цих умов сумарне водоспоживання культури коливалося від 3212 до 3513 м³/га за оранки на глибину 20-22 см та від 3331 до 3638 м³/га – за оранки на 28-30 см. Різниця між контрольними варіантами та попереднім, в середньому по досліді, склала 2,3%. Максимальних значень сумарне водоспоживання отримано при внесенні $N_{90}P_{90}$ – від 3270 до 3710 м³/га. Порівняно з іншими досліджуваними фонами живлення показник перевершував контрольні варіанти, в середньому по досліді, на 4,0%, а дозу $N_{45}P_{45}$ – на 1,6%.

Таблиця 6.2

Сумарне водоспоживання квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, м³/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	3147	3218	3325	3414	3276
	$N_{45}P_{45}$	3212	3309	3400	3513	3359
	$N_{90}P_{90}$	3270	3356	3444	3590	3415
<i>Середнє</i>		3210	3294	3390	3506	3350
28-30	Без добрив	3243	3360	3494	3568	3416
	$N_{45}P_{45}$	3331	3435	3554	3638	3490
	$N_{90}P_{90}$	3394	3477	3602	3710	3546
<i>Середнє</i>		3323	3424	3550	3639	3484

Збільшення ширини міжряддя при незмінній нормі висіву призвело до зростання кількості рослин в рядку та витрат вологи, що було додатково підтверджено і в наших дослідженнях. Найменші показники сумарного водоспоживання квасолі звичайної були за сівби культури з міжряддям 15 см, які коливалися від 3147 до 3394 м³/га. Розширення міжряддя до 30 см збільшило показник на 2,8%, склавши від 3218 до 3477 м³/га. Широко рядкова сівба квасолі звичайної з міжряддям 45 см сумісно з добривами вимагала для

росту, розвитку та формування врожаю зерна вологи у кількості від 3325 до 3602 м³/га, що порівняно з попередніми показниками більше на 3,3%. Найбільше сумарне водоспоживання було за сівби культури з міжряддям 60 см. Виконання цього агротехнологічного прийому зумовило для формування врожаю квасолі звичайної використання від 3414 до 3710 м³/га, що порівняно з міжряддям 15 см було більшим на 9,4; 30 см – на 6,4 та 45 см – на 3,0%.

Про ефективність використання води рослинами квасолі звичайної свідчить коефіцієнт водоспоживання. Цей показник залежно від досліджуваних технологічних прийомів вирощування коливався від 1045 до 2177 м³/т (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Коефіцієнт водоспоживання квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, м³/т

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	2141	1771	1323	1695	1733
	N ₄₅ P ₄₅	1709	1445	1099	1402	1414
	N ₉₀ P ₉₀	1627	1394	1045	1372	1359
<i>Середнє</i>		1825	1537	1156	1490	1502
28-30	Без добрив	2177	1803	1353	1729	1765
	N ₄₅ P ₄₅	1741	1466	1121	1412	1435
	N ₉₀ P ₉₀	1664	1413	1070	1391	1385
<i>Середнє</i>		1860	1561	1181	1511	1528

Рослини квасолі звичайної за проведення полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см на 1,7% ефективніше використовували вологу ніж при оранці на 28-30 см. Зазначений обробіток ґрунту обумовив формування коефіцієнту водоспоживання, в середньому по досліді, на рівні - 1502 м³/т.

Оптимальний фон живлення створює найсприятливіші умови для використання космічних та земних факторів життя, зокрема вологи. При вирощуванні квасолі звичайної на ділянках досліді, де мінеральні добрива не

вносили коефіцієнт водоспоживання був найбільшим і склав, в середньому по досліді, $1749 \text{ м}^3/\text{т}$. Внесення азотно-фосфорних добрив в кількості 45 кг/га д.р. суттєво покращило умови росту та розвитку рослин квасолі звичайної і зменшило показник на $22,8\%$. Подальше збільшення дози мінеральних добрив до $\text{N}_{90}\text{P}_{90}$ ще зменшило показник. За цих умов він коливався від 1045 до $1664 \text{ м}^3/\text{т}$.

Досліджувані міжряддя сівби квасолі звичайної по-різному вплинули на коефіцієнт водоспоживання. Так, за сівби з міжряддям 15 см , в середньому по досліді, складав $1843 \text{ м}^3/\text{т}$ і був найбільшим серед інших. Збільшення ширини міжряддя до 30 см зменшило коефіцієнт водоспоживання на $19,0\%$. Найменший показник формувалася за відстані між рядками квасолі звичайної в 45 см , в середньому за роки досліджень, коливався від 1045 до $1353 \text{ м}^3/\text{т}$. Збільшення ширини міжряддя до 60 см обумовило формування коефіцієнта водоспоживання, в середньому по досліді, - $1501 \text{ м}^3/\text{т}$, що більше від попереднього значення на $28,4\%$.

6.2. Окупність внесених мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі звичайної

Головною задачею товаровиробника є ефективне використання матеріальних та природних ресурсів при вирощуванні культури в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Тому обґрунтування доцільності використання того чи іншого елемента технології вирощування стає необхідним сьогоднішнім.

Проведені розрахунки окупності внесених мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі звичайної свідчать про раціональність досліджуваних доз (табл. 6.4).

Окупність діючої речовини мінеральних добрив за оранки на глибину $20\text{-}22 \text{ см}$, в середньому по досліді, була меншою від оранки на $28\text{-}30 \text{ см}$ на $1,6\%$ і змінювалася в абсолютних величинах - від $3,00$ до $6,44 \text{ кг/кг}$ д.р.

**Окупність внесених мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі
звичайної, кг/кг д.р.**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	N ₄₅ P ₄₅	4,56	5,26	6,44	5,48	5,44
	N ₉₀ P ₉₀	3,00	3,28	4,35	3,35	3,50
<i>Середнє</i>		3,78	4,27	5,40	4,42	4,47
28-30	N ₄₅ P ₄₅	4,70	5,33	6,52	5,70	5,56
	N ₉₀ P ₉₀	3,06	3,31	4,35	3,35	3,52
<i>Середнє</i>		3,88	4,32	5,44	4,53	4,54

Ефективність використання мінеральних добрив була найвищою за дози N₄₅P₄₅ на усіх варіантах дослідів. За оранки на глибину 20-22 см окупність мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі звичайної коливалась від 4,56 до 6,44 кг/кг д.р., збільшення дози до N₉₀P₉₀ зменшило досліджуваний показник, в середньому по досліді, на 55,4%. Обробіток ґрунту на глибину 28-30 см та внесення мінеральних добрив в дозі N₄₅P₄₅ забезпечило отримання окупності внесених елементів живлення на рівні 4,70-6,52 кг/кг д.р., а збільшення дози вдвічі, навпаки, зменшило цей показник на 58,0% - до 3,06-4,35.

Проведений аналіз окупності внесених елементів мінерального живлення врожаєм зерна квасолі зернової за досліджуваною шириною міжряддя, свідчить про перевагу сівби культури з міжряддям 45 см. За використання зазначеного елемента технології окупність мінеральних добрив склала 5,40 кг/кг д.р. за оранки на 20-22 см, що порівняно з оранкою на 28-30 см менше лише на 0,7%. Зменшення та збільшення ширини міжряддя призводило до зниження окупності добрив. Так, вирощування з шириною міжряддя 15 см окупність мінеральних добрив, в середньому по досліді, склала 3,83 кг/кг д.р., а при 30 см – менше за попередній показник на 12,3%. За максимальної ширини міжряддя окупність мінеральних добрив склала, в

середньому по досліді, 4,42 за оранки на глибину 20-22, а на 28-30 см – 4,53 кг/кг д.р.

6.3. Економічна ефективність вирощування квасолі звичайної при зрошенні

Сучасне становище економіки в країні вимагає від товаровиробників перед прийняттям рішення про вирощування культури визначитися з витратами, які необхідно понести на її вирощування, рівень прогнозованого врожаю та окупності вкладених коштів. Зважаючи на вищевикладене планування загальних витрат на вирощування зерна квасолі звичайної є одним з головних економічних чинників. В наших дослідженнях поставлена на вивчення технологія вирощування квасолі, яка базувалася на оранці з глибиною розпушування 28-30 см потребувала витрати на рівні 16720 грн/га, що порівняно з оранкою на 20-22 см була більшою на 0,71% (118 грн/га) (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Загальні витрати на вирощування зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, грн/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				Середнє
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	15028	15161	15479	15251	15230
	N ₄₅ P ₄₅	16439	16596	16953	16702	16673
	N ₉₀ P ₉₀	17656	17857	18191	17913	17904
Середнє		16374	16538	16874	16622	16602
28-30	Без добрив	15131	15308	15595	15361	15349
	N ₄₅ P ₄₅	16544	16707	17072	16818	16785
	N ₉₀ P ₉₀	17761	17968	18352	18024	18026
Середнє		16479	16661	17006	16734	16720

Найбільш витратним з економічної точки зору є використання мінеральних добрив. Згідно з отриманими нами розрахунками загальні

витрати на варіантах, де добрива не використовували, за оранки на 20-22 см склали 15230 грн/га, що більше на 0,78% порівняно з обробітком на 28-30 см. Застосування в технології вирощування мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ обумовило зростання витрат, в середньому по досліді, на 1440 грн/га. Різниця між досліджуваними глибинами обробітку складала 113 грн/га на перевагу більш глибокого. За максимальної з досліджуваних доз добрив витрати при оранці на глибину 20-22 см склали 17904 грн/га, що порівняно з обробітком на глибину 28-30 см менше на 122 грн/га.

Формування найбільш доцільної щільності посіву з економічної точки зору обумовлює зменшення витрат на насіння при збільшенні валового збору, і, відповідно, зменшення витрат на одиницю продукції. В наших дослідженнях сівба з міжряддям 15 см забезпечила формування загальних витрат на вирощування зерна кvasолі звичайної, в середньому по досліді, на рівні 16427 грн/га. Збільшення ширини міжряддя сприяло збільшенню витрат, які додатково формувалися із зменшенням норми виробітку та додаткових операцій по догляду за посівами. Так, за вирощування кvasолі з міжряддям 30 см загальні витрати на вирощування склали 16600 грн/га, що перевищило попередній показник на 173 грн/га. Широкорядні посіви з міжряддям 45 та 60 см вимагали від виробника вкладання у гектар посіву, в середньому по досліді, 16940 та 16678 грн., що порівняно із звичайним рядковим посівом більше на 3,2 і 1,6%, відповідно.

При формуванні ціни на кінцевий продукт сільськогосподарські товаровиробники орієнтуються на ціни світового та вітчизняного ринків і собівартості вирощеної продукції. Зерно кvasолі в цих категоріях займає нішкове значення, тому його ціна залежить, в основному, від капіталовкладень на вирощування. В проведених нами дослідженнях, собівартість зерна кvasолі звичайної коливалась від 5385 до 10223 грн/т (табл. 6.6).

Вирощування кvasолі звичайної за полицевого обробітку на глибину 20-22 см забезпечило формування собівартості зерна на рівні 7415 грн/т, що перевершувало показники оранки на 28-30 см на 1,33%.

Собівартість зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, грн/т

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	10223	8330	6167	7587	8077
	N ₄₅ P ₄₅	8744	7247	5486	6654	7033
	N ₉₀ P ₉₀	8784	7410	5513	6837	7136
<i>Середнє</i>		9250	7662	5722	7026	7415
28-30	Без добрив	10155	8230	6045	7457	7972
	N ₄₅ P ₄₅	8662	7140	5385	6519	6927
	N ₉₀ P ₉₀	8706	7304	5446	6751	7052
<i>Середнє</i>		9174	7558	5625	6909	7317

Значимість доз добрив в системі інтенсивного землеробства дали можливість виявити розрахунки собівартості, які за внесення N₄₅P₄₅ забезпечили найменший показник за обох досліджуваних глибин обробітку ґрунту – 7033 та 6927 грн/т. При вирощуванні квасолі на неудобреному фоні собівартість зерна була найбільша і складала, в середньому по досліді, за оранки на 20-22 см – 8077 грн/т, а на 28-30 см – 7972, тобто показник збільшився на 14,9 та 15,1%, відповідно. За найбільшої дози мінеральних добрив собівартість зерна квасолі звичайної займала проміжне місце між іншими досліджуваними фонами живлення. За цих умов, на варіантах оранки на глибину 28-30 см показник склав 7052 грн/т, а за обробітку на 20-22 см він зменшився на 84 грн/т і у підсумку, в середньому по досліді, склав 7136 грн/т.

Найбільш помітна динаміка змін собівартості простежувалася за досліджуваним показником ширини міжряддя. Згідно отриманим даним, собівартість зерна квасолі звичайної зменшувалася від ширини міжряддя 15 до 45, і різко зростала при 60 см. В абсолютних цифрах попереднє твердження виглядало наступним чином: за ширини міжряддя 15 см собівартість зерна квасолі звичайної, в середньому по досліді, складала

9212 грн/т, але при збільшенні вдвічі ширини міжряддя – до 30 см, показник, навпаки, зменшився на 21,1%. Найменша собівартість зерна була за вирощування культури з міжряддям 45 см, яка склала за оранки на 20-22 см – 5722 грн/т, а на 28-30 см – 5625, що порівняно із звичайним рядковим способом менше на 61,7 та 63,1%, відповідно. Недоцільність вирощування зерна квасолі звичайної за ширини міжряддя 60 см визначається суттєвим здороженням продукції до 6968 грн/т, що порівняно з попередніми показниками більше на 22,8%.

Валовий прибуток від вирощування об'єднує в собі ефективність запроваджуваних елементів технології за рівнем урожаю та маркетингової ціни на ринку. За цих умов валовий прибуток складав від 11432 до 42308 грн/га (табл. 6.7).

Таблиця 6.7

Валовий прибуток від вирощування зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, грн/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	11432	17599	29701	20929	19915
	N ₄₅ P ₄₅	17401	24624	38667	28478	27293
	N ₉₀ P ₉₀	18524	25523	41209	29247	28626
Середнє		15786	22582	36526	26218	25278
28-30	Без добрив	11689	18172	30845	21719	20606
	N ₄₅ P ₄₅	17836	25413	39988	29622	28215
	N ₉₀ P ₉₀	18959	26312	42308	30036	29404
Середнє		16161	23299	37714	27126	26075

Глибина обробітку ґрунту не суттєво вплинула на величину валового прибутку і склала за оранки на 20-22 см – 11432-41209 грн/га, а 28-30 см – 11689-42308. Згідно отриманих даних, в середньому по досліді, різниця між варіантами склала лише 3,2% або 797 грн/га, що, на нашу думку, є не суттєвим.

Застосування в інтенсивних технологіях мінеральних добрив

обов'язкове, воно забезпечує отримання максимальної продуктивності від рослини. Проведені дослідження свідчать, що на варіантах контролю (без внесення добрив), вартість продукції складала від 11432 до 29701 грн/га за оранки на 20-22 см та 11689-30845 – при збільшені глибини розпушування до 28-30 см. Різниця між варіантами оранки склала лише 3,5%. Внесення мінімальної дози мінеральних добрив обумовило збільшення продуктивності рослин і, відповідно, валового прибутку. В абсолютних показниках, в середньому по досліді, він склав 27754 грн/га, що порівняно з неудобреним фоном було більшим на 373%. Збільшення вдвічі дози внесених мінеральних добрив не забезпечило до аналогічного збільшення величини валового прибутку і склало, в середньому по досліді, 29015 грн/га, що порівняно з попередньою дозою добрив більше на 4,6%, а з контрольними варіантами – на 43,2%.

Вирощування квасолі звичайної звичайним рядковим способом дозволяє сформувати валовий прибуток на рівні 11432-18959 грн/га. Розширення міжряддя до 30 см, забезпечило найбільш оптимальні умови для формування показника, який збільшився відносно попереднього, в середньому по досліді, на 43,7%, з максимальним значенням за ширини міжряддя 45 см. За цих умов показник складав від 29701 до 42308 грн/га. Подальше розширення міжряддя призвело до істотного зменшення величини валового прибутку, в середньому по досліді, до 26672 грн/га.

Ефективне виробництво не можливе без узагальнюючих показників витрат та прибутку, який характеризується рівнем рентабельності.

Отримані показники свідчать про ефективне відновлюване товарне виробництво та можливість розширення обсягів виробництва (табл. 6.8). За вирощування зерна квасолі звичайної при полицевому обробітку на глибину 20-22 см показник коливався від 76 до 228%, порівняно з більш глибоким обробітком він був меншим, в середньому по досліді, на 2,4 відсоткових пункти, складаючи в абсолютних величинах – 77-234%. Це свідчить про незначну ефективність з економічної точки зору використання глибокого

обробітку ґрунту під культуру.

Таблиця 6.8

Рівень рентабельності вирощування зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, %

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	76	116	192	137	130
	N ₄₅ P ₄₅	106	148	228	171	163
	N ₉₀ P ₉₀	105	143	227	163	160
<i>Середнє</i>		96	136	216	157	151
28-30	Без добрив	77	119	198	141	134
	N ₄₅ P ₄₅	108	152	234	176	168
	N ₉₀ P ₉₀	107	146	231	167	163
<i>Середнє</i>		97	139	221	161	155

Застосування в технології вирощування мінеральних добрив визначило найкращий варіант, де величина рівня рентабельності була найвищою (192-234%) – за внесення N₄₅P₄₅. Збільшення дози мінеральних добрив під культуру, навпаки, зменшило величину показника до 137-171% за оранки на 20-22 та 141-176% - на 28-30 см. В середньому по досліді, величина зниження склала 4%. Найменший рівень рентабельності вирощування зерна квасолі звичайної був на варіантах, де мінеральні добрива не вносили, що склало за умов оранки на 20-22 см – 76-137, а 28-30 см – 77-141%.

Загущення посівів квасолі шляхом збільшення ширини міжряддя з 15 до 60 см, обумовило зменшення врожайності і, відповідно, рівня рентабельності вирощування культури. Вирощування квасолі звичайної з міжряддям 15 см, в середньому по досліді, формувало показник на рівні 97%. Збільшення відстані між рядками до 30 см збільшило показник, порівняно з попередніми результатами, на 41,3 відсоткових пункти, склавши, в середньому по досліді, 137%. Максимальних показників рівень рентабельності був за вирощування культури з міжряддям 45 см, що склало по досліді 192-234%. Подальше розширення міжряддя призвело до

зменшення рівня рентабельності, в середньому по досліді, до 159%.

6.4. Енергетичний баланс вирощування за різних елементів технології вирощування квасолі звичайної

Світова енергетична криза, яка загострилася протягом останнього десятиріччя, примушує людство вести загальне виробництво, та сільськогосподарське зокрема, з найменшими витратами матеріальних й енергетичних ресурсів. Тому, розробка та впровадження енергетично ефективних технологій є важливою виробничою проблемою. Розгляд в цьому ключі питання вирощування сільськогосподарської продукції з найменшими енергетичними втратами, зокрема це стосується бобових культур. Це пояснюється здатністю рослин до симбіотичної азотфіксації, тим самим забезпечуючи себе та подальші культури в сівозміні біологічним азотом, зменшуючи використання мінеральних добрив.

Сільськогосподарські товаровиробники в усьому світі постійно удосконалюють технології вирощування квасолі [208], бажаючи отримувати максимальні врожаї найменшими енергетичними витратами. Наші дослідження направлені на більш глибоке вивчення елементів технології вирощування квасолі та обґрунтування раціонального природокористування в умовах Південного Степу України.

При визначенні валової енергії в розрахунках ми приймали тільки основну частину врожаю квасолі звичайної (зерно), тому динаміка показників була аналогічною змінам урожаю від досліджуваних елементів технології вирощування (табл. 6.9). В середньому по досліді, вихід валової енергії отриманий за вирощування зерна культури при обробітку ґрунту на глибину 28-30 см перевищувала відповідні показники за оранки на глибину 20-22 см - на 2,2%, що в абсолютних величинах становить 0,9 ГДж/га. Даний приріст від поглиблення, на нашу думку, є мало суттєвим. Зазначена тенденція мала подібний прояв при розгляді інших досліджуваних елементів.

**Надходження валової енергії при вирощуванні зерна квасолі звичайної
залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	26,0	32,1	44,3	35,5	34,5
	N ₄₅ P ₄₅	33,2	40,4	54,6	44,3	43,1
	N ₉₀ P ₉₀	35,5	42,6	58,3	46,3	45,7
<i>Середнє</i>		31,6	38,4	52,4	42,0	41,1
28-30	Без добрив	26,3	32,8	45,6	36,4	35,3
	N ₄₅ P ₄₅	33,7	41,3	56,0	45,6	44,2
	N ₉₀ P ₉₀	36,0	43,4	59,5	47,1	46,5
<i>Середнє</i>		32,0	39,2	53,7	43,0	42,0

Порівняльний аналіз надходження валової енергії за різних фонів живлення показав, що за вирощування квасолі звичайної на неудобреному фоні та зрошенні водами II класу якості (Інгулецький зрошуваний масив) показник, в середньому по досліді, складав 34,5-35,3 ГДж/га. Це було мінімальним значенням порівняно з варіантами, де вносили мінеральні добрива. Внесення N₄₅P₄₅ збільшило надходження валової енергії при виконанні оранки на глибину 20-22 см на 24,9, а на глибину 28-30 см – на 25,2%. На максимальному з досліджуваних фонів живлення надходження валової енергії було найбільшим, як за обробітку ґрунту на глибину 28-30 так і 20-22 см, що склало 46,5 та 45,7 ГДж/га, відповідно. Порівнюючи ці показники з попередньою дозою добрив та контролем (без добрив) зростання валової енергії склало 5,6 та 32,1%, відповідно.

Сівба квасолі звичайної з міжряддям 15 см забезпечувала найменше надходження валової енергії з урожаєм зерна – 31,6-32,0 ГДж/га. Розширення міжряддя до 30 см сприяло збільшенню продуктивності культури і, відповідно, надходженню енергії. За цих умов валова енергія, яка акумулювалася в урожаї, складала від 32,1 до 43,4 ГДж/га, що було більшим порівняно із звичайним рядковим посівом на 22,0%. Максимальних значень

вихід валової енергії був за сівби квасолі з міжряддям 45 см – 44,3-59,5 ГДж/га. Подальше збільшення відстані між рядками негативно позначилося на величині валової енергії. Її вміст у господарського-цінній продукції зменшився за оранки на глибину 20-22 см на 24,8, а за обробітку на 28-30 см – на 24,9%.

Витрати енергії на вирощування квасолі суттєво різнилися за досліджуваними елементами технології (табл. 6.10). Витрати за варіантами досліду на проведення оранки на глибину 20-22 см коливались від 21,3 до 33,8 ГДж/га. Поглиблення оброблюваного шару ґрунту на 8 см вимагало збільшення витрат енергії, в середньому по досліду на 1,1%.

Таблиця 6.10

Витрати енергії на вирощування зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	21,3	21,9	23,3	22,3	22,2
	N ₄₅ P ₄₅	26,7	27,4	29,0	27,9	27,8
	N ₉₀ P ₉₀	31,4	32,3	33,8	32,6	32,5
<i>Середнє</i>		26,5	27,2	28,7	27,6	27,5
28-30	Без добрив	21,5	22,3	23,6	22,6	22,5
	N ₄₅ P ₄₅	26,9	27,7	29,3	28,2	28,0
	N ₉₀ P ₉₀	31,6	32,5	34,2	32,8	32,8
<i>Середнє</i>		26,7	27,5	29,0	27,9	27,8

Виробництво будь-яких матеріальних ресурсів вимагає витрачання великої кількості енергії, особливо синтетичних мінеральних добрив. На варіантах без внесення добрив кількість енергії, витраченої на вирощування зерна квасолі, коливалась від 21,3 до 23,6 ГДж/га. Внесення N₄₅P₄₅ збільшило витратну частину балансу, в середньому по досліду, на 24,8%. Подвоєння кількості внесених елементів живлення збільшило витрати енергії на вирощування культури на 17,4%.

Різниця у витратах енергії за вирощування культури при різних

міжряддях була обумовлена додатковими витратами на сівбу та догляд за посівами. При сівбі звичайним рядковим способом витрати валової енергії коливалися від 21,3 до 31,6 ГДж/га. Черезрядний посів квасолі (міжряддя 30 см) збільшив витрати енергії, в середньому по досліді, на 2,8% - до 21,9-32,5 ГДж/га. Найбільші витрати були при сівбі культури з міжряддям 45 см, які за варіантами досліді коливалися від 23,3 до 34,2 ГДж/га. При ширині міжряддя 60 см витрати енергії зменшилися порівняно з шириною міжряддя 45 см. Ця тенденція пояснюється зменшенням витрат на доробку меншої кількості отриманого врожаю. За цих умов витрати енергії на вирощування квасолі складали від 22,3 до 32,8 ГДж/га.

Приріст енергії від вирощування зерна квасолі показує той надлишок енергії, який утворився після компенсації витратної частини. В даному розрахунку приймається тільки господарсько-цінна продукція та не враховується листостеблова, коренева системи та їх позитивний вплив на ґрунті, агрохімічні й біологічні властивості.

Згідно отриманим розрахункам приріст енергії коливався в досить широких межах - від 4,7 до 26,7 ГДж/га (табл. 6.11).

Таблиця 6.11

Приріст енергії від вирощування зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				<i>Середнє</i>
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	4,7	10,2	21,0	13,2	12,3
	N ₄₅ P ₄₅	6,5	13,0	25,6	16,4	15,4
	N ₉₀ P ₉₀	4,1	10,3	24,5	13,7	13,2
Середнє		5,1	11,2	23,7	14,4	13,6
28-30	Без добрив	4,8	10,5	22,0	13,8	12,8
	N ₄₅ P ₄₅	6,8	13,6	26,7	17,4	16,1
	N ₉₀ P ₉₀	4,4	10,9	25,3	14,3	13,7
Середнє		5,3	11,7	24,7	15,2	14,2

Приріст енергії за оранки на глибину 20-22 см склав, в середньому по

дослід, 13,6 ГДж/га, що менше за обробіток на глибину 28-30 см на 0,6 ГДж/га або 4,4%.

Досліджувані фони живлення свідчать про абсолютну перевагу у надходженні енергії варіантів з внесенням мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{45}$. Так, за полицевого обробітку на глибину 20-22 см, цей показник дорівнював 15,4, а на 28-30 см – 16,1 ГДж/га. Порівняння з неудобреними варіантами виявило суттєве зростання приросту енергії, яке склало, в середньому за роки досліджень, 25,5%. На максимальному досліджуваному фоні живлення приріст не зріст, а, навпаки, зменшився до рівня контрольних варіантів (без добрив). На цьому варіанті приріст енергії від вирощування зерна квасолі коливався від 4,1 до 25,3 ГДж/га.

Залежність приросту енергії від зміни ширини міжряддя була подібною до побудови оберненої параболи. Найменший показник був за ширини міжряддя 15 см (4,7-6,8 ГДж/га). Збільшення відстані між рядками рослин до 30 см збільшило приріст валової енергії до 10,2-13,6 ГДж/га, досягаючи максимальних значень за ширини міжряддя 45 см – 21,0-26,7 ГДж/га. При подальшому збільшенні відстані між рядками квасолі приріст енергії значно знизився і коливався від 13,2 до 17,4 ГДж/га.

Коефіцієнт енергетичної ефективності, згідно розрахунків був вищим за одиницю, що свідчить про енергоефективність усіх досліджуваних елементів технології вирощування квасолі звичайної (табл. 6.12).

Дослідження глибини полицевого обробітку ґрунту демонструє відсутність суттєвої різниці від поглиблення. Згідно розрахунків розбіжність в показниках коефіцієнту енергетичної ефективності складала лише 0,01 або 0,7%.

Коефіцієнт енергетичної ефективності мав найвищі показники на варіантах, де мінеральні добрива не вносили – 1,22-1,93. Застосування мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{45}$ в технологічній схемі вирощування культури призвело до незначного збільшення коефіцієнту, в середньому по дослід, на 0,01. Це пояснюється великими витратами, які увійшли до

загального балансу при обрахунках доз добрив. За внесення $N_{90}P_{90}$ коефіцієнт енергетичної ефективності знизився та склав за оранки на 20-22 см 1,40, а на 28-30 см – 1,42. Таке суттєве зменшення пояснюється значними енергетичними витратами від додаткового внесення азотних та фосфорних добрив та незначним приростом врожаю порівняно з дозою добрив $N_{45}P_{45}$.

Таблиця 6.12

**Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування зерна квасолі
звичайної залежно від досліджуваних факторів**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				Середнє
		15	30	45	60	
20-22	Без добрив	1,22	1,46	1,90	1,59	1,54
	$N_{45}P_{45}$	1,24	1,47	1,88	1,59	1,55
	$N_{90}P_{90}$	1,13	1,32	1,72	1,42	1,40
Середнє		1,20	1,42	1,83	1,53	1,50
28-30	Без добрив	1,22	1,47	1,93	1,61	1,56
	$N_{45}P_{45}$	1,25	1,49	1,91	1,62	1,57
	$N_{90}P_{90}$	1,14	1,34	1,74	1,44	1,42
Середнє		1,20	1,43	1,86	1,56	1,51

За сівби квасолі звичайним рядковим способом показник, в середньому за роки досліджень, складав 1,13-1,25. Загущення рослин в рядку внаслідок розширення міжряддя від 15 до 45 см призвело до збільшення коефіцієнту енергетичної ефективності з 1,13 до 1,93. Розширення ширини міжряддя вдвічі призвело до збільшення показника за оранки на 20-22 см на 18,3, а на 28-30 см – на 19,2%.

Максимальних значень коефіцієнт енергетичної ефективності досяг за ширини міжряддя 45 см. За цих умов він коливався від 1,72 до 1,93. Подальше збільшення міжряддя до 60 см привело до зменшення коефіцієнту порівняно з попереднім показником на 30%.

Висновки за розділом 6:

1. Вирощування квасолі звичайної за оранки на 28-30 см, внесення $N_{90}P_{90}$ та сівби з міжряддям 60 см формувало максимальне сумарне

водоспоживання - 3710 м³/га.

2. Найбільш ефективніше рослини квасолі звичайної використовували вологу за коефіцієнтом водоспоживання - 1045 м³/т за оранки на глибину 20-22 см, внесення N₉₀P₉₀ та сівби з міжряддям 45 см.

3. Найбільша окупність мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі звичайної була отримана за полицевого обробітку на глибину 20-22 та 28-30 см, внесені N₄₅P₄₅ та ширини міжряддя 45 см і складала 6,44 і 6,52 кг/кг д.р., відповідно.

4. Проведений економічний аналіз досліджуваних прийомів вирощування квасолі звичайної, з врахуванням статистичної обробки врожайних даних свідчить, що найкращі показники рівня рентабельності - 228% та собівартості зерна - 5486 грн/т формувалися при вирощуванні культури за оранки на глибину 20-22 см, внесенні добрив в дозі N₄₅P₄₅ та ширини міжряддя 45 см.

5. Енергетичний аналіз елементів технології вирощування зерна квасолі звичайної при зрошенні засвідчив, що за показниками приросту енергії – 25,6 ГДж/га і коефіцієнту енергетичної ефективності - 1,88 найбільш доцільними прийомами вирощування культури були оранка на глибину 20-22 см, внесення N₉₀P₉₀ та сівба з шириною міжряддя 45 см.

Основні результати розділу опубліковані у працях [144, 147-149, 154].

ВИСНОВКИ

Експериментальні дослідження вивчення впливу технологічних прийомів вирощування квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris*), проведені в умовах Південного Степу України на темно-каштанових солонцюватих ґрунтах при зрошенні водами Інгулецької зрошувальної системи (II клас якості), дозволяють зробити наступні висновки:

1. Оптимальні фізичні властивості темно-каштанового ґрунту в шарі 0-30 см склалися на посівах квасолі звичайної за оранки на глибину 28-30 см: щільність складення ґрунту за цих умов на час сівби - $1,21 \text{ г/см}^3$, пористість - 54,1%, водопроникність - 2,63 мм/хв. та кількість поглинутої води за першу годину визначення – 157,7 мм, а в період збирання - 1,29, 50,9, 1,89 та 113,4, відповідно.

2. Максимальне умовне споживання лужногідролізованого азоту з шару ґрунту 0-50 см - 106,1 та рухомого фосфору – 22,0 мг/кг ґрунту було за оранки на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 15 см. На формування одиниці врожаю зерна квасолі звичайної найбільше споживалося лужногідролізованого азоту - 52,0 кг/т за оранки на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та ширини міжряддя 15 см, а рухомого фосфору - 11,0 кг/т за аналогічних умов, але на неудобрених варіантах.

3. Для формування повноцінного врожаю зерна квасолі звичайної рослинам необхідне накопичення суми ефективних температур ($>5^\circ\text{C}$) від сходів до повної стиглості від 1411,9 до 1518,6 $^\circ\text{C}$. За цих умов вегетаційний період складає 93-99 діб.

4. Найкращі умови для росту та розвитку рослин квасолі звичайної за показниками висоти рослин склалися у фазу цвітіння – 47,8-48,9 та повної стиглості – 63,1-64,6 см при внесенні мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$, ширини міжряддя 60 см незалежно від глибини оранки. Наростання і функціонування асиміляційного апарату рослин квасолі звичайної за площею

листяної поверхні – 48,37-49,70 тис. м²/га та фотосинтетичним потенціалом посівів у міжфазні періоди «гілкування – утворення бобів» - 1,117-1,148 та «утворення бобів – стиглість» - 1,537-1,579 млн. м²/га за добу формувалися за аналогічних умов, але за ширини міжряддя 15 см.

5. Найкращі умови для формування структурних елементів продуктивності рослин квасолі звичайної проходили за внесення N₉₀P₉₀ та сівби з шириною міжряддя 15 см: кількість бобів - 17,0-17,2 шт., зерен - 70,3-71,7 шт., маса 1000 насінин - 125-126 г. Різниці між глибиною основного обробітку ґрунту не виявлено, тому оптимальною є оранка на 20-22 см.

6. Статистично проведений аналіз урожайності зерна квасолі звичайної свідчить, що найвищий і обґрунтований її рівень - 3,09 т/га формувався за оранки на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою N₄₅P₄₅ та сівби з міжряддям 45 см.

7. Показники якості зерна квасолі звичайної такі як: вміст білка - 23,24% був за оранки на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою N₉₀P₉₀ та ширини міжряддя 15 см, а умовний загальний збір білка – 640 кг/га на варіантах оранки на глибину 28-30 см, внесення добрив дозою N₄₅P₄₅ та ширини міжряддя 45 см.

8. Всебічний математичний аналіз отриманих експериментальних даних дав змогу побудувати математичні моделі формування врожаю зерна квасолі звичайної від глибини оранки, дози добрив та ширини міжряддя, які в умовах приближених до умов проведення досліджень, дозволяють з високою точністю моделювати розвиток результуючого фактора (рівень урожаю) залежно від зміни досліджуваного елемента технології вирощування культури.

9. В умовах дефіциту прісної води найменший коефіцієнт водоспоживання - 1045 м³/т рослинами квасолі звичайної, а, відповідно, раціонально використовували вологу за оранки на глибину 20-22 см, внесення N₉₀P₉₀ та сівби з міжряддям 45 см. Найбільше сумарне водоспоживання - 3710 м³/га на посівах було за оранки на 28-30 см, внесення

$N_{90}P_{90}$ та сівби з міжряддям 60 см.

10. Економічно-енергетичний аналіз результатів експериментальних досліджень свідчить про ефективність оранки на глибину 20-22 порівняно з обробітком на 28-30 см. За цих умов найкращі показники рівня рентабельності - 228%, собівартості зерна - 5486 грн/т, приріст енергії – 25,6 ГДж/га та коефіцієнт енергетичної ефективності - 1,88 формувалися за внесення мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{45}$ та сівби з міжряддям 45 см.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі проведених експериментальних досліджень з вивчення продуктивності рослин та якості отриманого зерна на темно-каштанових ґрунтах Південного Степу України при зрошенні водами II класу рекомендуємо господарствам, які вирощують квасолю звичайну (Preto), вносити мінеральні добрива дозою $N_{45}P_{45}$, проводити оранку на глибину 20-22 см та виконувати сівбу з міжряддям 45 см. Зазначені заходи забезпечать отримання врожайності зерна на рівні 2,5-3,1 т/га з рівнем виробничої рентабельності 220-230%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверчев О.В. Агроекологічне обґрунтування вирощування квасолі овочевої на краплинному зрошенні в умовах півдня України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. № 1. С. 33-37.
2. 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.
3. Акуленко В.В. Формування врожайності та якості насіння квасолі 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.
4. Антонова О.В., Павленко В.Н. Фотосинтетический потенциал обыкновенной фасоли на капельном орошении. *Вестник ОрелГАУ*. 2016. Вып. 6 (63). С. 67-70.
5. Антонова О.В., Павленко В.Н., Петров Н.Ю., Венецианский А.С. Хозяйственно-ценные признаки сортов фасоли, возделываемой при капельном орошении. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014. Вып. № 6 (116). С. 19-24.
6. Бабич А.О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. Київ: Аграрна наука, 1996. С. 147-271.
7. Балюк С.А., Носоненко О.А., Захарова М.А., Воротинцева Л.І., Дрозд О.М., Афанасьєв Ю.О. Удосконалена система оцінювання якості природних поливних вод. *Вода і робочі місця: матер. Всеукраїнської наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітньому дню води, Київ, 22 березн. 2016 р.* Київ, 2016. С. 13-14.
8. Барабаш О.Ю., Тараненко Л.К., Сич З.Д. Біологічні основи овочівництва: *Навчальний посібник*. Київ: Арістей, 2005. С. 223-228.
9. Барбашов М.В. Оценка исходного материала фасоли обыкновенной

(*Phaseolus vulgaris* L.) для создания высокоэффективных растительно-микробных систем: автореф. дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Орел, 2012. 21 с.

10. Барышникова Л.М. Содержание, вынос и продуктивное использование азота растениями фасоли в зависимости от источника и уровня азотного питания. *Бюллетень НТИ ВНИИ зернобобовых культур*. Орел, 1981. Вып. 29. С. 25-31.
11. Бахмат М.І., Овчарук О.В., Овчарук О.В. Вплив різної норми висіву квасолі звичайної за широкорядного способу сівби на врожайність зерна та економічну ефективність технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 92-95.
12. Башаби С.Ф. Особенности биологии и агротехники фасоли обыкновенной в условиях юга Московской области: автореф. дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Российский университет дружбы народов. Москва, 2000. 23 с.
13. Башаби С.Ф. Особенности ростовых процессов у фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*). *Проблемы развития сельскохозяйственного производства: материалы научной конференции СНО аграрного факультета (20-21 апреля 2000)*. Москва: изд-во РУДН, 2000. С. 40-41.
14. Башаби С.Ф., Попов В.П. Некоторые биологические особенности агротехники фасоли в условиях Московской области. *Актуальные проблемы науки в сельскохозяйственном производстве: материалы научно- практической конференции*. Москва: изд-во РУДН, 1997. С. 31-32.
15. Башаби С.Ф., Попов В.П. Особенности агротехники фасоли обыкновенной в южной зоне Московской области. *Достижения и перспективы в области тропического земледелия и животноводства. Материалы научной конференции аграрного факультета (18-20 января 2000)*. Москва: изд-во РУДН, 2000. С. 86-87.

16. Безугла О.М., Лучна І.С., Сокол Т.В. та ін. Адаптивність квасолі до умов довколишнього середовища. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків, 2004. Вип. 88. С. 83-90.
17. Белоброва С.Н. Продуктивность фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) при обработке семян микробными препаратами: автореф. дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Санкт-Петербург, 2012. 19 с.
18. Белоброва С.Н., Лактионов Ю.В., Кожемяков А.П. Эффективность новых форм биопрепаратов комплексного действия на зернобобовых культурах. *Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сб. науч. тр. СПбГАУ*. Санкт-Петербург, 2011. С. 143-146.
19. Біологічні особливості квасолі [Електронний ресурс]. - Режим доступу до матеріалів. URL: http://ultraagro.blogspot.com/2014/09/blog-post_949.html (дата звернення 03.02.2018)
20. Біологічні та ботанічні особливості вирощування квасолі звичайної в дендропарку «Дружба» [Електронний ресурс]. - Режим доступу до матеріалів. URL: <http://www.br.com.ua/diplom/Biology/40696-8.html> (дата звернення 15.01.2018)
21. Блэк К.А. Растение и почва / Пер. с англ. канд. с.-х. наук Э.И. Шконде. Под ред. д-ра биол. наук Т.А. Работнова. Москва: Колос, 1973. 503 с.
22. Бунтова Е.А. Влияние бактеризации семян фасоли на продуктивность растений и биологическую активность чернозема выщелоченного: автореф. дисс... канд. с.-х. наук. 03.00.16, 06.01.09. Новосибирский государственный аграрный университет. Новосибирск, 2002. 21 с.
23. Бурканова О.А. Влияние минеральных удобрений на процессы колонизации микроорганизмами прикорневых зон ячменя и фасоли: автореф. дисс... канд. биолог. наук. 03.00.07. Московский государственный университет. Москва, 2007. 27 с.
24. Васильев Д.С., Марин В.И., Токарева Л.И. Способы, сроки сева и густота стояния. *Технические культуры*. 1990. № 2. С. 8-9.

25. Вербицкая С.В. Предпосевная обработка семян фасоли озоном и магнитным полем: автореф. дис... канд. техн. наук. 05.20.02. Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия. Зерноград, 2001. 18 с.
26. Гинзбург К.Е. Фосфор основных типов почв СССР. Москва: Наука, 1980. 244 с.
27. Головань Л.В. Особливості використання різних типів маркерних систем у селекційних дослідженнях роду *Phaseolus L.*: автореф. дис... канд. с.-г. наук.: 06.01.05. Харків. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2012. 27 с.
28. Голодна А.В. Формування продуктивності квасолі звичайної залежно від елементів технології вирощування в північній частині Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2013. Вип. 1-2. С. 120-124.
29. Горова Т.К. Особливості формування фаз вегетаційного періоду квасолі звичайної. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 17. С. 88-96.
30. ГОСТ 10842-89 (ИСО 520-77) Зерно. Методы определения массы 1000 зерен. [Дата введения на Украине 1991-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.
31. Грищенко О.М. Біологічні особливості та селекційна цінність сортозразків квасолі овочевої для умов північного Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Київ. Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2015. 23 с.
32. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта [5-е изд., доп. и перераб.]. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
33. Доспехов Б.А., Васильев И.Н., Тулков А.М. Практикум по земледелию [2-е изд., перераб. доп.]. Москва: Агропромиздат, 1987. С. 87-88.
34. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ [3-е изд., доп. и перераб.]. Москва: Диалектика, 2007. 912 с.

35. ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агронамічні критерії: [Чинний від 2016-01-07]. Київ: УкрНДНЦ, 2016. Ш. 9 с.
36. ДСТУ 2730-94. Якість природної води для зрошення. Агронамічні критерії. [Чинний від 1995-07-01]. Київ: Держстандарт України. 15 с.
37. ДСТУ 4114-2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. [Введ. 01.01.03]. Київ: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. 6 с.
38. ДСТУ 4794:2007. Квасоля. Технологія вирощування. Загальні умови. Київ: Держстандарт України, 2009. 10 с.
39. Дудчак Т.В. Оптимізація технологій вирощування квасолі багатоквіткової (*Phaseolus multiflorus* Willd) в умовах південно-західного Лісостепу України: автореф. дис... канд. с-х. наук: 06.01.09. Інститут цукрових буряків УААН. Київ, 2009. 20 с.
40. Дудчак Т.В. Особливості методики досліджень способів сівби та удобрення квасолі багатоквіткової. *Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків УААН*. 2008. Вип. 10. С. 384-388.
41. Дудчак Т.В. Стан і перспективи виробництва в Україні зерна квасолі. *Збірник наукових праць*. Кам'янець-Подільський, 2007. № 15. С.92-96.
42. Дьяков А.Б. Чистая продуктивность фотосинтеза и площадь листовой поверхности располагающихся по густоте посевов подсолнечника. *Науч. техн. бюл. ВНИИ масличных культур*. 1988. Вып. 4. С. 42-46.
43. Економічна енциклопедія: у трьох томах. Т. 2. / Редкол.: С.В. Мочерний (відп. ред.) та ін. Київ: Видавничий центр «Академія», 2000. 864 с.
44. Жук О.Я., Сич З.Д. Насінництво овочевих культур: *навчальний посібник*. Вінниця: Глобус-ПРЕС, 2011. 450 с.
45. Зволинский В.П., Мухортова Т.В., Салдаев А.М., Салдаев Г.А. Патент на изобретение № 2415555 «Способ возделывания фасоли обыкновенной *Phaseolus vulgaris* L. в условиях резко континентального климата при

- капельном орошении»; Заявитель Государственное научное учреждение Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия Российской академии сельскохозяйственных наук; заявлен 24.04.2009; дата публикации 10.04.2011, Бюл. 10. 12 с.
46. Зволинский В.П., Мухортова Т.В., Салдаев А.М., Салдаев Г.А., Сердюкова Е.В. Патент на изобретение № 2415535 «Способ возделывания овощной фасоли в условиях резко континентального климата»; Заявитель Государственное научное учреждение Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия Российской академии сельскохозяйственных наук; заявлен 24.04.2009; дата публикации 10.04.2011, Бюл. 10. 15 с.
47. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: *Підручник*. за ред. Зінченка О.І. Київ: Вища освіта, 2001. 591 с.
48. Іванюк С.В., Глявин А.В. Оцінка сортозразків квасолі звичайної на основі кореляції кількісних ознак та індексів. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 192-197.
49. Камінський В.Ф. Значення та шляхи стабілізації виробництва зернобобових культур в Україні. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2004. Спецвипуск. С. 138 -143.
50. Качинский Н.А. Физика почв. Москва: Высшая школа, 1975. 319 с.
51. Квасоля. URL: <http://dni.sumy.ua/agroscience/poperednyku-obrobitok-gruntu-ta-udobrenn> (дата звернення 03.02.2018)
52. Клиша А.І., Хорошун І.В. Вихідний матеріал селекції квасолі. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. Дніпропетровськ, 2008. № 2. С. 55-57.
53. Кобизева Л.Н. Теоретичні основи формування банку генетичних ресурсів зернобобових культур України та напрями його використання: автореф. дис... д-р с.-г. наук. 06.01.05. Дніпропетровськ. Інститут зернового госп-ва НААН України, 2011. 43 с.
54. Ковальчук Д. Особенности технологии выращивания фасоли овощной.

Настоящий хозяин, агрожурнал советов и рекомендаций для профессионалов. 2011. №12. С. 26-31.

55. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. *Почвоведение с основами геологии.* Москва: Колос, 2008. 439 с.
56. Кожемяков А.П., Белоброва С.Н., Орлова А.Г. Создание и анализ базы данных по эффективности микробных биопрепаратов комплексного действия. *Сельскохозяйственная биология.* 2011. №3. С. 112-115.
57. Кожемяков А.П., Попов А.А., Белоброва С.Н. Взаимодействие консорциумов микроорганизмов с растениями козлятника восточного и фасоли обыкновенной. *Сборник трудов конференции СПбГАУ «Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования».* Ч. 1. 2007. С. 18-21.
58. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростиздат, 2006. 385 с.
59. Колотілов В.В., Кобизева Л.Н., Силенко С.І. та ін. Колекція квасолі – джерело цінних господарських ознак для перспективних напрямків селекції. *Генетичні ресурси рослин.* 2006. №3. С. 61–67.
60. Колотілов В.В., Силенко С.І. Вихідний матеріал для селекції квасолі на стійкість до хвороб. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії.* Полтава, 2005. Т. 4 (23). С. 43-47.
61. Колотілов В.В., Силенко С.І. Генетичні ресурси зернобобових культур Устимівської дослідної станції рослинництва, результати та перспективи розвитку. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник.* Харків, 2005. Вип. 90. С. 331-338.
62. Колотілов В.В., Силенко С.І. Генофонд зернобобових культур Устимівської дослідної станції рослинництва: стан та використання в навчальному процесі вищої школи. *Біорізноманіття: теорія, практика та методичні аспекти вивчення у загальноосвітній та вищій школі (присвячується 120-річчю з дня народження М. І. Вавилова): матеріали*

- міжнародної науково-практичної конференції*. Полтава, 2008. С. 77-79.
63. Колотілов В.В., Силенко С.І. Принципи та методи створення базової, ознакової та учбової колекцій квасолі та чини. *Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання: матеріали міжнародної науково-практичної конференції*. Оброшино, 2005. С. 45-46.
64. Колотілов В.В., Силенко С.І. Створення базової, робочої та учбової колекції квасолі та чини на Устимівській дослідній станції рослинництва. *Генетичні ресурси рослин*. 2005. №2. С. 92-97.
65. Кононенко В.М. Выращивание фасоли овощной. *Настоящий хозяин*. – 2011. №6. С. 20-21.
66. Конончук О.Б., Веселовська О.Я. Вплив наномолібдену на ростові процеси квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.). *Біологічні дослідження: Збірник наукових праць VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Біологічні дослідження – 2017»*. 2017. С. 27-28.
67. Корнієнко С.І. Статистична характеристика тривалості фаз вегетаційного періоду квасолі звичайної в селекції на адаптивність. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 64-70.
68. Корнієнко С.І., Горова Т.К., Куц О.В., Сайко О.Ю. Патент на корисну модель № 97538 «Спосіб вирощування насіння квасолі звичайної з використанням мікробного препарату»; заявник і патентовласник Інститут овочівництва і баштанництва НААНУ; заявл. 26.08.2014; опубл. 25.03.2015, Бюл. №6. 4 с.
69. Костюк О.О. Формування врожаю бобу овочевого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук. 06.01.06. Київ. Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2015. 25 с.
70. Краєвська Л.С. Особливості формування показників фотосинтетичної

продуктивності квасолі звичайної в залежності від передпосівної обробки насіння. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2017. №6. Том 1. С. 166-174.

71. Крутило Д.В., Надкернична О.В., Шерстобоева О.В. Різноманіття бульбочкових бактерій квасолі в агроценозах України. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 3. С. 117-125.
72. Крючкова О.В. Антракноз квасолі та заходи обмеження його розвитку в умовах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» Васильківського району Київської області: магістерська робота за спеціальністю 8.09010501 «Захист рослин». Київ: НУБіП, 2010. URL: <http://elibrary.nubip.edu.ua/2707/1/%D0%9A%D1%80%D1%8E%D1%87%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0.doc> (дата звернення 24.02.2016).
73. Кулик Е.Н. Миграция тяжелых металлов в системе «почва-растение» при внесении осадка сточных вод в малоплодородные бурые лесные почвы Приамурья: автореф. дис... канд. биолог. наук. 03.02.08. Дальневосточный государственный аграрный университет. Благовещенск, 2011. 26 с.
74. Кулик Е.Н., Радомская В.И. Особенности транслокации тяжелых металлов в бобовые культуры при антропогенном воздействии. *Вестник КрасГАУ*. Вып. 8. Красноярск, 2011. – С. 83-88.
75. Лавренко С.О., Лавренко Н.М., Лиховид П.В., Пристемський О.С., Максимов Д.О., Пічура В.І., Влащук О.А., Максимов М.В. Стратегічні напрямки розвитку адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур за умов обмеженості природних і матеріальних ресурсів. *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. 67-68.
76. Лавренко С.О., Лавренко Н.М., Ревтьо О.Я., Максимов Д.О. Особливості

фенологічного розвитку квасолі звичайної в умовах Південного Степу України. *The development of nature sciences: problems and solutions: Conference Proceedings (The international research and practical conference), April 27-28, 2018*. Brno: Baltija Publishing. Т.1. Р. 42-46.

77. Лавренко С.О., Максимов Д.А., Лавренко Н.Н. Содержание белка в зерне и его условный сбор при выращивании фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*) в орошаемых условиях на юге Украины. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал*. ФГБНУ «РосНИИПМ». Вып. 1 (69). Новочеркасск: ИП Белусов А.Ю., 2018. С. 201-205.
78. Лазарева Е.К. Морфобиологические и биохимические особенности сортообразцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) в условиях Орловской области: автореф. дис... канд. биолог. наук. 06.01.05. ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова». Рамонь, 2006. 24 с.
79. Летуновский В.И., Акулов А.С. Патент на изобретение № 2192110 «Способ посева фасоли»; Заявитель Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур; заявлен 18.12.2000; дата публикации 10.11.2002. 6 с.
80. Линейный регрессионный анализ. URL: <http://www.statmethods.ru/konsalting/statistics-metody/111-regressionnyj-analiz.html> (дата обращения 03.02.2018)
81. Липчук В.В., Лисюк О.В. Методичні рекомендації з статистики. Львів: ЛДАУ, 2009. 93 с.
82. Лихочвор В.В. Практичні поради з вирощування зернових і зернобобових культур в умовах Західної України. Львів: Українські технології, 2001. 128 с.
83. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Українські технології, 2006. 730 с.

84. Лучна І.С. Селекційна цінність зразків квасолі за стійкістю до хвороб в умовах східної частини лісостепу України: автореф. дис... канд. с-г. наук. 06.01.05. Харків. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2010. 20 с.
85. Лучна І.С., Петренкова В.П. Характеристика колекційних сортозразків квасолі за екологічною пластичністю продуктивності та стійкості до хвороб. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків, 2009. Вип. 97. С. 154-161.
86. Лучна І.С., Петренкова В.П., Безугла О.М. Стійкість сортів квасолі до хвороб в умовах північно-східного Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. Харків, 2007. Вип. 4. С. 96-97.
87. Мазур О.В., Паламарчук В.Д., Мазур О.В. Порівняльна оцінка сортів квасолі звичайної за господарсько-цінними ознаками. *Збірник наукових праць ВНАУ: сільське господарство та лісівництво селекція, насінництво насіннезнавство та сортознавство*. 2017. №6. Том 1. С. 116-124.
88. Мазур О.В., Пороховник І.І. Селекція квасолі звичайної на ранньостиглість і зернову продуктивність. *Сільське господарство та лісівництво Селекція, насінництво, насіннезнавство та сортознавство*. 2016. №4. С. 118-124.
89. Мазур О.В., Роїк М.В., Паламарчук В.Д. Порівняльна оцінка сортозразків квасолі звичайної за комплексом цінних господарських ознак // *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2015. №1. С.68-77.
90. Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев І.С., Ігнат'єв Н.Н. Общее почвоведение. Москва: Колос, 2006. 456 с.
91. Матвієць В.Г., Силенко С.І., Кобизева Л.Н. та ін. Амінокислотний склад білка насіння квасолі. *Генетичні ресурси рослин*. 2008. №5. С. 106-113.
92. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ. Урожай. 1988. 208 с.

93. Микитюк А.В. Режим капельного орошения для получения гарантированного урожая фасоли пожнивно в условиях Краснодарского края: автореф. дисс... канд. техн. наук. 06.01.02. Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2013. 25 с.
94. Минеев В.Г., Добрецени Д., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. Москва: Колос, 1993. 415 с.
95. Минюк П.М. Фасоль. Минск: Ураджай, 1991. 92 с.
96. Мовчан К.І. Вплив способу сівби та густоти рослин на тривалість міжфазних періодів і урожайність квасолі звичайної в умовах правобережного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 21. С. 96-100.
97. Мовчан К.І. Формування урожайності та якості зерна квасолі звичайної залежно від способу сівби та густоти рослин в умовах лісостепу правобережного: автореф. дис... канд. с.-г. наук. 06.01.09. Вінниця. Вінницький національний аграрний університет; Український інститут кормів та сільського господарства Поділля, 2014. 20 с.
98. Муратов А.А. Формирование урожайности фасоли в зависимости от сроков посева и предпосевной обработки семян биологическими препаратами в условиях южной зоны Амурской области: дисс. ... канд. с.-х. наук. Благовещенск, 2009. 158 с.
99. Муха В.Д., Картамышев Н.И., Муха Д.В. Агрочвоведение. Москва: Колос, 2003. 528 с.
100. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. 15 Тимирязевское чтение. Москва, 1956. 94 с.
101. Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е., Чмара С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (Методы и задачи учета в связи с формированием урожаев). Москва: Изд-во Академии наук СССР, 1961. 133 с.
102. Носенко Ю. Товарне вирощування квасолі звичайної. *Агрономія сьогодні*. 2015. №9. С. 23-25.

103. Носирова М.Д. Научное обоснование приемов возделывания пожнивного маша (азиатской фасоли - *Phaseolus aureus* P.) в условиях орошаемых земель Таджикистана: автореф дисс... доктор. с.-х. наук. 06.01.01. Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемура. Душамбе, 2011. 47 с.
104. Носирова М.Д. Приемы возделывания пожнивного маша (азиатская фасоль) в условиях Центрального Таджикистана: автореф. дисс... канд. с.-х. наук. 06.01.09. Таджикский аграрный университет. Душанбе, 2003. 20 с.
105. Оборский С.Л. Разработка элементов технологии возделывания фасоли обыкновенной в условиях Среднего Приамурья: автореф. дисс... канд. с.-х. наук. 06.01.09. ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои». Благовещенск, 2006. 23 с.
106. Овощи. URL: <http://www.uaseed.com/Sad/369.htm> (дата обращения 15.12.2017)
107. Овчарук В.І. Фенологічні фази росту і розвитку рослин квасолі звичайної та їх тривалість в умовах західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2013. Вип. 83. С. 34-37.
108. Овчарук О.В. Агроекологічна характеристика сортів квасолі звичайної та їх продуктивність в умовах Західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2014. Вип. 85. С. 92-97.
109. Овчарук О.В. Квасоля – цінне джерело рослинного білка, зумовлене сортовими особливостями. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. № 1-2. С. 38-40.
110. Овчарук О.В. Особливості симбіотичної продуктивності сортів квасолі залежно від способів сівби в умовах лісостепу західного. *Агробіологія*. 2014. № 1 (109). С. 89-91.
111. Овчарук О.В. Особливості формування врожаю квасолі залежно від

- строків сівби і сорту в умовах південної частини західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. Київ - Подільський, 2006. Вип. 14. С. 129-131.
112. Определение щелочногидролизующего азота по Корнфилду. *Агрохимические методы исследования почв*. Москва: Наука, 1975. С. 98-99.
113. Орлов Д.С. Химия почв: учебник. Москва: Изд-во МГУ, 1992. 400 с.
114. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. Москва: Высшая школа, 2005. 558 с.
115. Осин А.А. Влияние микробиологических препаратов, минеральных удобрений на симбиоз, урожайность и белковую продуктивность сои и фасоли в условиях Центральной лесостепи России: автореф. дис... канд. с.-х. наук. 06.01.09. ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет». Орел, 2009. 23 с.
116. Осипова Г.С., Кожемяков А.П., Белоброва С.Н., Тхалаен Хадитха Ареф Рабеа. Обработывайте семена овощной фасоли биопрепаратами. *Картофель и овощи*. 2007. № 6. С. 23.
117. 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.
118. Петриченко В.Ф., Мовчан К.І. Вплив способу сівби та густоти рослин на індивідуальну продуктивність рослин квасолі звичайної. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 67. С. 64-69.
119. Пискунов А.С. Азот почвы и эффективность азотных удобрений на зерновых культурах в Предуралье. Пермь, 1994. 168 с.
120. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. Москва: Колос, 2004. 312 с.
121. Полянская Л.И., Рогулина Л.В. Содержание белка в зерне фасоли. Селекция и семеноводство. 1986. Вып. 61. С. 63-65.

122. Полянська Л., Чалий О., Гуторова О., Свиридов О. Квасоля в сучасних умовах господарювання. *Пропозиція* 2008 URL: <http://propozitsiya.com/ua/kvasolya-v-suchasnih-umovah-gospodaryuvannya> (дата звернення 15.12.2017)
123. 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.
124. Просвиркина А.Г. Агрометеорологические условия и продуктивность проса. Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. 175 с.
125. Радченко С.Г. Методология регрессионного анализа: монография. Киев: Корнийчук, 2011. 376 с.
126. Радченко С.Г. Устойчивые методы оценивания статистических моделей: монография. Киев: ПП «Санспарель», 2005. 504 с.
127. Ринькис Г.Я., Ноллендорф В.Ф. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. Рига: Зинатне, 1982. 304 с.
128. Родионова В.Н. Влияние микроэлементов (Zn, Se, Cr) на продуктивность и качество яровой пшеницы и фасоли: автореф. дисс... канд. биолог. наук. 06.01.04. Всероссийский научно-исследовательский институт удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова. Москва, 2001. 19 с.
129. Садова І. Новаторська соя і квасоля Handmade. *Агробізнес сьогодні* 2015 URL:<http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2273-novatorska-soia-i-kvasolia-handmade.html> (дата звернення 10.12.2017)
130. Сайко О.Ю. Вихідний матеріал для селекції квасолі звичайної на придатність до механізованого збирання та переробки: автореф. дис... канд. с.-г. наук. 06.01.05. Інститут овочівництва і баштанництва. Харків, 2015. 20 с.
131. Сайко О.Ю. Джерела для селекції квасолі овочевої, придатні до механізованого збирання. *Овочівництво і баштанництво*. 2012. Вип. 58.

С. 269-273.

132. Сайко О.Ю. Ефективний спосіб вирощування квасолі звичайної. *Овочівництво і багтанництво*. 2015. Вип. 61. С. 200-206.
133. Сало О.С. Ефективність різних способів посіву квасолі Харківська штамба в Лівобережному Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство*. 1998. № 2. С. 137-143.
134. Самофалова И.А. Химический состав почв и почвообразующих пород: учебное пособие. Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2009. 132 с.
135. Свідерко М.С., Болехівський В.П., Волощук І.С., Беген Л.Л., Тимків М.Ю., Козак С.В., Купчак Л.Я., Труш Н.М. Урожай і якість зерна сортів квасолі залежно від умов живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52. С. 101-107.
136. Силенко С.І. Селекційна цінність сучасного генофонду квасолі та створення вихідного матеріалу для селекції в лівобережній частині Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук. 06.01.05. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2009. 20 с.
137. Стрижов В.В., Крымова Е.А. Методы выбора регрессионных моделей. Москва: ВЦ РАН, 2010. 60 с.
138. Технологии возделывания фасоли. URL: <http://www.xn--80awiln6c.xn--p1ai/catalog/tehnologii-vozdelyvaniya-fasoli.html> (дата обращения 10.11.2017)
139. Технология выращивания фасоли овощной! *Настоящий хозяин, АгроЖурнал*. 2014. URL: <http://kopani.org.ua/sf-forum/?forum=2&topic=195> (дата звернення 15.12.2017)
140. Технологія вирощування квасолі. URL: <http://kursak.net/tehnologiya-viroshhuvannya-kvasoli-kursova> (дата звернення 15.12.2017)
141. Томмэ М.Ф. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Москва: Колос, 1969. 360 с.

142. Туаева И.В. Продуктивность и качество фасоли в зависимости от условий выращивания в предгорной зоне РСО-Алания: автореф. дисс... канд. с.-х. наук. 06.01.09. ФГОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет». Владикавказ, 2008. 24 с.
143. Турак О.Д. Продуктивність квасолі залежно від дії агротехнічних заходів вирощування в умовах Передкарпаття. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер.: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство*. 2013. № 2. С. 153-156.
144. Ушкаренко В., Лавренко С., Максимов Д., Негуляєва Н. Економічна ефективність вирощування квасолі звичайної в зрошуваних умовах Південного Степу України. *Техніка і технології АПК: науково-виробничий журнал*. Київ: ДП «УкрЦВТ», 2017. № 11(98)/листопад/2017. С. 36-39.
145. Ушкаренко В.А., Лазарев Н.Н., Голобородько С.П., Коковихин С.В. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве: *монография*. Москва: Изд. РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 336 с.
146. Ушкаренко В.О., Коковіхін С.В., Вожегова Р.А., Голобородько С.П. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): *навчальний посібник*. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.
147. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О. Вплив технологічних прийомів вирощування на величину насінин квасолі звичайної в Південному Степу України. *Інноваційні технології в рослинництві: матеріали наукової інтернет-конференції, (15 травня 2018 р., м. Кам'янець-Подільський)*. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 188-190.
148. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О. Енергетична ефективність вирощування квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris l.*) при зрошенні в умовах Південного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Київ: Видавництво «Основа», 2018. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 282-

291.

149. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О. Математичне моделювання врожаю зерна квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris L.*) залежно від технологічних прийомів її вирощування. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. Вип. 99. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 148-152.
150. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О. Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив та ширини міжряддя при зрошенні. *Меліорація і водне господарство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон: Олді-Плюс, 2017. Том 1, № 106 (2). С. 71-76.
151. 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.
152. 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: ПНЦ НАН України і МОН України, 2017. Вип. XV. С. 72.
153. 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.

154. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О., Лавренко Н.М. Окупність внесених мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі звичайної в зрошуваних умовах Південного Степу України. *Матеріали регіональної науково-практичної інтернет-конференції «Зрошуване землеробство: сьогодення, проблеми, перспективи» (2-3 листопада 2017 р.): [До 80-річчя професора Ківера В.Х.]*. Дніпро : ДДАЕУ, 2017. С. 85-87.
155. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О., Лавренко Н.М. Патент на корисну модель №125833 «Спосіб вирощування квасолі звичайної при зрошенні»; заявник і патентовласник Лавренко Сергій Олегович; заявл. 22.12.2017; опубл. 25.05.2018, Бюл. №10. 4 с.
156. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О., Лавренко Н.М. Патент на корисну модель №125835 «Спосіб визначення величини врожаю зерна квасолі звичайної за елементами технології вирощування»; заявник і патентовласник Лавренко Сергій Олегович; заявл. 22.12.2017; опубл. 25.05.2018, Бюл. №10. 4 с.
157. Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Остапенко А.І., Бойко І.О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур. Херсон, 1997. 21 с.
158. Ушкаренко В.О., Свиридов О.В., Лавренко С.О., Шепель А.В., Лавренко Н.М. Планування наукових досліджень: *методичні вказівки*. Херсон: РВЦ «Колос» ХДАУ, 2013. 60 с
159. Ушкаренко В.О., Найденьова В.О., Лазер П.Н., Свиридов О.В., Лавренко С.О., Лавренко Н.М. Наукові дослідження в агрономії: *навчальний посібник*. Херсон: Грінь Д.С., 2016. 316 с.
160. Ушкаренко В.О., Нікіщенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В.

Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: *навчальний посібник*. Херсон: Айлант, 2008. 372 с.

161. Фасоль чёрная Прето. URL: <http://fasol.tv/fasolepedia/detail.php?ID=13> (дата обращения 05.06.2017).
162. Фёрстер Э., Рёнц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Москва: Финансы и статистика, 1981. 302 с.
163. Филимонова Ю. А. Биологические особенности и продуктивность сортов фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) овощного использования из коллекции ВИР в условиях Краснодарского края: автореф. дисс... канд. с.-х. наук. 06.01.05. Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства. Санкт-Петербург, 2009. 18 с.
164. Фурман Т.В., Дудчак В.П. Особливості технології вирощування виткої квасолі. *Збірник наукових праць*. Кам'янець-Подільський, 2004. № 12. С. 112-116.
165. Хадитха Ареф Рабеа Тхалаен Биологические особенности и приемы агротехники овощной фасоли в условиях Ленинградской области: автореф. дисс. канд. с.-х. наук. 06.01.06. Российский ГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. Москва, 2009. 23 с.
166. Хохоева Н.Т. Агротехнические основы повышения продукционной деятельности посевов фасоли в лесостепной зоне Республики Северная Осетия-Алания: автореф. дисс... канд. наук. 06.01.09. ФГУВПО «Горский государственный аграрный университет». Владикавказ, 2009. 24 с.
167. Чередниченко Л.І., Литвинюк Г.В. Ботанічна характеристика та біологічні особливості квасолі овочевої. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2017. №5. С. 108–117.
168. Чередниченко Л.І., Литвинюк Г.В. Особливості технології вирощування квасолі овочевої (цукрової) на біб-лопатку. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2017. №6. С. 22-31.
169. Чинчик О.С. Особливості формування показників фотосинтетичної

продуктивності квасолі звичайної під впливом екограну і мінеральних добрив. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 88-92.

170. Шатковский А., Матвиец А. Черевичный Ю. Капельное орошение бобовых овощных культур. *Овощеводство*. URL: <http://www.ovoshevodstvo.com/journal/browse/201006/article/184> (дата обращения 20.03.2018)
171. Швиденко М.В. Мінливість посівних та врожайних якостей насіння квасолі звичайної залежно від абіотичних і технологічних факторів: автореф. дис... канд. с.-г. наук. 06.01.14. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. Харків, 2006. 19 с.
172. Шкатула Ю.М. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах квасолі. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. № 4. С. 73-76.
173. Шкатула Ю.М., Булавко О.В. Вплив гербіцидів та стимуляторів росту на забур'яненість та врожайність насіння квасолі. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2017. №5. С. 232-240.
174. Шконде Э.И., Королева И.Е. О природе и подвижности почвенного азота. *Агрoхимия*. 1964. №10. С. 17-36.
175. 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.
176. Шляхтуров Д.С. Особливості формування продуктивності квасолі залежно від технології вирощування в умовах північного Лісостепу: автореф. дис... канд. с.-г. наук. 06.01.09. Київ. Національний науковий центр «Інститут землеробства» УААН, 2009. 21 с.
177. Шляхтуров Д.С. Продуктивність сортів квасолі залежно від технологічних заходів в умовах північної частини Лісостепу. *Землеробство*. 2014. Вип. 1-2. С. 84-87.

178. Шляхтуров Д.С. Урожайність квасолі звичайної залежно від технології вирощування і погодних умов. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН»*. Київ: ВД «ЕКМО», 2008. Вип. 3-4. С. 85-89.
179. Шляхтуров Д.С., Камінський В.Ф., Голодна А.В. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах північного Лісостепу. *Землеробство*. Київ, 2008. Вип. 80. С. 109-115.
180. Шувар А.М., Свідерко М.С., Беген Л.Л., Тимків М.Ю., Купчак Л.Я. Продуктивність квасолі залежно від елементів захисту рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55(2). С. 119-124.
181. Щербакова О.М. Продуктивність нуту та активність бобово-ризобіальної системи рослин за передпосівної обробки насіння в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук. 06.01.09. Київ. Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2015. 25 с.
182. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур. Волгоград. 1985. 30 с.
183. Як вирощувати квасолю. *Дача*. URL: <http://diznausyak.xyz/dacha/pravilnij-gorod/30114-jak-viroshhuvatikvasolju.html> (дата звернення 15.02.2018)
184. Abebe G. Effect of NP fertilizer and moisture conservation on the yield and yield components of haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the semi-arid zones of the Central Rift Valley in Ethiopia. *Advances in Environmental Biology*. Vol. 3 (3). 2009. P. 302-307.
185. Ayers R.S., Westcott D.W. Water Quality for Agriculture: FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rev. 1. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985. 174 p.
186. Chandra R., Rajput C.B.S., Singh K.P. and other. A note of the effect of nitrogen, phosphorus and Rhizobium culture on growth and yield of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Haryana Journal of Horticultural Sciences*.

1987. Vol. 16(1). P. 145-147.
187. Commercial Snap Bean Production in Georgia. Bulletin 1369. July, 2013. 44 p. URL: <http://extension.uga.edu/publications/detail.cfm?number=B1369> (дата звернення 14.05.2018)
188. Dahatonde B.N., Nalawar R.V. Effect of nitrogen and irrigation levels on yield and water use efficiency of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Indian Journal of Agronomy*. 1996. Vol. 41 (2). P. 265–268.
189. Devi J., Gupta V. P. Genetic parameters of radiation-induced variability and appropriate mutagenic generation of effective selection for seed yield, harvest index and seeds per pod in kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 1997. Vol. 67 (9). P. 418-421.
190. Devore J.L. Probability and statistics for engineering and the sciences. Cengage learning. Boston. 2011. 776 p.
191. Dhatonde B.N., Nalamwar R.V. Effect of nitrogen and irrigation levels on yield and water use of French bean (*Phaseolus vulgaris*). *Indian Journal of Agronomy*. 1996. Vol. 41 (2). P. 265-268.
192. Disciplinary di produzione della denominazione d'origine protetta «fagioli bianchi di rotonda». URL: <http://www.dop-igp.eu/flex/AppData/Redational/pdf/Fagioli%20Bianchi%20di%20Rotonda.pdf> (дата звернення 10.05.2017)
193. Dpsin G.H. Scab-resistant genotypes of field bean (*Phaseolus vulgaris*) under high rainfall conditions of Zambia. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2002. Vol. 72 (1). P. 48.
194. Dpsln G.H. Tolerance to soil acidity in field bean (*phaseolus vulgaris*) under high rainfall conditions of Zambia. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2001. Vol. 71 (12). P. 780-782.
195. Dubey Y.P., Datt N. Affectivity of *Rhizobium leguminosarum phaseoli* with nitrogen in French bean (*Phaseolus vulgaris*) - wheat (*Triticum aestivum*) cropping sequence. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2008. Vol. 78 (2). P. 167-169.
196. Fagiolo - *Phaseolus vulgaris*. URL: <https://www.giardinaggio.it>

- /orto/singoleorticole/fagiolo/fagiolo.asp (дата звернення 03.05.2017)
197. Fagiolo di lamon della vallata bellunese. URL: http://www.ciboitaliano.com/dettaglio_ortofrutticoli.php?id=396 (дата звернення 03.05.2017)
198. Fagiolo *Regione campania. Assessorato Agricoltura «Disciplinari di Produzione Integrata» Aggiornamento.* 2017. URL: <http://www.agricoltura.regione.campania.it/disciplinari/2017/fagiolo.pdf> (дата звернення 05.06.2017)
199. Fagiolo. URL: <http://www.agribionotizie.it/fagiolo/> (дата звернення 03.05.2017)
200. Fasola. URL: <https://www.target.com.pl/porady-i-inspiracje/uprawy/warzywa/fasola> (дата звернення 03.05.2017)
201. Fasulye Yetiřtiricilipi: Milli Eđitim Bakanlıđı tarafından geliřtirilen modřller. Ankara, 2008. 44 p.
202. Fininsa C. Effects of planting pattern, relative planting date and intra-row spacing on a haricot bean maize intercrop. *African Crop Science Journal*. 1997. Vol. 5 (1). P. 15-22.
203. Furness R.W., Bryant D.M. Effect of wind on field metabolic rates of breeding northern fulmars. *Ecology*. 1996. Vol. 77 (4). P. 1181-1188.
204. Gidago G., Beyene S., Worku W., Sodo E. The response of haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to phosphorus application on Ultisols at Areka, Southern Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 2011. Vol. 1 (3). P. 38-49.
205. Graham P.H., Ranalli P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research*. Vol. 53 (1-3). P. 131-146.
206. Hegde D.M., Dwivedi B.S. Integrated nutrient supply and management as a strategy to meet nutrient demand. *Fertilizer News*. 1993. Vol. 38(12). P. 49-59.
207. How to Grow Black Beans. URL: <http://www.heirloom-organics.com/guide/va/1/guidetogrowingblackbeans.html> (дата звернення 16.07.2017)
208. Jaiswal H.K., Singh U.P., Singh O.N., Rai B. Technological basis for

- increasing production of French bean in plains. *Indian Farming*. 1997. Vol. 47(1). P. 15-18.
209. Kenjale S.T., Koli B.D., Shaikh A.A. Effect of crop geometry on growth and yield of French bean (*Phaseolus vulgaris*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 1995. Vol. 65 (2). P. 136-137.
210. Kumar A., Omae H., Egawa E. and other. Adaptation to heat and drought stresses in snap bean (*Phaseolus vulgaris*) during reproductive stage of development. *Japanese Agricultural Research Quarterly*. 2006. Vol. 40. P. 213-216.
211. Kumar R.P., Singh O.N., Singh Y., Dwivedi S., Singh J.P. Effect of integrated nutrient management on growth, yield, nutrient uptake and economics of french bean (*Phaseolus vulgaris*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2009. Vol. 79 (2). P. 34-40.
212. Kỹ thuật trồng các loại đậu xanh, đậu pò và đậu đen/ URL: <https://wikicachlam.com/ky-thuat-trong-cac-loai-dau-xanh-dau-va-dau-den/> (дата звернення 08.05.2017)
213. Likhovid P.V. Analysis of the Ingulets irrigation water quality by agronomical criteria. *Success of Modern Science and Education*. Vol. 5. 2015. P. 10-12.
214. Logan M. Biostatistical design and analysis using R: A practical guide. John Wiley & Sons, 2011. 546 p.
215. Lykhovyd P.V. Global warming inputs in local climate changes of the Kherson region: Current state and forecast of the air temperature. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 8 (2). 2018. P. 39-41.
216. Lykhovyd P.V., Kozlenko Ye.V. Assessment and forecast of water quality in the River Ingulets irrigation system. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8 (1). P. 350-355.
217. Lykhovyd P.V., Lavrenko S.O. Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 7 (4). P. 18-24.
218. MacKenzie J. Growing beans in Minnesota home gardens. *University of*

- Minnesota extension*. URL: <https://www.extension.umn.edu/garden/yard-garden/vegetables/growing-beans-in-minnesota-home-gardens/> (дата звернення 08.05.2017)
219. Nimbalkari C.A., Bavrskar A.P., Desap U.T., Navale P.A. Stability of seed yield and yield contributing characters in french bean (*Phaseolus vulgaris*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2002. Vol. 75 (7). P. 433-435.
220. Omae H., Kumar A., Egawa E. and other. Assessing drought tolerance of snap bean (*Phaseolus vulgaris*) from genotypic differences in leaf water relations, shoot growth and photosynthetic parameters. *Plant Production Science*. 2007. Vol. 10. P. 28-35.
221. Omae H., Kumar A., Egawa E. and other. Genotypic differences in plant water status and relationship with reproductive responses in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during water stress. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*. 2005. Vol. 49. P. 1-7.
222. Omwueme I.C., Sinha T.D. Field crop production in Tropical Africa. CTA, Wageningen, Netherlands. 1999. 480 p.
223. 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 Sciences*. 1995. Vol. 65 (5). P. 341-344.
224. Pawłowska B. Uprawa fasoli szparagowej pod folią. *Hasło ogrodnicze*, 2003. URL: <http://www.ho.haslo.pl/article.php?id=1252> (дата звернення 17.03.2017)
225. Piątek M., Media H. Uprawa fasoli szparagowej. *Warzywapolowe*, 2016. URL: <http://www.warzywapolowe.pl/uprawa-fasoli-szparagowej/> (дата звернення 14.06.2017)
226. Rana M.C., Datt N., Singh M. Effect of Rhizobium culture in combination with organic and chemical fertilizers on rajmas (*Phaseolus vulgaris*) under dry temperate conditions of Himachal Pradesh. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2006. Vol. 76 (3). P. 151-153.

227. Romero-Arenas O., Damián Huato M.A., Rivera Tapia J.A., Báez Simón A., Huerta Lara M., Cabrera Huerta E. The Nutritional value of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and its importance for Feeding of Rural communities in Puebla-Mexico. *International Research Journal of Biological Sciences*. 2013. Vol. 2(8). P. 59-65.
228. Rosner B. Fundamentals of biostatistics. Duxbury Press, Belmont, CA. 2006. 891 p.
229. Shari D.K., Sharmn A., Singh L. Improvement in nutrition quality of greengram (*Phaseolus radiatus*) as influenced by fertilization and inoculation. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2002. Vol. 72 (4). P. 210-212.
230. Szafirowska A. Instrukcja uprawy fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) nasiona w warunkach ekologicznych. *Instytut ogrodnictwa skierniewice*. 2014. P. 10.
231. Thakur R.N., Aryn P.S., Thakur S.K., Response of french bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties to fertilizer levels, Rhizobium inoculation and their residual effect on onion (*Allium cepa*) in mid-hills of north-western Himalayas. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 1999. Vol. 69 (6). P. 416-418.
232. Thakuri H.L., Guptn J.C., Kalin N.R., Vermn S., Sharmn K. C Phenotypic stability for grain yield and maturity in french bean (*Phaseolus vulgaris*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2001. Vol. 71 (11). P. 721-722.
233. Turuko M., Mohammed. A. Effect of different phosphorus fertilizer rates on growth, dry matter yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *World Journal of Agricultural Research*. Vol. 2 (3). 2014. P. 88-92.
234. Uprawa fasoli. *Budowaplus.Pl*, 2011. URL: <http://pl.pl.allconstructions.com/portal/categories/49/1/0/1/article/7450/uprawa-fasoli> (дата звернення 10.03.2017)
235. Ushkarenko Viktor O., Lavrenko Sergiy O., Lykhovyd Pavlo V., LavrenkoNataliia M., Maksymov Dmytro O. Yield components of haricot beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on cultivation technology elements at

- the irrigated lands of the Steppe zone. *Modern Phytomorphology*. - Volume 12. –2018. - P. 73–79. (<https://doi.org/10.5281/zenodo.1295697>)
236. 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.
237. Watering & Fertilizing Beans. *The National Gardening Association. Learning Library. Editors*. URL: <https://garden.org/learn/articles/view/454/> (дата звернення 15.05.2017)
238. Yhuda Teknologi budidaya kacang hijau (*vigna radiata* L.) Di lahan sawah // Cinta Pertanian, 2012. URL: <http://huda-pertanianku.blogspot.com/2012/05/teknologi-budidaya-kacang-hijau-vigna.html> (дата звернення 14.02.2017)
239. Zagyrska K. Czas siewu fasoli szparagowej - jak uprawiaж to warzywo w gruncie? *Sadyogrody*. 2015. URL: http://www.sadyogrody.pl/warzywa/102/czas_siewu_fasoli_szparagowej_jak_uprawiac_to_warzywo_w_gruncie,1395.html (дата звернення 04.05.2018)
240. Zengin M. Fasulyenin gübrenlenmesi. İGSAŞ, 2018. URL: www.kutahyaazot.com/.../Fasulyenin_Gubrenlenmesi.pdf (дата звернення 10.10.2017)
241. 검은콩 강낭콩 차이는? URL: <http://tip.daum.net/question/38910466> (дата звернення 10.03.2017)
242. 검은콩 재배기술. URL: http://baike.jlcnwb.com/bbs/board.php?bo_table=07_1&wr_id=1 (дата звернення 10.03.2017)

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Температура повітря за вегетаційний період квасолі звичайної, °С
(дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	2014 рік	2015 рік	2016 рік
Березень	1	5,5	3,6	7,8
	2	7,8	5,4	4,3
	3	8,8	6,3	6,8
	за місяць	7,4	5,2	6,3
	середньобагаторічне	2,3		
	± до багаторічних	+5,1	+2,9	+4,0
Квітень	1	7,6	5,7	11,3
	2	12,4	10,9	14,3
	3	14,5	11,3	12,3
	за місяць	11,5	9,3	12,6
	середньобагаторічне	10,0		
	± до багаторічних	+1,5	-0,7	+2,6
Травень	1	13,7	13,9	14,5
	2	17,8	17,4	15,3
	3	22,2	19,6	18,5
	за місяць	18,0	17,0	16,2
	середньобагаторічне	16,0		
	± до багаторічних	+2,0	+1,0	+0,2
Червень	1	22,4	21,3	17,8
	2	20,0	21,3	21,9
	3	20,0	20,0	26,5
	за місяць	20,8	20,9	22,1
	середньобагаторічне	19,9		
	± до багаторічних	+0,9	+1,0	+2,2
Липень	1	23,5	22,8	22,4
	2	25,5	21,0	25,8
	3	26,1	26,0	25,0
	за місяць	25,1	23,4	24,4
	середньобагаторічне	21,9		
	± до багаторічних	+3,2	+1,5	+2,5
Серпень	1	27,8	26,0	26,0
	2	25,1	23,8	23,3
	3	21,0	22,9	24,7
	за місяць	24,5	24,2	24,7
	середньобагаторічне	21,3		
	± до багаторічних	+3,2	+2,9	+3,4

Додаток А.2

**Кількість опадів за вегетаційний період квасолі звичайної, мм
(дані метеостанції м. Херсон)**

Місяць	Декада	2014 рік	2015 рік	2016 рік
Березень	1	0,0	10,9	9,4
	2	0,0	23,1	0,3
	3	32,0	19,8	9,4
	за місяць	32,0	53,8	19,1
	середньобагаторічне	26,0		
	± до багаторічних	+6,0	+27,8	-6,9
Квітень	1	0,0	52,9	1,2
	2	29,2	2,5	45,5
	3	0,3	10,1	10,1
	за місяць	29,5	65,5	56,8
	середньобагаторічне	33,0		
	± до багаторічних	-3,5	+32,5	+23,8
Травень	1	33,0	13,7	12,7
	2	5,2	2,5	38,3
	3	0,0	70,7	20,7
	за місяць	38,2	86,9	71,7
	середньобагаторічне	42,0		
	± до багаторічних	-3,8	+44,9	+29,7
Червень	1	13,3	7,1	16,2
	2	28,6	3,4	12,8
	3	22,5	27,8	14,0
	за місяць	64,4	38,3	43,0
	середньобагаторічне	45,0		
	± до багаторічних	+19,4	-6,7	-2,0
Липень	1	0,0	84,9	21,6
	2	9,4	19,7	0,0
	3	10,0	0,0	24,7
	за місяць	19,4	104,6	46,3
	середньобагаторічне	49,0		
	± до багаторічних	-29,6	+55,6	-2,7
Серпень	1	11,1	0,0	0,6
	2	0,8	12,1	0,0
	3	8,8	0,0	26,1
	за місяць	20,7	12,1	26,7
	середньобагаторічне	38,0		
	± до багаторічних	-17,3	-25,9	-11,3

Додаток А.3

Відносна вологість повітря за вегетаційний період квасолі звичайної, %
(дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	2014 рік	2015 рік	2016 рік
Березень	1	83	79	85
	2	60	79	71
	3	67	76	77
	за місяць	70	78	78
	середньобагаторічне	77		
	± до багаторічних	-7	+1	+1
Квітень	1	60	77	63
	2	74	72	77
	3	63	72	74
	за місяць	65	73	71
	середньобагаторічне	69		
	± до багаторічних	-4	+4	+2
Травень	1	75	77	72
	2	75	62	79
	3	61	69	77
	за місяць	70	69	76
	середньобагаторічне	64		
	± до багаторічних	+6	+5	+12
Червень	1	64	61	70
	2	58	67	75
	3	64	73	62
	за місяць	62	67	69
	середньобагаторічне	67		
	± до багаторічних	-5	0	+2
Липень	1	53	74	61
	2	56	66	59
	3	49	67	54
	за місяць	52	69	58
	середньобагаторічне	61		
	± до багаторічних	-9	+8	-3
Серпень	1	45	49	55
	2	57	54	58
	3	56	46	62
	за місяць	52	49	59
	середньобагаторічне	62		
	± до багаторічних	-10	-13	-3

Додаток Б.1

**Фізичні властивості ґрунту на посівах квасолі звичайної за період
вегетації**

2014 рік

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Щільність складення ґрунту, г/см ³		Пористість ґрунту, %	
		сівба	збирання	сівба	збирання
20-22	0-10	1,15	1,22	56,2	53,5
	10-20	1,19	1,33	54,9	49,5
	20-30	1,29	1,40	51,0	47,0
	0-30	1,21	1,32	54,0	50,0
28-30	0-10	1,15	1,23	56,2	53,2
	10-20	1,19	1,28	54,6	51,2
	20-30	1,25	1,34	52,7	49,1
	0-30	1,20	1,28	54,5	51,2
НІР ₀₅ :	для глибини оранки	0,020	0,030	0,75	1,15
	для шару ґрунту	0,024	0,037	0,92	1,41
	комплексна дія	0,034	0,052	1,31	1,99

Додаток Б.2

**Фізичні властивості ґрунту на посівах квасолі звичайної за період
вегетації**

2015 рік

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Щільність складення ґрунту, г/см ³		Пористість ґрунту, %	
		сівба	збирання	сівба	збирання
20-22	0-10	1,15	1,25	56,0	52,2
	10-20	1,23	1,33	53,1	49,4
	20-30	1,30	1,40	50,8	47,1
	0-30	1,23	1,33	53,3	49,5
28-30	0-10	1,15	1,25	56,2	52,5
	10-20	1,21	1,29	53,9	50,9
	20-30	1,24	1,35	52,9	48,7
	0-30	1,20	1,30	54,3	50,7
НІР ₀₅ :	для глибини оранки	0,024	0,023	0,90	0,86
	для шару ґрунту	0,029	0,028	1,11	1,05
	комплексна дія	0,041	0,039	1,56	1,49

Додаток Б.3

**Фізичні властивості ґрунту на посівах квасолі звичайної за період
вегетації**

2016 рік

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Щільність складення ґрунту, г/см ³		Пористість ґрунту, %	
		сівба	збирання	сівба	збирання
20-22	0-10	1,16	1,25	55,6	52,2
	10-20	1,24	1,32	53,0	49,9
	20-30	1,30	1,39	50,7	47,3
	0-30	1,23	1,32	53,1	49,8
28-30	0-10	1,17	1,24	55,3	52,8
	10-20	1,23	1,28	53,2	51,2
	20-30	1,27	1,36	52,0	48,6
	0-30	1,22	1,29	53,5	50,9
НІР ₀₅ :	для глибини оранки	0,010	0,012	0,38	0,47
	для шару ґрунту	0,012	0,015	0,46	0,57
	комплексна дія	0,017	0,021	0,65	0,81

Додаток В.1

**Водопроникність ґрунту та кількість поглинутої води за першу годину
визначення на посівах квасолі звичайної за період вегетації**

2014 рік

Глибина оранки, см	Кількість поглинутої води за першу годину визначення, мм		Водопроникність ґрунту, мм/хв.	
	сівба	збирання	сівба	збирання
20-22	137,1	97,7	2,29	1,63
28-30	147,8	105,8	2,46	1,76
НІР ₀₅ :	2,68	2,24	0,045	0,037

Додаток В.2

**Водопроникність ґрунту та кількість поглинутої води за першу годину
визначення на посівах квасолі звичайної за період вегетації**

2015 рік

Глибина оранки, см	Кількість поглинутої води за першу годину визначення, мм		Водопроникність ґрунту, мм/хв.	
	сівба	збирання	сівба	збирання
20-22	159,6	106,8	2,66	1,78
28-30	167,9	121,4	2,80	2,02
НІР ₀₅ :	2,98	2,52	0,050	0,042

Додаток В.3

**Водопроникність ґрунту та кількість поглинутої води за першу годину
визначення на посівах квасолі звичайної за період вегетації**

2016 рік

Глибина оранки, см	Кількість поглинутої води за першу годину визначення, мм		Водопроникність ґрунту, мм/хв.	
	сівба	збирання	сівба	збирання
20-22	149,3	106,5	2,49	1,77
28-30	157,3	112,9	2,62	1,88
НІР ₀₅ :	2,87	3,13	0,048	0,052

Додаток Г.1

**Умовне споживання лужногідролізованого азоту рослинами квасолі
звичайної за вегетаційний період, мг/кг ґрунту**

2014 рік

Глибина оранки, см	Ширина міжряддя, см	Шар ґрунту, см	Фон живлення		
			Без добрив	N ₄₅ P ₄₅	N ₉₀ P ₉₀
20-22	15	0-30	78,7	101,3	118,0
		30-50	35,7	49,4	54,4
		0-50	61,5	80,5	92,6
	30	0-30	70,3	91,9	110,5
		30-50	33,0	48,6	52,6
		0-50	55,4	74,6	87,3
	45	0-30	68,0	91,8	104,8
		30-50	33,6	39,5	41,8
		0-50	54,2	70,9	79,6
	60	0-30	67,1	89,6	101,5
		30-50	33,9	38,9	41,5
		0-50	53,8	69,3	77,5
28-30	15	0-30	79,8	103,8	128,2
		30-50	38,4	51,2	66,2
		0-50	63,2	82,8	103,4
	30	0-30	72,4	98,9	129,5
		30-50	33,8	48,2	62,2
		0-50	57,0	78,6	102,6
	45	0-30	71,3	96,4	125,9
		30-50	33,3	47,7	61,7
		0-50	56,1	76,9	100,2
	60	0-30	68,3	92,9	117,0
		30-50	34,6	42,5	56,8
		0-50	54,8	72,7	92,9

Додаток Г.2

**Умовне споживання лужногідролізованого азоту рослинами квасолі
звичайної за вегетаційний період, мг/кг ґрунту**

2015 рік

Глибина оранки, см	Ширина міжряддя, см	Шар ґрунту, см	Фон живлення		
			Без добрив	N ₄₅ P ₄₅	N ₉₀ P ₉₀
20-22	15	0-30	81,5	106,0	124,5
		30-50	37,3	51,4	56,3
		0-50	63,8	84,2	97,2
	30	0-30	72,8	96,0	120,4
		30-50	33,8	50,0	57,7
		0-50	57,2	77,6	95,3
	45	0-30	69,4	93,5	115,4
		30-50	34,4	40,2	54,3
		0-50	55,4	72,2	91,0
	60	0-30	68,0	92,4	106,7
		30-50	33,8	40,9	42,6
		0-50	54,3	71,8	81,1
28-30	15	0-30	83,4	108,5	134,4
		30-50	39,7	52,9	67,9
		0-50	65,9	86,3	107,8
	30	0-30	79,9	104,0	131,9
		30-50	36,6	50,5	63,4
		0-50	62,6	82,6	104,5
	45	0-30	73,8	100,7	122,6
		30-50	34,4	49,1	58,7
		0-50	58,0	80,1	97,0
	60	0-30	70,9	96,4	122,3
		30-50	35,0	43,2	55,3
		0-50	56,5	75,1	95,5

Додаток Г.3

**Умовне споживання лужногідролізованого азоту рослинами квасолі
звичайної за вегетаційний період, мг/кг ґрунту**

2016 рік

Глибина оранки, см	Ширина міжряддя, см	Шар ґрунту, см	Фон живлення		
			Без добрив	N ₄₅ P ₄₅	N ₉₀ P ₉₀
20-22	15	0-30	79,3	104,9	124,5
		30-50	36,6	50,6	55,1
		0-50	62,2	83,2	96,7
	30	0-30	71,3	94,2	113,4
		30-50	33,2	49,1	53,2
		0-50	56,1	76,2	89,3
	45	0-30	70,9	94,1	113,0
		30-50	32,7	48,5	52,6
		0-50	55,6	75,9	88,8
	60	0-30	67,6	92,3	106,4
		30-50	32,7	39,5	41,4
		0-50	53,6	71,2	80,4
28-30	15	0-30	82,1	107,3	133,8
		30-50	38,7	51,6	66,8
		0-50	64,7	85,0	107,0
	30	0-30	81,1	106,5	132,0
		30-50	38,0	52,0	66,7
		0-50	63,9	84,7	105,9
	45	0-30	71,9	99,6	130,8
		30-50	33,5	47,8	61,7
		0-50	56,5	78,9	103,2
	60	0-30	69,3	94,4	121,7
		30-50	33,1	41,5	57,4
		0-50	54,8	73,2	96,0

Додаток Д.1

**Умовне споживання рухомого фосфору рослинами квасолі звичайної за
вегетаційний період, мг/кг ґрунту**

2014 рік

Глибина оранки, см	Ширина міжряддя, см	Шар ґрунту, см	Фон живлення		
			Без добрив	N ₄₅ P ₄₅	N ₉₀ P ₉₀
20-22	15	0-30	23,3	25,6	24,3
		30-50	2,7	5,5	11,5
		0-50	15,1	17,6	19,2
	30	0-30	22,0	23,9	22,6
		30-50	3,3	3,4	9,1
		0-50	14,5	15,7	17,2
	45	0-30	21,9	22,0	21,4
		30-50	2,3	3,1	8,3
		0-50	14,1	14,4	16,2
	60	0-30	18,8	21,2	19,1
		30-50	2,4	2,2	8,1
		0-50	12,2	13,6	14,7
28-30	15	0-30	23,7	25,8	26,3
		30-50	3,8	7,2	12,5
		0-50	15,7	18,4	20,8
	30	0-30	24,4	24,3	23,4
		30-50	1,7	8,4	12,6
		0-50	15,3	17,9	19,1
	45	0-30	23,9	23,6	23,5
		30-50	1,9	6,4	9,8
		0-50	15,1	16,7	18,0
	60	0-30	22,5	22,9	21,1
		30-50	3,4	4,8	10,5
		0-50	14,9	15,7	16,9

Додаток Д.2

**Умовне споживання рухомого фосфору рослинами квасолі звичайної за
вегетаційний період, мг/кг ґрунту**

2015 рік

Глибина оранки, см	Ширина міжряддя, см	Шар ґрунту, см	Фон живлення		
			Без добрив	N ₄₅ P ₄₅	N ₉₀ P ₉₀
20-22	15	0-30	23,9	25,7	24,7
		30-50	4,6	8,0	13,6
		0-50	16,2	18,6	20,3
	30	0-30	24,2	24,7	24,8
		30-50	2,0	5,6	11,1
		0-50	15,3	17,1	19,3
	45	0-30	22,2	24,2	24,4
		30-50	3,7	5,3	9,9
		0-50	14,8	16,6	18,6
	60	0-30	21,6	22,2	22,4
		30-50	1,4	4,4	10,5
		0-50	13,5	15,1	17,6
28-30	15	0-30	25,0	28,3	28,7
		30-50	5,6	9,3	15,0
		0-50	17,2	20,7	23,2
	30	0-30	23,3	25,5	27,1
		30-50	5,2	6,2	12,8
		0-50	16,1	17,8	21,4
	45	0-30	23,8	24,4	25,7
		30-50	2,4	6,0	11,2
		0-50	15,2	17,0	19,9
	60	0-30	22,3	22,5	23,2
		30-50	1,9	4,9	10,7
		0-50	14,1	15,5	18,2

Додаток Д.3

**Умовне споживання рухомого фосфору рослинами квасолі звичайної за
вегетаційний період, мг/кг ґрунту**

2016 рік

Глибина оранки, см	Ширина міжряддя, см	Шар ґрунту, см	Фон живлення		
			Без добрив	N ₄₅ P ₄₅	N ₉₀ P ₉₀
20-22	15	0-30	22,9	25,8	24,3
		30-50	3,4	7,5	11,8
		0-50	15,1	18,5	19,3
	30	0-30	22,3	25,0	24,7
		30-50	2,5	5,9	9,7
		0-50	14,4	17,4	18,7
	45	0-30	22,1	22,9	23,6
		30-50	1,6	5,5	9,9
		0-50	13,9	15,9	18,1
	60	0-30	21,7	21,8	22,4
		30-50	0,7	3,6	8,8
		0-50	13,3	14,5	17,0
28-30	15	0-30	24,2	27,2	27,6
		30-50	4,3	8,5	13,3
		0-50	16,2	19,7	21,9
	30	0-30	23,8	25,4	27,9
		30-50	3,5	7,0	11,5
		0-50	15,7	18,0	21,3
	45	0-30	23,2	25,8	27,2
		30-50	3,8	5,5	10,9
		0-50	15,4	17,7	20,7
	60	0-30	23,2	24,8	25,0
		30-50	0,6	5,2	10,6
		0-50	14,2	17,0	19,2

Додаток Е.1

**Висота рослин квасолі звичайної у фазу гілкування залежно від
досліджуваних факторів, см**

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	7,8	8,1	7,9
	N ₄₅ P ₄₅		7,7	8,2	7,7
	N ₉₀ P ₉₀		7,9	8,1	7,5
	Без добрив	30	7,6	8,0	7,8
	N ₄₅ P ₄₅		7,6	8,1	7,8
	N ₉₀ P ₉₀		7,8	8,1	7,6
	Без добрив	45	7,9	8,0	7,8
	N ₄₅ P ₄₅		8,0	8,0	7,4
	N ₉₀ P ₉₀		8,0	8,1	8,0
	Без добрив	60	7,7	7,9	7,5
	N ₄₅ P ₄₅		7,8	7,9	7,7
	N ₉₀ P ₉₀		8,0	8,1	7,8
28-30	Без добрив	15	8,3	8,2	7,8
	N ₄₅ P ₄₅		7,6	8,1	7,7
	N ₉₀ P ₉₀		7,9	7,9	7,3
	Без добрив	30	7,7	8,1	7,8
	N ₄₅ P ₄₅		7,8	8,0	7,4
	N ₉₀ P ₉₀		7,8	7,9	7,6
	Без добрив	45	7,6	7,9	7,3
	N ₄₅ P ₄₅		7,8	8,1	7,8
	N ₉₀ P ₉₀		7,6	8,1	7,8
	Без добрив	60	7,8	7,9	7,3
	N ₄₅ P ₄₅		7,8	7,9	7,1
	N ₉₀ P ₉₀		8,0	8,1	7,5
НІР ₀₅ , см:	для фактора	А	0,12	0,13	0,12
	для фактора	В	0,15	0,16	0,15
	для фактора	С	0,17	0,18	0,17
	для взаємодії	АВ	0,21	0,22	0,21
	для взаємодії	АС	0,24	0,25	0,24
	для взаємодії	ВС	0,30	0,31	0,29
	для комплексної дії	АВС	0,42	0,44	0,42

Додаток Е.2

**Висота рослин квасолі звичайної у фазу цвітіння залежно від
досліджуваних факторів, см**

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	28,5	29,7	27,9
	N ₄₅ P ₄₅		32,5	33,8	31,9
	N ₉₀ P ₉₀		36,8	37,3	34,3
	Без добрив	30	32,1	33,2	31,5
	N ₄₅ P ₄₅		37,6	35,7	36,7
	N ₉₀ P ₉₀		41,7	41,2	41,1
	Без добрив	45	34,6	37,6	36,0
	N ₄₅ P ₄₅		37,9	41,4	40,7
	N ₉₀ P ₉₀		42,7	46,7	45,3
	Без добрив	60	39,4	42,2	40,8
	N ₄₅ P ₄₅		40,2	46,9	43,6
	N ₉₀ P ₉₀		44,6	50,1	48,7
28-30	Без добрив	15	29,9	31,0	28,4
	N ₄₅ P ₄₅		33,4	34,7	32,8
	N ₉₀ P ₉₀		37,4	38,3	35,1
	Без добрив	30	33,0	33,5	32,1
	N ₄₅ P ₄₅		38,9	36,9	38,7
	N ₉₀ P ₉₀		43,0	42,0	42,1
	Без добрив	45	35,9	38,9	36,8
	N ₄₅ P ₄₅		38,1	42,7	41,6
	N ₉₀ P ₉₀		43,6	47,9	46,1
	Без добрив	60	40,3	43,4	42,5
	N ₄₅ P ₄₅		41,5	48,0	45,1
	N ₉₀ P ₉₀		45,5	52,3	48,9
НІР ₀₅ , см:	для фактора	А	0,42	0,56	0,48
	для фактора	В	0,51	0,68	0,59
	для фактора	С	0,59	0,78	0,68
	для взаємодії	АВ	0,72	0,96	0,83
	для взаємодії	АС	0,84	1,11	0,96
	для взаємодії	ВС	1,02	1,36	1,17
	для комплексної дії	АВС	1,45	1,92	1,66

Додаток Е.3

**Висота рослин квасолі звичайної у фазу повної стиглості зерна залежно
від досліджуваних факторів, см**

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	40,7	44,4	41,7
	N ₄₅ P ₄₅		44,1	48,7	46,8
	N ₉₀ P ₉₀		49,0	49,6	51,1
	Без добрив	30	43,7	49,6	45,6
	N ₄₅ P ₄₅		48,5	53,1	49,4
	N ₉₀ P ₉₀		52,6	56,7	55,9
	Без добрив	45	48,6	54,3	48,6
	N ₄₅ P ₄₅		51,2	59,8	52,6
	N ₉₀ P ₉₀		56,4	62,4	58,7
	Без добрив	60	52,2	58,1	52,1
	N ₄₅ P ₄₅		55,7	63,7	56,0
	N ₉₀ P ₉₀		59,8	69,0	60,4
28-30	Без добрив	15	41,9	45,9	42,2
	N ₄₅ P ₄₅		45,9	50,9	48,3
	N ₉₀ P ₉₀		49,8	52,9	52,2
	Без добрив	30	44,8	50,4	46,7
	N ₄₅ P ₄₅		49,3	54,7	51,3
	N ₉₀ P ₉₀		54,7	58,7	57,5
	Без добрив	45	49,4	56,3	49,7
	N ₄₅ P ₄₅		52,3	60,3	53,1
	N ₉₀ P ₉₀		57,4	64,0	59,9
	Без добрив	60	52,6	59,5	52,8
	N ₄₅ P ₄₅		56,5	64,6	57,3
	N ₉₀ P ₉₀		60,4	71,2	62,3
НІР ₀₅ , см:	для фактора	А	0,77	1,21	0,70
	для фактора	В	0,94	1,48	0,85
	для фактора	С	1,08	1,71	0,98
	для взаємодії	АВ	1,33	2,09	1,21
	для взаємодії	АС	1,53	2,42	1,39
	для взаємодії	ВС	1,88	2,96	1,71
	для комплексної дії	АВС	2,65	4,19	2,41

Додаток Ж.1

**Площа листкової поверхні квасолі звичайної у фазу гілкування залежно
від досліджуваних факторів, тис. м²/га**

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	0,83	0,91	0,86
	N ₄₅ P ₄₅		0,83	0,91	0,86
	N ₉₀ P ₉₀		0,83	0,92	0,87
	Без добрив	30	0,80	0,90	0,86
	N ₄₅ P ₄₅		0,80	0,91	0,86
	N ₉₀ P ₉₀		0,81	0,92	0,87
	Без добрив	45	0,79	0,88	0,84
	N ₄₅ P ₄₅		0,79	0,89	0,84
	N ₉₀ P ₉₀		0,80	0,91	0,85
	Без добрив	60	0,77	0,85	0,82
	N ₄₅ P ₄₅		0,77	0,89	0,84
	N ₉₀ P ₉₀		0,79	0,88	0,84
28-30	Без добрив	15	0,84	0,93	0,87
	N ₄₅ P ₄₅		0,85	0,94	0,87
	N ₉₀ P ₉₀		0,86	0,94	0,88
	Без добрив	30	0,80	0,93	0,86
	N ₄₅ P ₄₅		0,81	0,92	0,87
	N ₉₀ P ₉₀		0,83	0,92	0,87
	Без добрив	45	0,80	0,88	0,85
	N ₄₅ P ₄₅		0,81	0,88	0,85
	N ₉₀ P ₉₀		0,83	0,91	0,85
	Без добрив	60	0,80	0,89	0,84
	N ₄₅ P ₄₅		0,80	0,90	0,84
	N ₉₀ P ₉₀		0,80	0,91	0,85
НІР ₀₅ , тис. м ² /га:	для фактора	А	0,011	0,013	0,010
	для фактора	В	0,013	0,014	0,013
	для фактора	С	0,015	0,016	0,014
	для взаємодії	АВ	0,019	0,020	0,018
	для взаємодії	АС	0,022	0,023	0,020
	для взаємодії	ВС	0,027	0,028	0,025
	для комплексної дії	АВС	0,038	0,040	0,035

Додаток Ж.2

**Площа листкової поверхні квасолі звичайної у фазу утворення бобів
залежно від досліджуваних факторів, тис. м²/га**

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	39,45	40,81	39,45
	N ₄₅ P ₄₅		45,09	43,27	45,19
	N ₉₀ P ₉₀		49,55	46,82	48,75
	Без добрив	30	39,21	39,53	38,28
	N ₄₅ P ₄₅		44,60	42,56	42,61
	N ₉₀ P ₉₀		48,92	45,13	46,70
	Без добрив	45	38,14	38,41	37,79
	N ₄₅ P ₄₅		43,06	41,38	41,42
	N ₉₀ P ₉₀		47,18	44,22	44,33
	Без добрив	60	33,27	37,54	30,41
	N ₄₅ P ₄₅		36,76	38,09	34,40
	N ₉₀ P ₉₀		38,00	39,66	37,02
28-30	Без добрив	15	41,08	41,85	40,24
	N ₄₅ P ₄₅		46,45	45,04	46,49
	N ₉₀ P ₉₀		50,49	48,56	50,04
	Без добрив	30	39,77	41,44	39,34
	N ₄₅ P ₄₅		45,27	44,74	44,24
	N ₉₀ P ₉₀		49,44	47,84	48,56
	Без добрив	45	39,45	39,63	38,22
	N ₄₅ P ₄₅		44,40	43,01	41,73
	N ₉₀ P ₉₀		47,94	46,00	44,62
	Без добрив	60	34,25	38,61	30,94
	N ₄₅ P ₄₅		37,62	39,70	35,31
	N ₉₀ P ₉₀		40,95	40,05	38,00
НІР ₀₅ , тис. м ² /га:	для фактора	А	0,79	0,87	0,70
	для фактора	В	0,97	1,06	0,86
	для фактора	С	1,12	1,23	0,99
	для взаємодії	АВ	1,37	1,50	1,21
	для взаємодії	АС	1,58	1,73	1,40
	для взаємодії	ВС	1,93	2,12	1,71
	для комплексної дії	АВС	2,73	3,00	2,42

Додаток Ж.3

**Площа листкової поверхні квасолі звичайної у фазу повної стиглості
зерна залежно від досліджуваних факторів, тис. м²/га**

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	9,96	9,79	10,48
	N ₄₅ P ₄₅		12,01	12,11	11,92
	N ₉₀ P ₉₀		12,72	12,91	12,64
	Без добрив	30	9,20	9,03	9,76
	N ₄₅ P ₄₅		11,00	10,99	11,09
	N ₉₀ P ₉₀		11,64	11,72	11,18
	Без добрив	45	7,94	8,66	9,03
	N ₄₅ P ₄₅		9,64	9,78	9,91
	N ₉₀ P ₉₀		10,16	10,79	10,64
	Без добрив	60	7,76	7,55	8,26
	N ₄₅ P ₄₅		8,57	8,53	9,73
	N ₉₀ P ₉₀		9,16	9,30	10,03
28-30	Без добрив	15	10,03	10,12	10,48
	N ₄₅ P ₄₅		12,24	12,34	12,31
	N ₉₀ P ₉₀		13,07	13,13	13,11
	Без добрив	30	9,22	9,14	9,59
	N ₄₅ P ₄₅		11,28	11,26	11,43
	N ₉₀ P ₉₀		12,17	11,89	12,45
	Без добрив	45	8,33	9,02	9,52
	N ₄₅ P ₄₅		9,85	10,38	10,17
	N ₉₀ P ₉₀		10,42	11,49	10,73
	Без добрив	60	7,55	7,71	8,79
	N ₄₅ P ₄₅		8,47	8,71	9,89
	N ₉₀ P ₉₀		9,12	9,35	10,49
НІР ₀₅ , тис. м ² /га:	для фактора	А	0,14	0,16	0,22
	для фактора	В	0,18	0,20	0,27
	для фактора	С	0,20	0,23	0,32
	для взаємодії	АВ	0,25	0,28	0,39
	для взаємодії	АС	0,29	0,33	0,45
	для взаємодії	ВС	0,35	0,40	0,55
	для комплексної дії	АВС	0,50	0,56	0,78

Додаток 3

Кількість сформованих бобів на одній рослині квасолі звичайної, шт.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	13,03	16,20	12,60
	N ₄₅ P ₄₅		15,20	20,60	14,53
	N ₉₀ P ₉₀		15,40	21,10	14,40
	Без добрив	30	12,48	13,38	11,50
	N ₄₅ P ₄₅		13,50	15,20	12,38
	N ₉₀ P ₉₀		14,08	16,10	12,93
	Без добрив	45	11,00	12,03	10,38
	N ₄₅ P ₄₅		12,40	14,10	11,60
	N ₉₀ P ₉₀		12,90	16,40	11,90
	Без добрив	60	10,59	9,94	10,29
	N ₄₅ P ₄₅		11,88	12,35	11,43
	N ₉₀ P ₉₀		13,15	12,50	12,93
28-30	Без добрив	15	13,20	16,34	12,80
	N ₄₅ P ₄₅		15,29	20,69	14,70
	N ₉₀ P ₉₀		15,58	21,33	14,70
	Без добрив	30	12,74	13,49	11,76
	N ₄₅ P ₄₅		13,71	15,31	12,60
	N ₉₀ P ₉₀		14,33	16,19	13,16
	Без добрив	45	11,18	12,25	10,55
	N ₄₅ P ₄₅		12,60	14,21	11,88
	N ₉₀ P ₉₀		13,10	16,58	11,98
	Без добрив	60	10,71	10,04	10,45
	N ₄₅ P ₄₅		12,16	12,54	11,54
	N ₉₀ P ₉₀		13,35	12,61	13,10
НІР ₀₅ , шт.:	для фактора	А	0,27	0,42	0,26
	для фактора	В	0,33	0,51	0,31
	для фактора	С	0,39	0,59	0,36
	для взаємодії	АВ	0,47	0,73	0,44
	для взаємодії	АС	0,55	0,84	0,51
	для взаємодії	ВС	0,67	1,03	0,63
	для комплексної дії	АВС	0,94	1,46	0,89

Додаток Й

Кількість сформованих зерен на одній рослині квасолі звичайної, шт.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	61,36	53,88	54,28
	N ₄₅ P ₄₅		72,70	63,27	66,75
	N ₉₀ P ₉₀		75,56	65,89	69,32
	Без добрив	30	59,84	53,90	54,00
	N ₄₅ P ₄₅		69,29	61,69	64,53
	N ₉₀ P ₉₀		71,28	63,65	64,80
	Без добрив	45	57,90	52,32	48,30
	N ₄₅ P ₄₅		66,44	59,78	57,08
	N ₉₀ P ₉₀		68,73	62,71	58,39
	Без добрив	60	50,06	45,65	42,37
	N ₄₅ P ₄₅		55,32	51,72	50,10
	N ₉₀ P ₉₀		58,78	51,09	55,50
28-30	Без добрив	15	63,24	54,01	53,58
	N ₄₅ P ₄₅		74,69	65,05	69,01
	N ₉₀ P ₉₀		76,39	67,80	70,82
	Без добрив	30	60,51	53,72	54,63
	N ₄₅ P ₄₅		71,14	62,23	66,65
	N ₉₀ P ₉₀		73,26	64,22	66,68
	Без добрив	45	58,92	52,47	48,35
	N ₄₅ P ₄₅		68,34	60,44	57,13
	N ₉₀ P ₉₀		70,00	63,44	58,98
	Без добрив	60	53,02	49,46	46,10
	N ₄₅ P ₄₅		58,68	56,34	54,60
	N ₉₀ P ₉₀		62,06	54,94	55,92
НІР ₀₅ , шт.:	для фактора	А	0,99	0,94	0,83
	для фактора	В	1,21	1,15	1,02
	для фактора	С	1,40	1,33	1,17
	для взаємодії	АВ	1,71	1,63	1,44
	для взаємодії	АС	1,98	1,88	1,66
	для взаємодії	ВС	2,43	2,30	2,03
	для комплексної дії	АВС	3,43	3,26	2,87

Додаток К

**Маса 1000 насінин квасолі звичайної залежно від досліджуваних
елементів технології вирощування, г**

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	116	125	118
	N ₄₅ P ₄₅		120	126	120
	N ₉₀ P ₉₀		122	129	124
	Без добрив	30	114	122	116
	N ₄₅ P ₄₅		117	124	118
	N ₉₀ P ₉₀		118	127	121
	Без добрив	45	112	118	111
	N ₄₅ P ₄₅		116	121	114
	N ₉₀ P ₉₀		118	122	116
	Без добрив	60	110	117	111
	N ₄₅ P ₄₅		113	120	113
	N ₉₀ P ₉₀		116	122	115
28-30	Без добрив	15	117	126	118
	N ₄₅ P ₄₅		119	127	121
	N ₉₀ P ₉₀		123	130	124
	Без добрив	30	113	124	115
	N ₄₅ P ₄₅		116	126	119
	N ₉₀ P ₉₀		118	129	122
	Без добрив	45	111	122	116
	N ₄₅ P ₄₅		115	126	118
	N ₉₀ P ₉₀		120	126	120
	Без добрив	60	108	119	112
	N ₄₅ P ₄₅		114	122	114
	N ₉₀ P ₉₀		117	124	116
НІР ₀₅ , г:	для фактора	А	0,68	0,75	0,40
	для фактора	В	0,83	0,91	0,49
	для фактора	С	0,96	1,05	0,56
	для взаємодії	АВ	1,17	1,29	0,69
	для взаємодії	АС	1,35	1,49	0,80
	для взаємодії	ВС	1,66	1,83	0,97
	для комплексної дії	АВС	2,35	2,58	1,38

Додаток Л.1

Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, т/га

2014 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)			
		15	30	45	60
20-22	Без добрив	1,56	1,94	2,48	1,77
	N ₄₅ P ₄₅	1,95	2,43	2,98	2,18
	N ₉₀ P ₉₀	2,06	2,55	3,19	2,36
28-30	Без добрив	1,60	1,98	2,54	1,79
	N ₄₅ P ₄₅	1,98	2,47	3,07	2,23
	N ₉₀ P ₉₀	2,10	2,61	3,29	2,40

НР₀₅, т/га складала: для фактора А – 0,04; В – 0,05; С - 0,06; взаємодії АС – 0,09; АВ – 0,07; ВС – 0,11; комплексної дії АВС – 0,15.

Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від поглиблення основного обробітку ґрунту, т/га

Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)			
	15	30	45	60
Без добрив	0,04	0,04	0,06	0,02
N ₄₅ P ₄₅	0,03	0,04	0,09	0,05
N ₉₀ P ₉₀	0,04	0,06	0,10	0,04

Примітка. Контроль - оранка на глибину 20-22 см.

Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від фону живлення, т/га

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)			
		15	30	45	60
20-22	N ₄₅ P ₄₅	0,39	0,49	0,50	0,41
	N ₉₀ P ₉₀	0,50	0,61	0,71	0,59
28-30	N ₄₅ P ₄₅	0,38	0,49	0,53	0,44
	N ₉₀ P ₉₀	0,50	0,63	0,75	0,61

Примітка. Контроль - варіант без внесення мінеральних добрив.

Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від збільшення ширини міжряддя, т/га

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)		
		30	45	60
20-22	Без добрив	0,38	0,92	0,21
	N ₄₅ P ₄₅	0,48	1,03	0,23
	N ₉₀ P ₉₀	0,49	1,13	0,30
28-30	Без добрив	0,38	0,94	0,19
	N ₄₅ P ₄₅	0,49	1,09	0,25
	N ₉₀ P ₉₀	0,51	1,19	0,30

Примітка. Контроль - ширина міжряддя 15 см.

Додаток Л.2

Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, т/га

2015 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)			
		15	30	45	60
20-22	Без добрив	1,46	1,80	2,74	2,31
	N ₄₅ P ₄₅	1,76	2,20	3,34	2,80
	N ₉₀ P ₉₀	1,89	2,36	3,59	2,65
28-30	Без добрив	1,48	1,84	2,80	2,37
	N ₄₅ P ₄₅	1,80	2,25	3,42	2,90
	N ₉₀ P ₉₀	1,93	2,40	3,65	2,70

НР₀₅, т/га складала: для фактора А – 0,05; В – 0,06; С – 0,07; взаємодії АС – 0,09; АВ – 0,07; ВС – 0,11; комплексної дії АВС – 0,16.

Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від поглиблення основного обробітку ґрунту, т/га

Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)			
	15	30	45	60
Без добрив	0,02	0,04	0,06	0,06
N ₄₅ P ₄₅	0,04	0,05	0,08	0,10
N ₉₀ P ₉₀	0,04	0,04	0,06	0,05

Примітка. Контроль - оранка на глибину 20-22 см.

Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від фону живлення, т/га

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)			
		15	30	45	60
20-22	N ₄₅ P ₄₅	0,30	0,40	0,60	0,49
	N ₉₀ P ₉₀	0,43	0,56	0,85	0,34
28-30	N ₄₅ P ₄₅	0,32	0,41	0,62	0,53
	N ₉₀ P ₉₀	0,45	0,56	0,85	0,33

Примітка. Контроль - варіант без внесення мінеральних добрив.

Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від збільшення ширини міжряддя, т/га

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)		
		30	45	60
20-22	Без добрив	0,34	1,28	0,85
	N ₄₅ P ₄₅	0,44	1,58	1,04
	N ₉₀ P ₉₀	0,47	1,70	0,76
28-30	Без добрив	0,36	1,32	0,89
	N ₄₅ P ₄₅	0,45	1,62	1,10
	N ₉₀ P ₉₀	0,47	1,72	0,77

Примітка. Контроль - ширина міжряддя 15 см.

Додаток Л.3

Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів, т/га

2016 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)			
		15	30	45	60
20-22	Без добрив	1,39	1,71	2,32	1,96
	N ₄₅ P ₄₅	1,93	2,24	2,96	2,54
	N ₉₀ P ₉₀	2,08	2,31	3,11	2,84
28-30	Без добрив	1,39	1,77	2,41	2,03
	N ₄₅ P ₄₅	1,96	2,31	3,02	2,60
	N ₉₀ P ₉₀	2,09	2,37	3,16	2,90

НР₀₅, т/га складала: для фактора А – 0,04; В – 0,05; С – 0,05; взаємодії АС – 0,08; АВ – 0,07; ВС – 0,09; комплексної дії АВС – 0,13.

Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від поглиблення основного обробітку ґрунту, т/га

Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)			
	15	30	45	60
Без добрив	0,00	0,06	0,09	0,07
N ₄₅ P ₄₅	0,03	0,07	0,06	0,06
N ₉₀ P ₉₀	0,01	0,06	0,05	0,06

Примітка. Контроль - оранка на глибину 20-22 см.

Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від фону живлення, т/га

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)			
		15	30	45	60
20-22	N ₄₅ P ₄₅	0,54	0,53	0,64	0,58
	N ₉₀ P ₉₀	0,69	0,60	0,79	0,88
28-30	N ₄₅ P ₄₅	0,57	0,54	0,61	0,57
	N ₉₀ P ₉₀	0,70	0,60	0,75	0,87

Примітка. Контроль - варіант без внесення мінеральних добрив.

Приріст урожайності зерна квасолі звичайної залежно від збільшення ширини міжряддя, т/га

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)		
		30	45	60
20-22	Без добрив	0,32	0,93	0,57
	N ₄₅ P ₄₅	0,31	1,03	0,61
	N ₉₀ P ₉₀	0,23	1,03	0,76
28-30	Без добрив	0,38	1,02	0,64
	N ₄₅ P ₄₅	0,35	1,06	0,64
	N ₉₀ P ₉₀	0,28	1,07	0,81

Примітка. Контроль - ширина міжряддя 15 см.

Додаток М

**Вміст білка в зерні квасолі звичайної за різної глибини оранки, доз
мінеральних добрив та ширини міжряддя, %**

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	19,41	19,56	20,25
	N ₄₅ P ₄₅		21,43	21,00	22,98
	N ₉₀ P ₉₀		22,97	21,94	24,80
	Без добрив	30	19,38	19,92	19,04
	N ₄₅ P ₄₅		21,24	21,21	21,52
	N ₉₀ P ₉₀		22,63	22,12	22,87
	Без добрив	45	18,48	18,93	18,57
	N ₄₅ P ₄₅		20,16	20,05	20,82
	N ₉₀ P ₉₀		21,89	21,39	22,65
	Без добрив	60	17,80	18,32	17,50
	N ₄₅ P ₄₅		19,65	19,64	19,87
	N ₉₀ P ₉₀		21,08	20,70	21,32
28-30	Без добрив	15	19,48	19,72	20,24
	N ₄₅ P ₄₅		21,76	21,37	23,31
	N ₉₀ P ₉₀		23,11	22,12	24,92
	Без добрив	30	19,86	20,34	19,61
	N ₄₅ P ₄₅		21,37	21,35	21,66
	N ₉₀ P ₉₀		22,76	22,34	22,98
	Без добрив	45	18,67	19,21	18,68
	N ₄₅ P ₄₅		20,28	20,28	20,86
	N ₉₀ P ₉₀		22,01	21,50	22,77
	Без добрив	60	17,83	18,31	17,61
	N ₄₅ P ₄₅		19,75	19,67	19,91
	N ₉₀ P ₉₀		21,36	20,90	21,70
NIP ₀₅ , %:	для фактора	А	0,16	0,16	0,19
	для фактора	В	0,22	0,23	0,27
	для фактора	С	0,19	0,20	0,23
	для взаємодії	АВ	0,31	0,33	0,38
	для взаємодії	АС	0,27	0,28	0,33
	для взаємодії	ВС	0,38	0,40	0,47
	для комплексної дії	АВС	0,54	0,57	0,66

Додаток Н

**Умовний загальний збір білка за вирощування квасолі звичайної
залежно від досліджуваних факторів, кг/га**

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Ширина міжряддя, см (фактор С)	Роки досліджень		
			2014	2015	2016
20-22	Без добрив	15	260	246	242
	N ₄₅ P ₄₅		359	318	381
	N ₉₀ P ₉₀		407	357	444
	Без добрив	30	323	308	280
	N ₄₅ P ₄₅		444	401	415
	N ₉₀ P ₉₀		496	449	454
	Без добрив	45	394	446	370
	N ₄₅ P ₄₅		517	576	530
	N ₉₀ P ₉₀		601	660	606
	Без добрив	60	271	364	295
	N ₄₅ P ₄₅		368	473	434
	N ₉₀ P ₉₀		428	472	521
28-30	Без добрив	15	268	251	242
	N ₄₅ P ₄₅		371	331	393
	N ₉₀ P ₉₀		417	367	448
	Без добрив	30	338	322	298
	N ₄₅ P ₄₅		454	413	430
	N ₉₀ P ₉₀		511	461	468
	Без добрив	45	408	463	387
	N ₄₅ P ₄₅		535	596	542
	N ₉₀ P ₉₀		623	675	619
	Без добрив	60	275	373	307
	N ₄₅ P ₄₅		379	491	445
	N ₉₀ P ₉₀		441	485	541
НІР ₀₅ , кг/га:	для фактора	А	3,84	3,94	4,61
	для фактора	В	5,43	5,57	6,52
	для фактора	С	4,71	4,82	5,65
	для взаємодії	АВ	7,69	7,87	9,22
	для взаємодії	АС	6,66	6,82	7,99
	для взаємодії	ВС	9,41	9,64	11,29
	для комплексної дії	АВС	13,31	13,64	15,97

Додаток П

**Окупність внесених мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі
звичайної, кг/кг д.в.**

2014 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см			
		15	30	45	60
20-22	N ₄₅ P ₄₅	4,33	5,44	5,56	4,56
	N ₉₀ P ₉₀	2,78	3,39	3,94	3,28
28-30	N ₄₅ P ₄₅	4,22	5,44	5,89	4,89
	N ₉₀ P ₉₀	2,78	3,50	4,17	3,39

**Окупність внесених мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі
звичайної, кг/кг д.в.**

2015 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см			
		15	30	45	60
20-22	N ₄₅ P ₄₅	3,33	4,44	6,67	5,44
	N ₉₀ P ₉₀	2,39	3,11	4,72	1,89
28-30	N ₄₅ P ₄₅	3,56	4,56	6,89	5,89
	N ₉₀ P ₉₀	2,50	3,11	4,72	1,83

**Окупність внесених мінеральних добрив врожаєм зерна квасолі
звичайної, кг/кг д.в.**

2016 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см			
		15	30	45	60
20-22	N ₄₅ P ₄₅	6,00	5,89	7,11	6,44
	N ₉₀ P ₉₀	3,83	3,33	4,39	4,89
28-30	N ₄₅ P ₄₅	6,33	6,00	6,78	6,33
	N ₉₀ P ₉₀	3,89	3,33	4,17	4,83

Додаток Р.1

**Сумарне водоспоживання квасолі звичайної та його складові елементи
залежно від досліджуваних факторів**

2014 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см	Сумарне водоспоживання			
			загальне, м ³ /га	в тому числі, %		
				грунтова волога	корисні опади	зрошувальна норма
20-22	Без добрив	15	2997	27,1	24,5	48,4
	N ₄₅ P ₄₅		3027	27,8	24,2	47,9
	N ₉₀ P ₉₀		3060	28,6	24,0	47,4
	Без добрив	30	3027	27,8	24,2	47,9
	N ₄₅ P ₄₅		3132	30,3	23,4	46,3
	N ₉₀ P ₉₀		3209	31,9	22,9	45,2
	Без добрив	45	3137	30,4	23,4	46,2
	N ₄₅ P ₄₅		3181	31,3	23,1	45,6
	N ₉₀ P ₉₀		3270	33,2	22,4	44,3
	Без добрив	60	3307	34,0	22,2	43,9
	N ₄₅ P ₄₅		3424	36,2	21,4	42,3
	N ₉₀ P ₉₀		3484	37,3	21,1	41,6
28-30	Без добрив	15	3123	30,1	23,5	46,4
	N ₄₅ P ₄₅		3220	32,2	22,8	45,0
	N ₉₀ P ₉₀		3239	32,6	22,7	44,8
	Без добрив	30	3246	32,7	22,6	44,7
	N ₄₅ P ₄₅		3309	34,0	22,2	43,8
	N ₉₀ P ₉₀		3339	34,6	22,0	43,4
	Без добрив	45	3406	35,9	21,5	42,6
	N ₄₅ P ₄₅		3463	36,9	21,2	41,9
	N ₉₀ P ₉₀		3480	37,3	21,1	41,7
	Без добрив	60	3435	36,4	21,4	42,2
	N ₄₅ P ₄₅		3503	37,7	21,0	41,4
	N ₉₀ P ₉₀		3584	39,1	20,5	40,5

Додаток Р.2

**Сумарне водоспоживання квасолі звичайної та його складові елементи
залежно від досліджуваних факторів**

2015 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см	Сумарне водоспоживання			
			загальне, м ³ /га	в тому числі, %		
				грунтова волога	корисні опади	зрошувальна норма
20-22	Без добрив	15	3122	25,7	42,3	32,0
	N ₄₅ P ₄₅		3214	27,8	41,1	31,1
	N ₉₀ P ₉₀		3290	29,5	40,1	30,4
	Без добрив	30	3270	29,1	40,4	30,6
	N ₄₅ P ₄₅		3358	30,9	39,3	29,8
	N ₉₀ P ₉₀		3379	31,4	39,0	29,6
	Без добрив	45	3326	30,3	39,7	30,1
	N ₄₅ P ₄₅		3430	32,4	38,5	29,2
	N ₉₀ P ₉₀		3437	32,5	38,4	29,1
	Без добрив	60	3390	31,6	38,9	29,5
	N ₄₅ P ₄₅		3460	33,0	38,1	28,9
	N ₉₀ P ₉₀		3549	34,6	37,2	28,2
28-30	Без добрив	15	3262	28,9	40,5	30,7
	N ₄₅ P ₄₅		3327	30,3	39,7	30,1
	N ₉₀ P ₉₀		3413	32,1	38,7	29,3
	Без добрив	30	3379	31,4	39,0	29,6
	N ₄₅ P ₄₅		3431	32,4	38,5	29,1
	N ₉₀ P ₉₀		3451	32,8	38,2	29,0
	Без добрив	45	3495	33,6	37,7	28,6
	N ₄₅ P ₄₅		3591	35,4	36,7	27,9
	N ₉₀ P ₉₀		3621	36,0	36,4	27,6
	Без добрив	60	3586	35,3	36,8	27,9
	N ₄₅ P ₄₅		3683	37,0	35,8	27,2
	N ₉₀ P ₉₀		3739	38,0	35,3	26,7

Додаток Р.3

**Сумарне водоспоживання квасолі звичайної та його складові елементи
залежно від досліджуваних факторів**

2016 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см	Сумарне водоспоживання			
			загальне, м ³ /га	в тому числі, %		
				грунтова волога	корисні опади	зрошувальна норма
20-22	Без добрив	15	3321	25,0	34,3	40,7
	N ₄₅ P ₄₅		3397	26,7	33,5	39,7
	N ₉₀ P ₉₀		3460	28,0	32,9	39,0
	Без добрив	30	3357	25,9	33,9	40,2
	N ₄₅ P ₄₅		3437	27,6	33,1	39,3
	N ₉₀ P ₉₀		3479	28,4	32,7	38,8
	Без добрив	45	3511	29,1	32,4	38,4
	N ₄₅ P ₄₅		3591	30,7	31,7	37,6
	N ₉₀ P ₉₀		3626	31,3	31,4	37,2
	Без добрив	60	3544	29,7	32,2	38,1
	N ₄₅ P ₄₅		3656	31,9	31,2	36,9
	N ₉₀ P ₉₀		3737	33,4	30,5	36,1
28-30	Без добрив	15	3345	25,6	34,1	40,4
	N ₄₅ P ₄₅		3448	27,8	33,0	39,2
	N ₉₀ P ₉₀		3529	29,5	32,3	38,3
	Без добрив	30	3455	28,0	33,0	39,1
	N ₄₅ P ₄₅		3566	30,2	32,0	37,9
	N ₉₀ P ₉₀		3640	31,6	31,3	37,1
	Без добрив	45	3581	30,5	31,8	37,7
	N ₄₅ P ₄₅		3608	31,0	31,6	37,4
	N ₉₀ P ₉₀		3703	32,8	30,8	36,5
	Без добрив	60	3681	32,4	31,0	36,7
	N ₄₅ P ₄₅		3728	33,2	30,6	36,2
	N ₉₀ P ₉₀		3808	34,6	29,9	35,4

Додаток С.1

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Максимова Дмитра Олександровича на тему:
«Урожайність та якість зерна квасолі залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив і ширини міжряддя при зрошенні»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування зерна квасолі звичайної в Південному Степу України за умов зрошення	СК «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області у 2014-2016 рр. на площі 1,5 га	Проведення виробничих дослідів на полях господарства	За роки впровадження рекомендованої технології врожайність зерна квасолі звичайної при зрошенні коливалася від 2,7 до 3,1 т/га з рівнем рентабельності 124-169%.

Головний агроном СК «Радянська земля»



Ю.В. Крушельницький

Додаток С.2

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Максимова Дмитра Олександровича на тему:
«Урожайність та якість зерна квасолі залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив і ширини міжряддя при зрошенні»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування зерна квасолі звичайної в Південному Степу України за умов зрошення	ФГ «Роксолана» Білозерського району Херсонської області у 2017 році на площі 1,0 га	Застосування при вирощуванні культури рекомендованої технології	При вирощуванні за рекомендованої технологією урожайність зерна квасолі склала 2,8 т/га. Рівень рентабельності 151%.

Голова ФГ «Роксолана»



М.В. Максимов

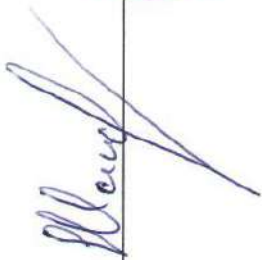

Додаток С.3

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Максимова Дмитра Олександровича на тему:
«Урожайність та якість зерна квасолі залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив і ширини міжряддя при зрошенні»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування зерна квасолі звичайної в Південному Степу України за умов зрошення	ФГ «Восток» Білозерського району Херсонської області у 2017 році на площі 2,5 га	Застосування при вирощуванні культури рекомендованої технології	Впроваджена технологія вирощування зерна квасолі звичайної забезпечила врожайність зерна в умовах зрошення 2,75 т/га, собівартість 5600 грн/т.

Голова ФГ «Восток»

Максимов

Додаток С.4

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Максимова Дмитра Олександровича на тему:

«Урожайність та якість зерна квасолі залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив і ширини міжряддя при зрошенні»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування зерна квасолі звичайної в Південному Степу України за умов зрошення	ТОВ «Аграрна зона» Високопільського району Херсонської області у 2017 році на площі 1,5	Застосування при вирощуванні культури рекомендованої технології	При впровадженні рекомендованої технології врожайність зерна квасолі звичайної в умовах зрошення склала 2,9 т/га з рівнем рентабельності 165%.

Директор ТОВ «Аграрна зона»



С.М. Дімітрієв

Додаток С.5

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Максимова Дмитра Олександровича на тему:
 «Урожайність та якість зерна квасолі залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив і ширини міжряддя при зрошенні»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування зерна квасолі звичайної в Південному Степу України за умов зрошення	СВК «Агро лідер» Білозерського району Херсонської області у 2018 році на площі 2,0 га	Застосування при вирощуванні культури рекомендованої технології	У рік впровадження вдосконаленої технології вирощування квасолі звичайної урожайність зерна склала 2,85 т/га, валовий прибуток 38700 грн/га.

Голова СВК «Агро лідер»



О.П. Максимов


Додаток С.6

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
від 03 лютого 2017 року**

Матеріали Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» згідно до наукової теми Південного наукового центру Національної академії наук і Міністерства освіти і науки України «Вивчення стану наукових досліджень в Південному регіоні України, їх інноваційної складової та відповідності пріоритетним напрямкам науки і техніки», які представлені в вигляді Збірника «Наука в Південного регіоні України (важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності у 2015 році), випуск XIV, Одеса, 2016, 317 с. доведені до Голови Одеської, Миколаївської, Херсонської облдержадміністрацій, мерій міст Одеси, Миколаєва і Херсону, Голові Українського союзу промисловців і підприємців та всім його регіональним відділенням (21-му виконавчому директору), регіональним центрам інвестицій та розвитку, сектору інформаційного забезпечення трансферу технологій УкрІНТЕІ.

Назва впровадженого результату	Досягнутий ефект	
	Науковий, соціальний, науково-організаційний та інші	Економічний ефект
Збірник «Наука в Південного регіоні України (важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності у 2015 році), випуск XIV, Одеса, 2016, 317 с.	Збірник використовується як критерій оцінки передових науково-технічних проектів і технологій	Підрахувати не можливо
	Збірник служить довідником при трансфері проектів нової техніки і технологій до інших регіонів України.	

Директор Південного наукового центру
Національної академії наук і
Міністерства освіти і науки України,
к.х.н., доцент

 О.М. Хуторной



Додаток С.7
Акт впровадження

від 29 травня 2018 року.

Ми, що нижче підписалися, директор Південного наукового центру НАН і МОН України, у подальшому «ПНЦ», Хуторной Олексій Михайлович, з одного боку та ректор Херсонського державного аграрного університету Кирилов Юрій Євгенович з іншого боку склали цей акт про те, що матеріали наукової теми центру «Вивчення інноваційної привабливості й затребуваності наукових досліджень в Південному регіоні України», які представлені в вигляді Збірника «Наука в Південному регіоні України» (важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності у 2017 році), випуск XVI, Одеса, 2018, впроваджені в Херсонському державному аграрному університеті та користуються попитом у керівництва установи, викладачів, студентської молоді, аспірантів та вчених за такими напрямками:

Назва впровадженого результату	Досягнутий ефект	
	Науковий, соціальний, науково-організаційний та інші.	Економічний ефект
Збірник «Наука в Південному регіоні України» (важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності у 2017 році), випуск XVI, Одеса, 2018 р., 250с.	<p>Збірник:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знайомить з досягненнями регіональної науки; - використовується при плануванні спільних проектів, науково-організаційних заходів, семінарів, конференцій тощо; - сприяє зв'язку між науковцями регіону; - дозволяє обмінюватися досвідом у всіх сферах (науковий, освітній), наводить нові методології й підходи до вирішення актуальних проблем; - є взірцем при формуванні роботи кафедр, тематики фундаментальних та прикладних досліджень, формуванні дисертаційних тем аспірантами і здобувачами; - використовується при розробці планів наукового розвитку установи; - в інноваційній діяльності установи, використовується експертами-дослідниками, при зустрічах з представниками інших областей; - є рекламою власних розробок, полегшує пошук інвесторів; - використовується в учбовому процесі, при проведенні лекцій, семінарів по науково-технічній та інноваційній тематиці; - демонструється на виставках та конференціях установи. 	Підрахувати неможливо.

Установа:  Південний науковий центр:
директор  О.М.Хуторной

Виконавець:
Лабунська О.Б. 726-25-38

Установа:  Херсонський державний аграрний університет
ректор  Кирилов Ю.Є.