МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

НЕБАБА КАТЕРИНА СТАНІСЛАВІВНА

УДК: 635.656:631.526.3:581.133.8:631.811.98

ДИСЕРТАЦІЯ

СОРТОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЖИВЛЕННЯ МІНЕРАЛЬНИМИ ДОБРИВАМИ ТА РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

06.01.09 – рослинництво

20 – «Аграрні науки та продовольство»

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

_____ К. С. Небаба

Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України

Бахмат Микола Іванович

Кам’янець – Подільський, 2021

АНОТАЦІЯ

Небаба К.С. **Сортова продуктивність гороху посівного залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту в умовах Лісостепу Західного.** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.01.09 «Рослинництво». – Подільський державний аграрно-технічний університет. Кам'янець-Подільський, 2021.

В умовах Лісостепу Західного зернобобові культури, зокрема горох посівний, є основним та надзвичайно важливим джерелом рослинного білка. Ці культури вирішують біологоекологічні проблеми сучасного землеробства України. Для отримання високих і сталих врожаїв гороху потрібно детально вивчати та підбирати сучасні сорти, які будуть пристосованими для певної зони вирощування, правильно визначати основні технологічні прийоми та заходи. Завдяки комплексному підходу й оптимізації факторів, необхідних для росту і розвитку рослин, можна отримати високі сталі прибутки від вирощування гороху та зменшити енерговитрати.

Наукового обґрунтування потребує розкриття потенціалу сортів гороху посівного за рахунок внесення мінеральних добрив та регуляторів росту. Причинами зниження виробництва гороху в Україні можна назвати біологічні властивості культури та деякі об'єктивні фактори (схильність до вилягання посівів і осипання насіння, порівняно з іншими культурами сильніше пригнічення бур'янами, значне пошкодження шкідниками, низький коефіцієнт розмноження, відсутність технологічних сортів та техніки для збирання, скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин). Це зумовлює необхідність аналізу сучасних технологічних прийомів вирощування гороху посівного в Україні та розроблення нових заходів технології вирощування, адаптованих до умов регіону, що гарантуватиме високу продуктивність насіння гороху посівного з високими якісними показниками продукції.

Експериментальну частину роботи виконано впродовж 2016 – 2018 рр. на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету, в умовах польового досліду, закладеного в науково-дослідній десятипільній сівозміні. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий, глибокий малогумусний важкосуглинковий на лесовидних суглинках.

За результатами досліджень кафедри землеробства, ґрунтознавства і захисту рослин Подільського державного аграрно-технічного університету встановлено, що дослідна ділянка характеризується наступними агрофізичними та агрохімічними властивостями ґрунту: щільність твердої фази шару ґрунту 0-30 см становила 2,55 – 2,62 г/м^3; щільність зложення – 1,17 – 1,25 г/м^3; загальна пористість – 51,6 – 54,7%, вміст азоту за Корфільдом – 13,6 – 14,2, фосфору та калію за Чириковим – 15,7 – 16,4 та 22,4 – 26,3 мг на 100 г ґрунту відповідно.

У досліді було вивчено дію та взаємодію трьох факторів: А – сорт (Готівський, Фаргус та Чекбек); В – мінеральні добрива ($P_{30}K_{45}$ (контроль), $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$); С – регулятори росту (контроль – без обробки, Плантаег - 25 г/га, Емістим С – 30 мл/га, Вимпел – 30 мл/га).

За результатами досліджень встановлено, що на польову схожість, густоту стояння рослин, вегетаційний період, фотосинтетичний потенціал, загальний та активний потенціали, нодуляційний апарат та, відповідно, урожайність істотно впливали гідротермічні умови, сортові особливості культури, різні дози мінеральних добрив та застосування регуляторів росту.

Було з’ясовано, що на ефективність схожості та густоти стояння рослин у мікростадії ВВСН 09 найкраще впливали мінеральні добрива у дозах $N_{45}P_{30}K_{45}$ для усіх трьох досліджуваних сортів гороху. Встановлено, що у сорту гороху Чекбек максимальні показники польової схожості насіння становлять 95,3%, дещо меншими вони були для сортів Готівський та Фаргус – 93,6 та 91,7% відповідно. Найбільшу густоту стояння рослин у мікростадіях ВВСН 97 зафіксовано на варіантах живлення мінеральними

добривами у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ у комплексі з регуляторами росту Вимпел, Емістим С та ПлантаПег. На ділянках, де дози мінерального азоту були збільшені до $N_{45}P_{30}K_{45}$, густота стояння рослин була дещо меншою за попередній варіант живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$, але більшою за контрольний варіант ($P_{30}K_{45}$) і становила 96,3 – 103,1 шт./м^2, залежно від сорту.

На виживаність рослин перед збиранням значний вплив мала дія регуляторів росту у поєднанні з мінеральними добривами. Комплексний регулятор росту ПлантаПег на посівах гороху сприяв виживаності рослин перед збиранням – в середньому 87 – 91,4%; біостимулятор Емістим С забезпечив передзбиральну густоту 87,5 – 91,9%; найкраще вплинув на показник виживаності рослин перед збиранням комплексний природно-синтетичний препарат контактно-системної дії Вимпел – показники становили 87,6 – 92,3%.

Нами встановлено, що на тривалість періоду вегетації гороху в умовах досліджень значний вплив мали гідротермічні умови року та елементи технології. Надмірна кількість опадів у червні – липні 2018 року дещо подовжила вегетаційний період для усіх трьох сортів гороху посівного. Але в середньому за три роки в сорту гороху Фаргус тривалість вегетаційного періоду була в межах 79 – 97 діб, у сорту Готівський 75 – 91 діб, а в сорту Чекбек вона була найменшою і становила 69 – 86 діб, залежно від живлення мінеральними добривами та дії регуляторів росту, які вивчалися.

Висота рослин гороху посівного складала від 50 до 93 см, залежно від сортових ознак культури. Після внесення повних доз мінеральних добрив та регуляторів росту було зафіксовано збільшення висоти рослин гороху усіх трьох сортів: у низькорослого сорту Готівський – на 22 см; у напівкарликового сорту Чекбек – на 15 см; у середньорослого сорту Фаргус – на 27 см, якщо порівнювати з контрольними варіантами.

Встановлено, що застосування регуляторів росту на мікростадіях ВВСН 55-65 мало позитивний вплив на розвиток та формування нодуляційного апарату, і, як наслідок, сприяло його активному

функціонуванню. Загальна кількість бульбочок збільшувалася, відповідно збільшувалася й кількість активних бульбочок, як порівняти з контролем. Змінювався також їхній розмір – бульбочки були крупнішими. Тому на варіантах підживлення добривами $P_{30}K_{45}$ та застосування регуляторів росту показники загальної кількості бульбочок були наступними: у сорту Готівський – 38,4 – 40,1 шт./рослину, у сорту Чекбек 46,5 – 47,6 шт./рослину та в сорту Фаргус – 36,0 – 37,6 шт./рослину. Показники кількості активних бульбочок відповідно становили: 16,4; 23,0; 13,3 шт./рослину. Зі збільшенням доз мінерального азоту загальна їхня кількість ставала меншою в середньому на 1,5-5,4%, а кількість активних бульбочок, залежно від сорту, – на 5,6 – 7,8%, якщо порівняти з контрольним варіантом. Проте після обробки регуляторами росту ці показники збільшувалися. Найбільша загальна кількість та кількість активних бульбочок на коренях рослин гороху була зафіксована на посівах сорту Чекбек, які обприскували регулятором Вимпел. Для цього сорту на варіанті удобрення $N_{15}P_{30}K_{45}$ + Вимпел загальна кількість бульбочок була 48,0 шт./рослину, зокрема 24,2 шт./рослину – активних.

У результаті проведених досліджень встановлена тенденція до інтенсивного збільшення маси бульбочок до мікростадій ВВСН 61-70, але потім до мікростадій ВВСН 71-79 їхня маса мала властивість зменшуватися. Обприскування рослин гороху препаратами ПлантаПег, Емістим С та Вимпел мали позитивний вплив на симбіотичний апарат гороху посівного. Максимальні значення маси бульбочкових бактерій зафіксовані у мікростадіях ВВСН 60-69 на всіх сортах гороху: Готівський (4,4 – 4,9 г/10 рослин), Чекбек (5,1 – 5,4 г/10 рослин) та Фаргус (3,8 – 4,2 г/10 рослин), залежно від технологічних прийомів.

Після внесення фосфорно-калійних добрив та невеликих доз азотних добрив покращувалася біологічна фіксація азоту. Обприскування рослин регуляторами росту у фазі бутонізації – цвітіння гороху продовжувало функціонування червоного пігменту синтезованого леггемоглобіну у бульбочках. За роки досліджень, максимальні показники загального та

активного симбіотичних потенціалів фіксували у мікростадіях ВВСН 61-70 (початок цвітіння – кінець цвітіння) після внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ та застосування регуляторів росту. Для гороху сорту Готівський ці показники були 10,0 та 6,9 кг*діб/га, для сорту Чекбек – 12,5 та 8,9 кг*діб/га, для сорту Фаргус – 9,5 та 5,9 кг*діб/га відповідно.

Дослідивши показники питомої активності симбіозу впродовж 2016 – 2018 років, можна стверджувати, що ці роки були оптимальними для фіксування горохом біологічного азоту. Кількість фіксованого азоту повітря на варіантах живлення мінеральними добривами в дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ у комплексі з регулятором росту Вимпел була найвищою. Зокрема, для сортів гороху Готівський ми зафіксували 54,0 кг/га, для сорту Чекбек – 65,2 кг/га та для сорту Фаргус – 52,8 кг/га. Регулятори росту рослин Емістим С та ПлантаПег у поєднанні з цією ж дозою мінеральних добрив менш активно сприяли фіксуванню азоту з повітря, тому ці показники були меншими на 4,5 – 5,1%.

Проаналізувавши динаміку утворення листків, прилистків та вусів, ми зафіксували максимальну площу асиміляційної поверхні у фазі повного цвітіння (мікростадіях ВВСН 60-69) на усіх варіантах живлення. Найбільша поверхня листя була сформована за внесення $N_{45}P_{30}K_{45}$ та регулятора росту Вимпел у сорту гороху Чекбек – 415,1 $см^2$/рослину. Дещо меншою вона була у сортів Готівський – 347,2 $см^2$/рослину та Фаргус – 333,2 $см^2$/рослину на цьому ж варіанті живлення.

Високі показники фотосинтетичного потенціалу у мікростадіях ВВСН 51-69 на рівні 0,29 – 0,57 млн$м^2$×діб/га були сформовані на варіантах живлення $N_{45}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту рослин, що на 0,09 – 0,25 млн$м^2$×діб/га більше, якщо порівняти з контрольним варіантом (без обробки регуляторами росту).

На збереженість квіток та, відповідно, бобів у період розвитку та росту суттєвий вплив мали гідротермічні умови. На контрольних варіантах живлення $P_{30}K_{45}$ та без обприскування регуляторами росту в сорту Готівський (контроль) кількість квіток в середньому становила 12,7 шт./рослину, з них

6,2 шт./рослину бобів у мікростадіях ВВСН 71-77 (утворення бобів) та 4,8 шт./рослину бобів у мікростадіях ВВСН 81-89 (дозрівання бобів і насіння), тобто втрата бобів в середньому становила 22,5%. На ділянках досліду, підживлених мінеральними добривами в дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$ та $N_{30}P_{30}K_{45}$, зафіксовано збільшення кількості квіток на 1 – 2%, а бобів у мікростадіях ВВСН 81-89 на 4 – 8%, якщо порівняти з контрольним варіантом. Після застосування регуляторів росту ПланатаПег, Емістим С та Вимпел кількість квіток на одній рослині збільшилася на 1,5 – 4,6%, що призводило до кращої збереженості бобів на одній рослині під час збирання врожаю. Ці показники варіювали на згаданих варіантах живлення від 4,2 до 6,0 шт./рослину.

В процесі детального аналізу елементів структури врожаю встановлено позитивний вплив дії мінеральних добрив та регуляторів росту. Максимальні показники маси 1000 насінин були зафіксовані в гороху сорту Чекбек на ділянках удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел і становили 266,4 г, за цієї ж дози мінеральних добрив та внесення регуляторів росту Емістим С та ПлантаПег – 265,7 г та 264,9 г відповідно. Для сортів Готівський та Фаргус ці показники були меншими на 2,2 – 2,9% та 10,5 – 11,3% відповідно і становили 257,2 – 260,6 г та 235,1 – 238,4 г.

Урожайність досліджуваних сортів гороху посівного змінювалася залежно від впливу різних доз мінеральних добрив, регуляторів росту та погодних умов року. В середньому для сортів гороху Готівський урожайність становила 2,11 – 3,79 т/га, Чекбек – 2,68 – 4,32 т/га, Фаргус – 1,82 – 3,30 т/га. Частка впливу фактору підживлення мінеральними добривами на формування врожайності гороху посівного становила 31%, сорту – 24%, регуляторів росту – 20%, інших неврахованих факторів – 20%, взаємодії факторів – 5%.

Максимальний вміст сирого протеїну та сирого жиру в зерні отримано після внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту Вимпел. Показники вмісту сирого протеїну в зерні сортів Чекбек були 26,6%, Готівський – 24,5%, Фаргус – 23,5%, сирого жиру в зерні сорту Чекбек вони становили 2,4%, Готівський – 1,8%, Фаргус – 1,6%.

Загальні витрати на технологію вирощування гороху посівного складали 16576,5 – 18960,5 грн/га. Найбільшу частку в структурі виробничих витрат мали засоби захисту, добрива та пальне, оплата праці. Прибуток з одиниці площі після застосування різних доз мінеральних добрив та регуляторів росту складав: 2413,4 – 16021,0 грн/га для сорту гороху Готівський; 6977,1 – 20234,1 грн/га для гороху сорту Чекбек; 5189,4 – 11849,1 грн/га для сорту Фаргус.

Ключові слова: горох посівний, сорт, мінеральні добрива, регулятори росту, фотосинтетична продуктивність, симбіотична продуктивність, якість насіння, економічна і біоенергетична ефективність вирощування.

Список опублікованих праць за темою дисертації статті в наукових фахових виданнях України:

1. Бахмат М. І., **Небаба К. С.** Структурні елементи врожаю гороху посівного залежно від удобрення та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. Науковий вісник НУБіП України. Серія Агрономія. Київ, 2018. № 294. С. 24–31. *(Здобувачем особисто проведено польові дослідження та обрахунки даних щодо елементів врожаю гороху посівного, підготовлено статтю до друку).*

2. **Небаба К. С.** Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. ПДАТУ. Кам’янець-Подільський. 2020. Вип. 32. С. 54–58. *(Здобувачем особисто проведено польові дослідження та обрахунки даних щодо смбіотичної продуктивності гороху посівного, підготовлено статтю до друку).*

3. **Небаба К. С.** Формування фотосинтетичного апарату гороху посівного залежно від технологічних прийомів в умовах Західного Лісостепу. Науковий журнал: збалансоване природокористування. Київ. 2020. №3. С. 139–145. *(Здобувачем особисто проведено польові дослідження та*

обрахунки даних фотосинтетичного апарату гороху, підготовлено статтю до друку).

4. Бахмат М. І., Плахтій Д. П., **Небаба К. С.** Формування симбіотичного апарату гороху посівного залежно від удобрення мінеральними добривами та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. Рослинництво та ґрунтознавство: наук. журн. НУБІП. Вип. 11, №3. Київ, 2020. С. 33–43. *(Здобувачем особисто проведено польові дослідження та обрахунки даних щодо симбіотичного апарату гороху, підготовлено статтю до друку).*

5. **Небаба К. С.** Продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив і регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. Зрошуване землеробство: міжв. тем. наук. зб. Херсон, 2020. Вип. 74. С. 65–68. *(Здобувачем особисто проведено польові дослідження та обрахунки продуктивності гороху посівного, підготовлено статтю до друку).*

Тези наукових доповідей:

6. **Небаба К. С.** Енергія проростання і польова схожість сортів гороху в мовах Лісостепу Західного. 2016: зернобобові культури та соя для сталого розвитку агарного виробництва України: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (присвяченої 80-річчю з дня народження академіка НААН А. О. Бабича), 11-12 серп. 2016 р. Вінниця, 2016. С. 80–81.

7. **Небаба К. С.** Вплив регуляторів росту та мінеральних добрив на фотосинтетичну діяльність сортів гороху вусатого типу в умовах Лісостепу Західного. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (присвячена 90-річчю від дня народження проф. Наумова Г. Ф. та 80-річчю заснування кафедри генетики, селекції та насінництва), 23-24 жовт. 2017 р. Харків, 2017. С. 241–242.

8. **Небаба К. С.** Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Західного. Аграрна наука та освіта в умовах Євроінтеграції: зб. наук. пр.

міжнар. наук.-практ. конф. 20-21 берез. 2018 р., м. Кам'янець-Подільський. Тернопіль: Крок, 2018. Ч. 1. С. 60–62.

9. Бахмат М. І., **Небаба К. С.** Вплив елементів удобрення на збереженість бобів гороху в умовах Лісостепу Західного. Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 7-8 черв. 2018 р. Житомир, 2018. С. 5–7.

10. Бахмат М.І., **Небаба К. С.** Густота стояння рослин гороху посівного залежно від добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. 25-26 жовт. 2018 р. Харків, 2018. С. 36–37.

11. **Небаба К. С.** Продуктивність сортів гороху посівного залежно від технологічних заходів в умовах Лісостепу Західного. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали III міжнар. наук.-практ. конф., 30-31 жовт. 2019 р. Харків, 2019. С. 95–97.

12. Бахмат М.І., **Небаба К. С.** Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на продуктивність гороху посівного в умовах Лісостепу Західного. Розвиток агарної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матеріали доповідей III міжнар. наук.-практ. конф., 4-6 лист. 2020 р. Миколаїв, 2020. С. 40–41.

13. **Небаба К. С.** Сучасні технології та економічна ефективність виробництва зерна гороху посівного в умовах Лісостепу Західного. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 лист. 2020 р. Харків, 2020. С. 92–94.

Рекомендації:

14. Особливості вирощування гороху в умовах Поділля : метод. рек. для виробн. В. П. Конончук, М. І. Бахмат, О. С. Чинчик, **К. С. Небаба**: ПДАТУ, Кам'янець-Подільський, 2018. 52 с.

ABSTRACT

Nebaba K. S. **Varietal productivity of sowing peas depending on the nutrition of mineral fertilizers and growth regulators in the conditions of the western Forest-steppe.** – Qualified scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the Degree of Candidate in Agricultural Sciences, Specialty 06.01.09 «Plant Growing» – State Agrarian and Engineering University in Podilia. Kamianets-Podilskyi. 2021.

In the conditions of Western Forest-Steppe, legume crops, including field pea, are extremely important, becoming the main source of vegetable protein. Therefore, legumes are essential for solving the biological and ecological problems of modern agricultural production in Ukraine. To obtain high and consistent yields of field pea, it is necessary to study in detail and, therefore, select modern varieties that are adapted to the specific growing area, in order to correctly identify the main innovative processing technologies and measures. The integrated approach and optimization of factors of growth and development of plants ensures receiving high stable profit from cultivation of field pea and reduces energy consumption.

The main research task of our study was to reveal the potential of field pea varieties considering the influence of mineral fertilizers and growth regulators. In Ukraine, the reasons for the decline in field pea production can be called both certain biological properties of the crop and objective factors (e. g. a tendency to crop lodging and shedding of seeds, higher propensity to infestation in comparison with other crops, significant pest damage, low reproduction rate, lack of technological varieties and techniques for harvesting, reducing the number of livestock). Therefore, we trace the need to analyze the existing domestic technological methods and develop new cultivation technologies adapted to the conditions of the region, which will guarantee high productivity of field pea seeds and increase the quality of products.

Experimental part of the work was carried out during 2016-2018 by the Department of Agriculture, Soil Science and Plant Protection in the experimental

field of the Training and Production Center "Podilya" at the State Agrarian and Engineering University in Podilya. The field experiment was laid down in the research ten-digit crop rotation. Soil of the experimental field was the typical black earth, characterized as deep, low-humus, and heavy gravel on forest-like loams. It had the following physical and agrochemical properties: in the 0-30 cm soil layer soil density was 2.55-2.62 g / m3; density of soil consistency was 1.17-1.25 g / m3; total porosity was 51.6-54.7%; nitrogen content (measured by the method of Corfild) was13.6-14.2; phosphorus and potassium (measured by the method of Chirikov) 15.7-16.4 and 22.4-26.3 mg per 100 g soil, respectively.

The experiment was conducted with a view to find out the effect determined by three factors: A) variety (Gotovsky, Fargus and Chekbek); B) fertilizer ($P_{30}K_{45}$ (control), $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$); C) growth regulators (without processing (control); PlantaPeg (25 g/ha), Emistim C (30 ml/ha), Vympel (30 ml/ha).

According to the results of research conducted during 2016-2018, it was found that the field germination, plant density, vegetative period, photosynthetic potential, total and active potentials, nodulation apparatus, and yield capacity of field pea was significantly influenced by hydrothermal conditions, varietal characteristics of the crop, different doses of mineral fertilizers and the use of growth regulators.

On average, over three years of the research, mineral fertilizers in doses of $N_{45}P_{30}K_{45}$ had the greatest impact on the germination and stocking density on the growth stage BBCH 09 for all three varieties of field pea we studied. The highest rates of field germination of seeds for the Chekbek pea variety was 95.3%, they were slightly lower for the varieties Gotovsky and Fargus – 93.6 and 91.7%, respectively. The highest density of standing plants on the growth stage BBCH 97 was observed in the variants after inoculation of mineral fertilizers in doses of $N_{30}P_{30}K_{45}$ in combination with growth regulators Vympel, Emistim C, and PlantaPeg. In areas where mineral nitrogen doses were increased to $N_{45}P_{30}K_{45}$, the stocking density was slightly lower than after inoculation $N_{30}P_{30}K_{45}$ – 96.3 - 103.1 pcs/m^2 depending on

the variety. However, the above-mentioned fertilizing variant still demonstrated higher rates than the control variant ($P_{30}K_{45}$).

The growth regulators in combination with mineral fertilizers had a significant effect on plant survival before harvest. Complex plant growth regulator PlantaPeg on field pea crops contributed to the survival of plants before harvest on average by 87-91.4%, natural biostimulant Emistim C led to a survival rate of 87.5 - 91.9%. The best rates were registered after inoculation of the natural-synthetic compound with contact systemic effect Vympel, these rates were 87.6 - 92.3%.

It was found that the duration of field pea vegetative period in the Western Forest-Steppe was significantly influenced by the hydrothermal conditions and the elements of growth technology. Excessive rainfall in June-July 2018 slightly extended the vegetative period for all three varieties of field pea. Nevertheless, for three years of the study the average duration of the vegetative period for the Fargus variety was 79-97 days, for the Gotovsky variety – 75-91 days, and for the Chekbek pea variety the vegetative period was the shortest and equaled only 69-86 days, depending on inoculation of fertilizers and growth regulators.

The average height of pea plants was from 50 to 93 cm, depending on the varietal characteristics of the culture. The response of all three pea varieties towards the application of full doses of mineral fertilizers and growth regulators was observed. Indeterminate Gotovsky field pea variety had demonstrated a 22 cm increase in height of pea plant. The plants of the semi-dwarf Chekbek variety were 15 cm higher than the control variants, the plants of the semi-determinate Fargus variety – 27 cm higher.

The study found that the inoculation of growth regulators on stages BBCH 55-65 had a positive effect on the development and formation of the nodulation apparatus of pea plants and, therefore, increased its growth rates. No similar effect was observed in areas where growth regulators were not used. The total number of nodules increased, and the number of active nodules proportionally increased in comparison with the control plants. An increase in the size of the nodules was also recorded.

Therefore, after inoculation of $N_{30}K_{45}$ mineral fertilizer combined with growth regulators the total rates of nodules were as follows: for the Gotovsky variety – 38.4-40.1 pcs/plant; for the Chekbek variety – 46.5-47.6 pcs/plant; for the Fargus variety – 36.0-37.6 pcs/plant. Regarding active nodules on pea roots, these indicators were 16.4; 23.0; 13.3 pcs/plant, respectively. After increasing the doses of mineral nitrogen, their total number decreased by an average of 1.5-5.4%, and the number of active nodules decreased by 5.6-7.8% depending on the variety, in comparison with the control variant. However, after treatment with growth regulators, these rates had increased. The largest total number of nodules and number of active nodules on the roots of pea plants was recorded for the Checkback variety after spraying it with the growth regulator Vympel. For this variety on the fertilizer variant $N_{15}P_{30}K_{45}$ + Vympel, the total number of nodules was 48.0 pcs/plant, the number of active nodules was 24.2 pcs/plant.

During three years of the research, we observed a tendency of intensive increase in the mass of nodules during the growth stages BBCH 61-70, but during the growth stages BBCH 71-79 their average mass was decreasing. Spraying of pea plants with PlantaPeg, Emistim C, and Vympel had a positive effect on the symbiotic apparatus of field pea plants. The highest rates of the mass of nodule bacteria were recorded on the growth stages BBCH 60-69 for all studied field pea varieties – Gotovsky (4.4-4.9 g/10 plants), Checkback (5.1-5.4 g/10 plants), and Fargus (3.8-4.2 g/10 plants) depending on technological methods.

The application of phosphorus-potassium fertilizers and small doses of nitrogen fertilizers improved the biological fixation of nitrogen, and the spraying of plants with growth regulators in the budding-flowering phase continued the functioning of the red pigment of synthesized leghemoglobin in the nodules. Over the years of the research, the maximum indicators of total and active symbiotic potentials were recorded on the growth stage BBCH 61-70 (beginning of flowering – end of flowering) after the application of mineral fertilizers at a dose of $N_{30}P_{30}K_{45}$ and growth regulators. For Gotovsky pea variety these indicators were 10.0 and 6.9

kg*days/ha, Chekbek varieties 12.5 and 8.9 kg*days/ha, Fargus varieties 9.5 and 5.9 kg*days/ha, respectively.

An analysis of the rates of symbiosis specific activity during 2016-2018 indicates that these years were optimal for the fixation of biological nitrogen by pea plants. The amount of fixed nitrogen in the air after application of the fertilizer variants in the dose of $N_{30}P_{30}K_{45}$ was the highest in combination with the growth regulator Vympel. Thus, we recorded 54.0 kg/ha for the Gotovsky pea variety, 65.2 kg/ha for the Chekbek variety, and 52.8 kg/ha for the Fargus variety. Plant growth regulators Emistim C and PlantaPeg, in combination with the same dose of mineral fertilizers, were less effective for the fixation of air nitrogen, so the rates were lower by 4.5-5.1%.

An analysis of the dynamics of the formation of leaves, stipules, and whiskers, demonstrated that the maximum area of the assimilation surface pea plant develops on the phase of full flowering (growth stages BBCH 60-69), regardless of the fertilizing options. The largest leaf surface was formed after inoculation of $N_{45}P_{30}K_{45}$ combined with a growth regulator Vympel for the Checkbec pea variety and was 415.1 cm^2/plant. Slightly lower indicators were recorded for the Gotovsky variety – 347.2 cm^2/plant, and Fargus – 333.2 cm^2/plant with the same fertilizer variant.

High rates of the photosynthetic potential of pea plants on growth stages BBCH 51-69 (0.29 - 0.57 million m^2×day/ha) were formed after inoculation of fertilizer variant $N_{45}P_{30}K_{45}$ in combination with growth regulators, which is 0.09 - 0.25 million.m^2×day/ha more than the control results (without treatment with growth regulators).

Hydrothermal conditions had a significant effect on the preservation of flowers and beans, respectively, during the period of development and growth. On the control variants of fertilizing $P_{30}K_{45}$ without growth regulators treatment, the Gotovsky variety (control) demonstrated the number of flowers that averaged 12.7 pcs/plant, of which 6.2 pcs/plant on the growth stage BBCH 71-77 (bean formation) and 4,8 pcs/plant on the growth stage BBCH 81-89 (ripening of beans and seeds), which led to the loss of beans by an average of 22.5%. In the areas of the experiment

fertilized with mineral fertilizers in doses of $N_{15}P_{30}K_{45}$ and $N_{30}P_{30}K_{45}$, we recorded an increase in the number of flowers by 1-2%, as well as the number of beans on the growth stage BBCH 81-89 – by 4-8%, in comparison with the control variant. After spraying plants with growth regulators PlanataPeg, Emistim C, and Vympel, the number of flowers per plant increased by another 1.5-4.6%. This increase led to better preservation of beans per plant during harvest. The preservation rates for all fertilizing variants varied from 4.2 to 6.0 pcs/plant.

The detailed analysis of the elements of the yield structure has proven the positive effect of mineral fertilizers and growth regulators on the productivity of field pea. The maximum weight of 1000 seeds amounted to 266.4 g was recorded for the Chekbek pea variety after inoculation of the fertilizer $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Vympel. After inoculation of the same dose of fertilizers combined with the growth regulators Emistim C and PlantaPeg, the corresponding rates amounted to 265.7 g and 264.9 g, respectively. For Gotovsky and Fargus varieties, these rates were lower by 2.2-2.9% and 10.5-11.3%, respectively, and amounted to 257.2-260.6 g and 235.1-238.4 g.

The study showed that crop productivity of high-yielding pea varieties depends on the influence of different doses of mineral fertilizers, growth regulators, and weather conditions. On average, for the Gotovsky pea variety the range was 2.11-3.79 t/ha, for the Chekbek pea variety 2.68-4.32 t/ha and for the Fargus variety 1.82-3.30 t/ha. The impact of the factor of mineral fertilizers inoculation on the crop productivity of field pea was 31%, the variety factor – 24%, growth regulators – 20%, other unaccounted factors – 20%, the interaction of factors - 5%.

The maximum content of crude protein and crude fat in the grain was obtained after applying mineral fertilizers in doses of $N_{30}P_{30}K_{45}$ in combination with the growth regulator Vympel. Indicators of crude protein content in plants of Chekbek variety were 26.6%, Gotovsky – 24.5%, and Fargus – 23.5%. The content of crude fat in the grain was also the highest for the same fertilizing composition. Thus, for the variety Chekbek, it amounted to 2.4%, Gotovsky – 1.8%, and Fargus – 1.6%.

The total costs of the technology of field pea growing were 16576.5-18960.5 UAH/ha. The largest share in the structure of production costs were crop protection

products, fertilizers, fuel, and wages. The profit per hectare after the application of different doses of mineral fertilizers and growth regulators was 2413.4-16021.0 UAH/ha for the Gotovsky pea variety, 6977.1-20234.1 UAH/ha for the Chekbek pea variety, and 5189.4-11849.1 UAH/ha for the Fargus variety, respectively.

Key words: field pea, variety, fertilizer, growth regulator, photosynthetic productivity, symbiotic productivity, seed quality, economic and bioenergy efficiency of cultivation.

Scientific papers presenting the main results of the research in Ukrainian specialized scientific journals:

1. Bahmat M. I., **Nebaba K. S.** Yield structure of field pea affected by application of fertilizers and growth regulators in the conditions of western forest-steppe. *Scientific journal «Plant and Soil Science»*. 2018. Issue 294. Pp. 24-31. doi: http://dx.doi.org/10.31548/agr2018.294.024. (*The applicant for a degree personally performed field research and calculations of data on yield structure of field pea and prepared the article for publication*).

2. **Nebaba K.** Influence of mineral fertilizers and growth regulators on the symbiotic productivity of field pea in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. 2020. Issue 1(32). Pp. 54-58. doi: http://dx.doi.org/10.37406/2706-9052-2020-1-6. (*The applicant for a degree personally performed field research and calculations of data on the symbiotic productivity of field pea and prepared the article for publication*).

3. **Nebaba K.** The influence of technology approaches on formation of the photosynthetic apparatus of field pea in the conditions of Western Forest-Steppe. *Scientific journal "Balanced nature using".* 2020. Issue 3. Pp. 139-145. (*The applicant for a degree personally performed field research and calculations of data on photosynthetic apparatus of field pea and prepared the article for publication*).

4. Bahmat M., Plahtiy, D. & **Nebaba K.** The influence of mineral fertilizers and growth regulators on formation of the symbiotic apparatus of field pea varieties in the conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific journal*

"Plant and Soil Science". 2020. Issue 11(3). Pp. 33-42. doi: http://dx.doi.org/10.31548/agr2020.03.033. (*The applicant for a degree personally performed field research and calculations of data on symbiotic apparatus of field pea and prepared the article for publication; printed sheets*).

5. **Nebaba K. S.** Crop productivity of field pea affected by application of fertilizers and growth regulators in the conditions of Western Forest-Steppe. *Irrigated agriculture : interdepartmental thematic scientific collection.* 2020. Issue 74. Pp. 65-68. (*The applicant for a degree personally performed field research and calculations of data on crop productivity of field pea and prepared the article for publication*).

Abstracts:

6. **Nebaba K. S.** Germination energy and field germination of field pea varieties in the conditions of Western Forest-Steppe. 2016: *Legumes and soybeans for sustainable development of agricultural production in Ukraine* : proceedings of the IX int. scient. conf., Vinnytsia, August 11-12, 2016. Vinnytsia, 2016. Pp. 80-81.

7. **Nebaba K. S.** The influence of mineral fertilizers and growth regulators on formation of the photosynthetic productivity of whiskered field pea varieties in the conditions of Western Forest-Steppe. *Scientific principles of increasing the efficiency of agricultural production*: materials of the int. scient. and pract. conf. (dedicated to the 90th anniversary of the birth of Prof. G. F. Naumov and the 80th anniversary of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production), Kharkiv, October 23-24, 2017. Kharkiv, 2017. Pp. 241-242.

8. **Nebaba K. S.** The influence of technology approaches on the symbiotic capacity of field pea in the conditions of Western Forest-Steppe. *Agrarian science and education in the European integration context*: collection of scient. papers of Intern. scient. and pract. conf. [P.1.], Kamianets-Podilskyi, March 20-21, 2018. Ternopil : Krok, 2018. Pp. 60-62.

9. Bahmat M. I., **Nebaba K. S.** The influence of fertilizers on the maintenance of pea beans viability in the conditions of Western Forest-Steppe.

Innovative Technologies in Crop Production: Problems and Solutions : materials of the int. scient. and pract. conf. Zhytomyr, June 7-8, 2018. Zhytomyr, 2018. Pp. 5-7.

10. Bahmat M. I., **Nebaba K. S.** *The influence of mineral fertilizers and growth regulators on the density of standing field pea plants viability in the conditions of Western Forest-Steppe. Scientific principles of improving the efficiency of agricultural production* : materials of the II int. scient. and pract. conf. Kharkiv, October 25-26, 2018. Kharkiv, 2018. Pp. 36-37.

11. **Nebaba K. S.** Crop productivity of field pea according to the technology approaches in the conditions of Western Forest-Steppe. *Scientific principles of improving the efficiency of agricultural production*: materials of the III int. scient. and pract. conf. Kharkiv, October 30-31, 2019. Kharkiv, 2019. Pp. 95-97.

12. Bahmat M. I., **Nebaba K. S.** The influence of mineral fertilizers and growth regulators on the crop productivity of field pea in the conditions of Western Forest-Steppe. *Development of the agricultural sector and introduction of scientific research into production* : materials of the III int. scient. and pract. conf., Mykolaiv, November 4-6, 2020. Mykolaiv, 2020. Pp. 40-41.

13. **Nebaba K. S.** Modern technologies and economic efficiency of field pea grain production pea in the conditions of Western Forest-Steppe. *Scientific principles of improving the efficiency of agricultural production* : materials of the IV int. scient. and pract. conf., Kharkiv, November 26-27, 2020. Kharkiv, 2020. Pp. 92-94

Recommendations:

14. Kononchuk V. P., Bahmat M. I., Chynchyk O. S., & **Nebaba K. S.** *Features of growing field pea in Podillya: Guidance for industry*. Kamianets-Podilskyi, State Agrarian and Engineering University in Podilya, 2018. 52 p.

ЗМІСТ

ВСТУП……...23

РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ГОРОХУ ПОСІВНОГО (огляд літератури)……28

1.1. Значення, поширення та біологічні особливості культури……...28
1.2. Роль сорту в технологіях вирощування гороху посівного……34
1.3. Роль мінеральних добрив у сучасних технологіях вирощування гороху посівного……...37
1.4. Основи застосування регуляторів росту у формуванні продуктивності гороху посівного……47
Висновки до розділу 1……..…….54

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ...56

2.1. Оцінка гідротермічних умов у роки проведення досліджень…...58
2.2. Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки……62
2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень…….64
Висновки до розділу 2……..…….71

РОЗДІЛ 3. ФЕНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ІНТЕНСИВНИХ СОРТІВ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ…72

3.1. Польова схожість, густота рослин та динаміка росту гороху посівного……73
3.2. Вплив системи живлення на тривалість міжфазних періодів та періоду вегетації гороху посівного……..79
3.3. Динаміка та формування висоти рослин гороху залежно від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту……...85
Висновки до розділу 3……..…….90

РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ СОРТІВ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ……92

4.1. Динаміка утворення бульбочок у рослин гороху посівного залежно від технологічних прийомів вирощування…….93
4.2. Загальний і активний симбіотичний потенціал гороху посівного залежно від застосування мінеральних та регуляторів росту……..……106

4.3. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на симбіотичну продуктивність посівів гороху посівного…….114

4.4. Формування листкової поверхні гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту……...118

4.5. Формування фотосинтетичного апарату залежно від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту……123

Висновки до розділу 4……..…...129

РОЗДІЛ 5. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ……...133

5.1. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на структурні елементи врожаю рослин гороху посівного…….134

5.2. Урожайність сортів гороху посівного залежно від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту……143

5.3. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на якість зерна сортів гороху посівного……..148

Висновки до розділу 5……..…...155

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ПОСІВНОГО……157

6.1. Економічна ефективність вирощування сортів гороху залежно від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту…….157

6.2. Енергетична ефективність вирощування сортів гороху залежно від застосування мінеральних добрив і регуляторів росту….....163

Висновки до розділу 6……..…...166

ВИСНОВКИ……..……..168

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ……..……172

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….…….....173

ДОДАТКИ……...204

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

к.о. – кормові одиниці

ФПП – фотосинтетичний потенціал посівів

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

°С – градус Цельсію

см – сантиметр

га – гектар

шт./м^2 – штук на метр квадратний

кг/га – кілограмів речовини, яка надходить на 1 гектар посіву

тис. кг*діб/га – тисяч кілограмів за кількість днів з 1 гектара

тис. м^2/га – тисяч метрів квадратних площі листкової поверхні з 1 гектара

ДСТУ – державний стандарт України

НІР – найменша істотна різниця

г/м^2 за добу – грамів на метр квадратний за добу

млн м^2*діб/га – мільйон метрів квадратних площі листкової поверхні за кількість днів з 1 гектара

МДж/м^2 – мегаджоуль на метр квадратний

$К_{ее}$ – коефіцієнт енергетичної ефективності

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Горох посівний (*Pisum sativum*) – цінна високобілкова бобова культура, яка має великий попит на внутрішньому та світовому ринках. Особливістю культури є біохімічний склад зерна та якість природного комплексу вітамінів та інших біологічно активних сполук.

Значний вплив на урожайність і якість зерна зернобобових культур, зокрема й гороху посівного, мають природні та антропогенні фактори зони вирощування. Комплексне застосування мінеральних добрив та регуляторів росту сприяє кращому розвитку бобово-ризобіального симбіозу, який забезпечує рослини гороху посівного біологічним азотом та підвищує продуктивність зерна в середньому на 15 – 25%.

Важливе агротехнічне значення під час вирощування гороху посівного полягає й у тому, що він є добрим попередником для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Короткий вегетаційний період та природня фіксація атмосферного азоту робить горох посівний найкращим попередником озимих зернових в умовах Лісостепу Західного.

Великий внесок у вивчення біологічних особливостей та технології вирощування гороху в Україні зробили вчені: Ф. Ф. Адамень, Р. А. Антипін, М. І. Бахмат, В. В. Гамаюнова, С. М. Каленська, В. В. Лихочвор, В. А. Нідзельський, В. Ф. Петриченко, О. С. Чинчик та ін. Удосконалення технології вирощування гороху посівного є актуальною науковою проблемою, вирішення якої дасть можливість підвищити його продуктивність та ефективність вирощування.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи проводилися у 2016-2018 рр. і були складовою частиною науково-технічної програми Подільського державного аграрно-технічного університету та кафедри рослинництва і кормовиробництва (номер державної реєстрації 0117U007572).

Мета досліджень полягала у вивченні особливостей формування урожайності та якості насіння гороху посівного залежно від дії мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного.

Завдання досліджень:

- дослідити особливості росту, розвитку рослин та зернову продуктивність гороху посівного залежно від дії мінеральних добрив та регуляторів росту;
- вивчити проходження фенологічних фаз і динаміки висоти рослин різних сортів під впливом гідротермічних ресурсів регіону та від дії організованих факторів;
- виявити особливість формування фотосинтетичного та симбіотичного апаратів рослин гороху посівного залежно від прийомів технології вирощування;
- описати процес формування генеративних органів у сортів гороху та виявити вплив мінеральних добрив і регуляторів росту на їх абортивність;
- визначити вплив технологічних заходів та регуляторів росту рослин на врожайність та якість насіння різних сортів гороху посівного;
- дати економічну та енергетичну оцінку досліджуваних елементів технології вирощування гороху посівного в умовах Лісостепу західного.

Об'єкт дослідження – процеси росту і розвитку рослин гороху посівного залежно від сортових особливостей, мінеральних добрив, регуляторів росту та особливостей їх взаємодії в умовах Лісостепу західного.

Предмет дослідження – сорти гороху посівного, мінеральні добрива, морфологічні особливості, урожайність, економічна та біоенергетична ефективність технології вирощування.

Методи дослідження. Загальнонаукові – для встановлення напряму досліджень, планування і закладання дослідів, проведення спостережень та аналізу; візуальний – для здійснення фенологічних спостережень; польовий – для дослідження взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними чинниками в умовах досліджуваної зони; фізіологічний – для визначення

фотосинтетичної продуктивності рослин гороху в онтогенезі; лабораторний – вимірювально-ваговий для визначення біометричних показників рослин гороху посівного; метод пробного снопа – для визначення індивідуальної продуктивності рослин гороху посівного; біохімічний – для встановлення якісних показників урожаю; математичний та статистичний – для обробки експериментальних даних і визначення достовірності отриманих результатів; розрахунковий – встановлення та обґрунтування економічної та біоенергетичної ефективності технології вирощування.

Наукова новизна одержаних результатів полягала в теоретичному обґрунтуванні та практичій розробці адаптивних технологій вирощування різних сортів гороху посівного, що забезпечує підвищення урожайності і якості зерна в умовах Лісостепу західного.

Уперше:

- виявлено зміни морфобіологічної структури рослин гороху посівного залежно від впливу комплексного застосування мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного;
- досліджено особливості формування й функціонування фотосинтетичного й симбіотичного апаратів, величини урожайності та якості насіння гороху посівного залежно від технологічних прийомів та гідротермічних умов;
- описано процеси утворення плодоелементів та індивідуальної продуктивності рослин сортів гороху посівного;
- встановлено пряму залежність між рівнем індивідуальної та зернової продуктивності інтенсивних сортів гороху посівного;
- обґрунтовано формування якості зерна гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив, регуляторів росту та гідротехнічних умов у Лісостепі західному.

Удосконалено: технологію вирощування інтенсивних сортів гороху посівного шляхом оптимізації взаємодії факторів – сорт, мінеральні добрива і регулятори росту в умовах Лісостепу Західного.

Набули подальшого розвитку застосування заходів щодо реакції сортів на умови вирощування, комплексності технологічних прийомів ефективного використання природних ресурсів: сонячної енергії, вологи й родючості ґрунту.

Практичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтуванні сортових інтенсивних технологій вирощування гороху посівного у виробництві, на основі комплексного застосування мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятора росту Вимпел, які забезпечили високу врожайність зерна гороху посівного.

Результати досліджень пройшли виробничу перевірку в господарствах регіону «КОРПОРАЦІЯ «КОЛОС ВС» - 60,0 га, ФГ «Блонського В. В.» - 45,0 га, «Уладово-Люлинецька дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур» - 50 га, ТОВ «ім. Б.Хмельницького» - 55,0 га; ТОВ «НВП «Канола-Поділля» - 60 га.

Особистий внесок здобувача. Автором проаналізовано світову та вітчизняну наукову літературу. Здобувачка приймала участь у розробленні програми досліджень, безпосередньо проводила польові та лабораторні наукові дослідження, постановці завдань та розробці методів їх вирішення. На основі одержаних достовірних результатів написано дисертаційну роботу, наукові статті та сформульовано висновки і рекомендації виробництву.

Апробація результатів досліджень. Результати дослідження оприлюднено та обговорено на: Міжнародній науково-практичній конференції «2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку агарного виробництва України» (м. Вінниця, 11-12 серпня 2016 р.); V Міжнародній науково-технічній конференції «Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави» (м. Вінниця, 7-9 вересня 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 23-24 жовтня 2017 р.); ІІ Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського

виробництва» (м. Харків, 25-26 жовтня 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення» (м. Житомир, 7-8 червня 2018 р.); Науковій інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (м. Кам'янець-Подільський, 15 травня 2018 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 30-31 жовтня 2019 р); III Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток агарної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво» (м. Миколаїв, 4-6 листопада 2020 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 26-27 листопада 2020 р).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 14 наукових праць, з яких 5 статей у наукових фахових виданнях України, 1 рекомендації.

Структура та обсяги дисертації. Дисертація складається із анотацій, вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Роботу викладено на 203 сторінках комп'ютерного тексту. Вона містить 19 таблиць, 20 рисунків, 22 додаткb. Список використаних джерел нараховує 300 найменувань, зокрема 40 латиницею.

РОЗДІЛ 1.
НАУКОВІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ГОРОХУ ПОСІВНОГО
(огляд літератури)

1.1. Значення, поширення та біологічні особливості культури

Одним із важливих напрямків успішного розвитку новітніх агротехнологій у рослинництві є створення високопродуктивних агроценозів зернобобових культур, які найбільш повно використовують біокліматичні ресурси регіону. Бобові культури є основним та надзвичайно важливим джерелом рослинного білка і вирішують біологоекологічні проблеми сучасного землеробства України [3, 40, 88].

Горох – одна з найдавніших сільськогосподарський культур. Походить із країн Центральної, Передньої та Південно-Східної Азії (Іран, Закавказзя, Туркменія), де вирощували його дрібнонасінні види. У країнах Середземномор'я (Іспанія, Італія, країни Балканського півострова) ця культура була відома за 4 – 6 тис. років до н.е. В Україні крупнонасінний горох почали вирощувати за 500 років до н.е., про що свідчать археологічні розкопки, проведені поблизу Харкова [73, 101, 291].

Горох має високі харчові й кормові якості [81]. Зерно гороху містить від 16 до 36% білка, крохмаль, цукри, жир, вітаміни (А, B_1, B_2, B_6, С, РР, К, Е), каротин, мінеральні речовини (солі калію, кальцію, марганцю, заліза, фосфору), до 54% вуглеводів. Кількість золи в насінні гороху значно коливається і залежить від ґрунтів, агротехнічних прийомів їхнього обробітку та клімату. Середній вміст золи – від 2 до 5%, як і у злаків, зола на 75% складається з фосфору і калію. На відміну від злаків, в золі гороху менше магнію, але більше кальцію і особливо сірки. Вміст жиру є невеликим – у межах 2 – 3% і в різних сортів культури він коливається незначно. В насінні жир, головним чином, знаходиться у зародку [24, 80, 99, 171].

Білок гороху є повноцінним за амінокислотним складом і засвоюється в 1,5 рази краще, ніж білок пшениці. В ньому міститься 4,66% лізину, 11,4% аргініну, 1,17% триптофану (від сумарної кількості білка), тоді як у складі білка пшениці – лише 2,32% лізину та 3,56% аргініну. У цьому цінність його не лише як харчового (високі смакові якості), а й дієтичного, лікувального продукту. Він сприяє виведенню солей з організму. У 100 г його зерна міститься 491 ккал (в пшениці 457 ккал). Білка приблизно стільки ж, як і в сирому м'ясі. В 1 кг зерна міститься 1,17 к.о. 180 – 240 г перетравного протеїну, 15,2 г лізину; 3,2 г метіоніну [128, 172, 257].

Хімічний склад зерна гороху, якщо порівняти з іншими зернобобовими культурами, за вмістом білка (з розрахунку на 100 г маси у відсотках) дещо менший ніж у люпину, сої, чини, кормових бобів та сочевиці й коливається в межах 20 – 35%, тоді як у люпину ці показники сягають 30 – 48% та сої – 30 – 50%. Вміст жиру в зернах гороху становить 1,3 – 1,5%, що в 10 разів менше ніж у сої. Найбільше клітковини може міститися в зернах люпину – від 11,0 до 18%, тоді як у квасолі 5,0 – 7,1%, у гороху ці показники коливаються в межах 3,0 – 6,0%. Показник вмісту золи у зернах бобових культур майже не відрізняються і становить 2,0 – 4,9%, окрім сої – для цієї культури вони становлять від 4,5 до 6,8% [147, 193, 212, 270].

Проблема вирощування гороху в останнє десятиріччя була пов'язана з його збиранням – воно було роздільним і супроводжувалось великими витратами часу та енергії, а втрати при цьому сягали 80%. Але з'явилися нові сорти іноземної та вітчизняної селекції, придатні для прямого комбайнування, яке здійснюється звичайними комбайновими жатками з мінімальними втратами. Це так звані прямостоячі, або половинчасто-безлисті сорти гороху. Їхньою особливістю є те, що верхні листки морфологічно трансформовані в несправжні вуса, які забезпечують додаткове зчеплення між собою сусідніх рослин на верхньому ярусі. Проте рослини, насичені такою кількістю господарсько цінних ознак, потребують належного догляду [196, 214, 266] – насамперед особливих вимог до посівного матеріалу. Лише використання

оригінального насіння високої репродукції може дати той урожай, що його запрограмували селекціонери. Якщо насінництво (розмноження сорту) ведеться не на високому технологічному рівні, то такий сорт не відображає повною мірою сортових ознак та стає схильним до розтріскування [195, 211].

Нині горох вирощують на всіх континентах, а посівні площі його займають близько 7 млн га. На земній кулі серед зернобобових культур він посідає п'яте місце після сої, квасолі, арахісу і нуту. Для європейських країн горох є основною зернобобовою культурою, яка вирощується для харчових та кормових цілей на площі близько 3 млн га. В Україні за останні роки посівні площі під горохом значно зменшилися. Серед причин зниження виробництва гороху можна назвати як деякі біологічні властивості культури (схильність до вилягання та осипання насіння, сильне, якщо порівняти з іншими культурами, пригнічення бур’янами, значне пошкодження шкідниками та хворобами, низький коефіцієнт розмноження), так і об’єктивні фактори (відсутність технологічних сортів та техніки для збирання, скорочення поголів’я сільськогосподарських тварин). Найбільші посівні площі гороху зосереджені в Лісостепі та становлять 55% від загальної посівної площі, у Степу – 25% і на Поліссі – 20% [74, 83]. З 2010 по 2020 рр. показники загальної площі посівів під горохом в Україні значно знизилися і коливалися від 191 тис. га (2013 рік) до 405 тис. га (2017 рік), порівняно з 1148,2 га (1992 рік) [39].

За результатами збирання урожаю 2020 року середня врожайність гороху в Україні становила 2,16 т/га. Проаналізувавши згадані показники у кожній області, можна стверджувати, що лідерами стали господарства Чернігівської (34,0 ц/га) та Хмельницької (33,0 ц/га) областей. Більш високі показники врожайності культури також демонструють Полтавщина (32,0 ц/га), Вінниччина (30,0 ц/га) та Сумщина (29,0 ц/га) [1, 23].

Найменша врожайність гороху була зафіксована у Чернівецькій, Івано-Франківській та Рівненській областях, де показники були меншими за 10 ц/га. 2020 року посівів гороху в Закарпатській області взагалі не було.

Цього ж року аналіз даних валового збору даної культури засвідчив, що найбільше гороху зібрано в агроформуваннях Запорізької (134 тис. тонн), Харківської (50 тис. тонн) та Донецької (43 тис. тонн) областей. На четвертому та п’ятому місцях розташувалися Дніпропетровщина та Миколаївщина, де намолочено 41 та 33 тис. тонн бобів відповідно.

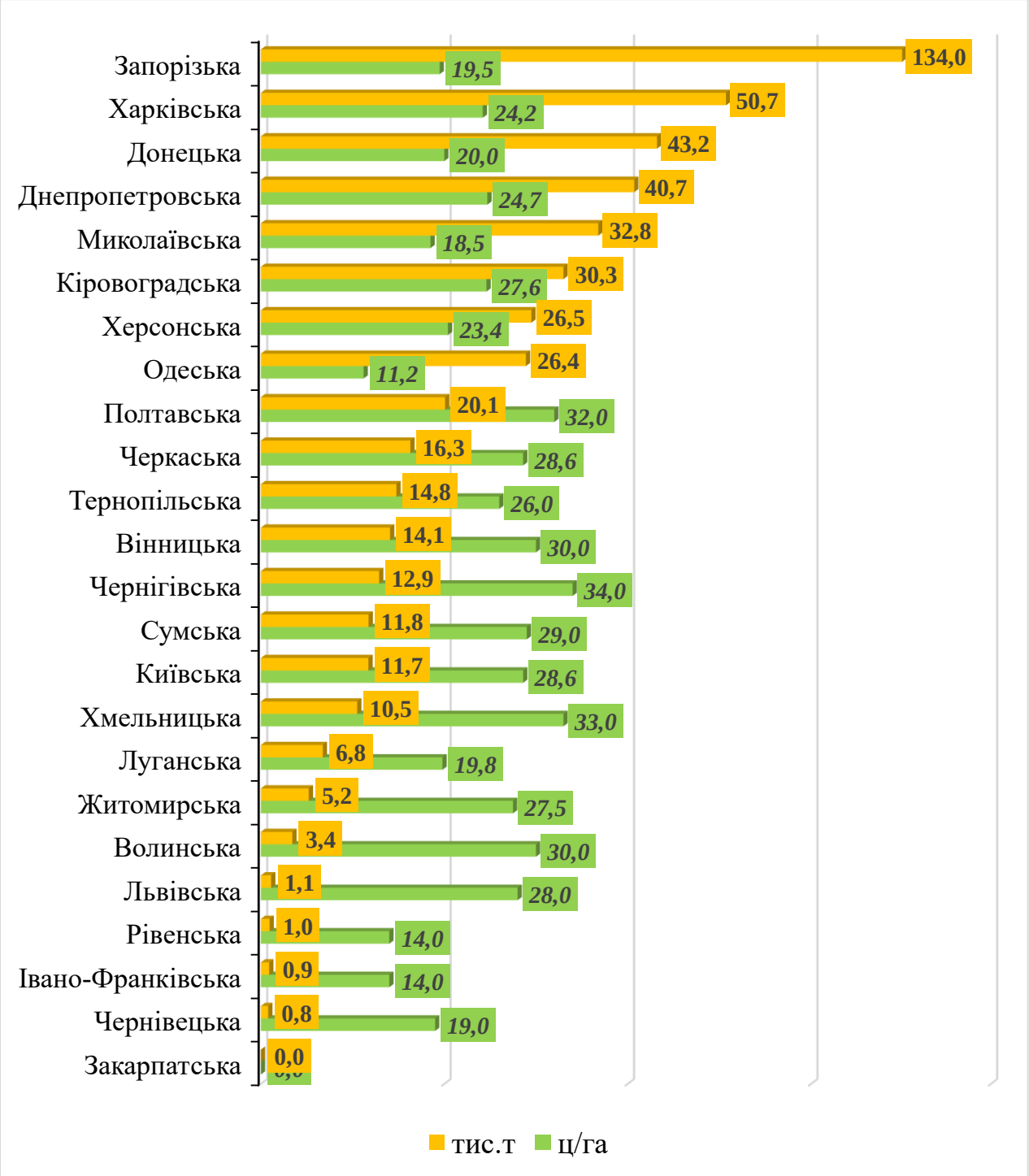


Рис. 1.2. Валовий збір та урожайність гороху в Україні за 2020 р. [231]

Симбіоз сучасних інтенсивних сортів бобових культур та штамів бульбочкових бактерій зумовлює підвищення продуктивності рослин на 10 – 30%. Симбіотична система рослин гороху залишається активною протягом усіх фаз росту. Біологічний азот, який засвоюється за період вегетації бобових культур, екологічно безпечний та поліпшує родючість ґрунту [228, 242].

За вегетаційний період горох, залежно від рівня врожайності, залишає з соломою і рослинними рештками орієнтовно 60 – 90 кг/га азоту, 15 – 20 кг/га фосфору, 20 – 30 кг/га калію. Він є добрим фітосанітаром, покращує структуру ґрунту і підвищує його родючість [104, 208].

Норми висіву насіння досліджуваної культури залежать від зони вирощування, особливостей сорту, посівних характеристик насіння. Рекомендовані зональні норми висіву становлять: для Південного Степу України 0,9 – 1,0 млн схожих насінин на 1 га, Лісостепу – 1,0 – 1,2 млн, Полісся – до 1,1 – 1,4 млн Для низькорослих та безлисточкових сортів норму висіву збільшують на 0,1 – 0,2 млн насінин, а для високорослих приблизно на стільки ж зменшують. Крупнонасінні сорти зазвичай сіють рідше, ніж дрібнонасінні. За вузькорядної сівби або під час висівання насіння в сухий ґрунт норму висіву збільшують на 10 – 15% [151, 240].

Збільшення обсягу виробництва гороху зумовлене декількома причинами, насамперед, хорошим експортним попитом на культуру за порівняно високої ціни. Згідно з сайтом agro-business.com.ua, світове виробництво гороху знаходиться у межах 11 – 12 млн т. Найбільшим виробником вважається Канада, яка за рік виробляє понад 3 млн т гороху. На другому місці Франція (близько 1,5 млн т), потужними світовими виробниками є Китай та Росія (з обсягами виробництва на рівні 1,2 млн т), Індія (800 тис. т), наступними є країни Німеччина (400 тис. т) та Великобританія (200 тис. т). Зрозуміло, що ці показники коливаються від сезону до сезону. До основних постачальників гороху на експортний ринок належать Канада, Франція, Австралія та США. Найбільшими імпортерами

продукції є Іспанія, Індія та Бангладеш. Закуповують горох на світовому ринку Італія, Китай, Куба, Німеччина, Пакистан та інші країни. Враховуючи, що внутрішнє споживання гороху в Україні не перевищує 200 тис. т, понад 500 тис. т зернобобових може бути експортовано [75, 267].

Золотим роком для вітчизняних господарств, які вирощували горох, став 2016, коли попит в Індії становив близько 5 – 6 млн т. Виробники, які вчасно зреагували на ситуацію, отримали гарний прибуток, проте продовжувати працювати стало складно. Вже через рік почалася конкурентна боротьба, а на ринку бобових культур різко збільшили обсяги вирощування гороху.

2017 року рентабельність цієї галузі в Україні становила лише 10%, тоді як роком раніше – 80%. Зокрема, починаючи з 2016 року, вітчизняні виробники щорічно нарощували обсяги, й останніми роками показали збільшення виробництва майже удвічі – вироблено 573 тис. т, а 2017 року – 1097,8 тис. т. Водночас, посівні площі під культурою у 2017 році становили 405 тис. га, а в 2018 році – 431,7 тис. га [85, 231].

На початку 2018 року вперше на вітчизняному ринку горох (ціна за тонну в Україні досягла мінімуму) став коштувати дешевше за пшеницю. Експортний потенціал рекордного врожаю 2017 року повністю не реалізували, тож запаси на кінець періоду були надмірно високі. Країни-конкуренти отримали можливість витіснити з міжнародної арени українських виробників через більш низькі ціни. Ситуація ускладнилася ще й через різке зростання обсягів виробництва бобових культур у самій Індії та, крім того, через введення мита у цій країні – імпорт скоротився майже в 10 разів. У результаті частка України у світовому виробництві гороху впала до 4% [101].

Однак поряд з явними перевагами у гороху є й недоліки. Його врожайність нижча, ніж у зернових культур, хоча за сприятливих погодних умов і забезпеченні захисту від хвороб, шкідників і бур'янів він може формувати врожайність до 3,5 – 6,0 т/га. Зернобобові чутливі до несприятливої фітосанітарної обстановки в посівах, яка істотно впливає на елементи структури врожаю [23, 41, 299].

Сучасні технології вирощування гороху посівного є основою точного застосування відповідних агротехнічних операцій з догляду за посівами у певних мікростадіях відповідно до шкали ВВСН (у вітчизняних дослідженнях зернобобових культур – за шкалою Ф. М. Купермана) [261].

Вчені довели, що знання біологічних особливостей стадій розвитку гороху відіграє вирішальне значення для забезпечення високого рівня його продуктивності. Наше завдання передбачало вивчити реакцію сортів на різні дози мінеральних добрив та регуляторів росту, які певною мірою залежать від стадій росту рослин гороху посівного.

1.2. Роль сорту в технологіях вирощування гороху посівного

За результатами здійснених раніше досліджень та спостережень [8, 21] відомо, що для формування високопродуктивних посівів гороху важлива роль належить сорту. Сорт значною мірою визначає рівень урожайності культури, якість насіння та ефективність виробництва. Нові ефективні сорти продуктивніші за попередні, тому вагомим фактором підвищення врожайності та якості гороху посівного є використання нових високопродуктивних сортів.

За останні 60 років, починаючи з 1944 року селекцією гороху успішно займається колишня Харківська селекційна станція (нині Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ). Інститут став провідною установою з селекції гороху в Україні, про що свідчать велика кількість створених і зареєстрованих сортів та постійно зростаючі посівні площі під ними. Селекціонери цілеспрямовано створювали більш урожайні та технологічні сорти з удосконаленням методики селекції. Завдяки великому обсягу (в окремі роки у польових дослідах вивчалось від 26 до 37 тисяч селекційних номерів) селекційної роботи тут за останні 10 років створено сорти: Девіз (рік реєстрації 2007), Царевич (2008), Глянс (2008), Чекбек (2009), Отаман (2011), Оплот (2011), Магнат (2012), Меценат (2014), Гейзер (2015), Корвет (2016), Гайдук

(2017), які повністю відповідають сучасним вимогам високоінтенсивного виробництва, мають потенціал урожайності до 6,0 т/га, відзначаються стійкістю до вилягання та обсипання насіння, придатні до прямого комбайнування, мають кращу пристосованість до регіональних кліматичних умов, як порівнювати зі старими сортами, і займають все більші площі на полях України [64, 130, 239].

Для підвищення врожайності та якості продукції сільськогосподарських культур застосовують сорт як засіб виробництва у сільському господарстві. Вимоги зводяться до кількох основних груп: стійкість до несприятливих умов середовища; висока і стійка врожайність за роками; висока екологічна пластичність; тривала і комплексна стійкість до хвороб і шкідників; придатність до інтенсивної технології, механізованого вирощування, збирання та переробки; висока якість продукції. Для кожної окремої культури перелік вимог можна збільшити [25, 58].

Сорт рослин – це «сукупність культурних рослин, створених шляхом селекції, що наділені певними спадковими морфологічними, біологічними та господарськими ознаками і властивостями» [127, 182, 201].

Сортів гороху посівного зараз є дуже багато. Кожен має не лише переваги, але й недоліки. На території країни зареєстровані і вирощуються мозкові, лущильні і цукрові сорти. Усі вони мають різну врожайність, стійкість до шкідників і погодних умов [201, 213].

Обираючи сорт, варто керуватись такими показниками, як урожайність, час достигання та період від повних сходів до початку технічної (споживчої) стиглості, період плодоношення, дружність достигання, а також вміст сухої речовини, загального цукру, білка, дегустаційна оцінка та стійкість до ураження хворобами. Порушення технології вирощування на одному з етапів онтогенезу не можна компенсувати на наступних без зниження продуктивності рослин. Основним резервом підвищення врожайності гороху є також науково-обґрунтоване використання родючості ґрунту, умов середовища і нових сортів. Старі сорти періодично замінюють на нові, тобто

проводять сортозаміну і сортооновлення [165, 210]. Кожен з них різний за смаковими характеристиками та особливостями вирощування.

Станом на 2020 рік до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, занесено 52 сорти гороху посівного (Pisum sativum L.) [54]. Урахування об'єктивних факторів сучасного стану розвитку галузі рослинництва призвело до зміни пріоритетів селекції – до адаптивності, стійкості до шкідливих організмів, підвищення якості продукції і розширення сфери використання. За останні роки селекція гороху пройшла декілька якісних етапів зі створення сортів, які б гарантовано давали високі та сталі врожаї зерна. З ростом виробничої урожайності підвищилася і потенційна продуктивність. Для сортів, які вирощували в 40 – 70-х роках минулого століття, рівень урожайності не перевищував 3,0 т/га, натомість у 90-х роках урожайність сортів гороху посівного складала понад 4,0 т/га [84, 280].

Технологія вирощування сільськогосподарських культур не може бути незмінною. З метою створення оптимальних умов для росту й розвитку рослин гороху посівного залежно від умов довкілля, біологічних особливостей нових сортів та рівня матеріально-технічного забезпечення її потрібно постійно удосконалювати [34, 38].

Зміна клімату та нестабільні погодні умови на сьогоднішній день призвели до того, що сорт повинен мати високу адаптивну здатність, що дозволить відновлювати процеси метаболізму після дії стресового чинника. Кожному сорту властиві певні критично-порогові параметри стійкості до стресів біотичного чи абіотичного характеру. Тому під час підбору сортів зернобобових культур, зокрема й гороху, для конкретних зон основним критерієм повинен бути рівень урожайності [102, 224, 230].

До основних властивостей, що визначають рівень адаптивності сортів культури, належать: тип росту стебла, дружне дозрівання, стійкість до осипання, високий збиральний індекс, висока потенційна врожайність. Тому в процесі інтенсифікації виробництва постійно зростають вимоги до сортів, виникає потреба підбору більш пристосованих до конкретних умов

вирощування сортів зернобобових культур, які забезпечать щорічно високу і сталу врожайність зерна [57, 143, 274].

А. Розвадовський [203], А. Вовченко [29], А. Амелін [4], Н. Шелепина [252], вивчаючи безлисточкові (альфільні) сорти гороху, доводять, що відсутність основних листків компенсує наявність великих прилистків, площа пластинок яких у них значно більша, ніж у звичайних листкових сортів. Відсутність листка в альфільних форм зменшує загальну листкову площу рослин у 5 – 6 разів, що є вагомим чинником для визначення оптимальної площі живлення рослин.

Сорти безлисточкового морфотипу мають менший вміст білка в зерні (на рівні 19,9 – 24,2%) порівняно з листочковими (24,3 – 26,8%), але це не заважає рослинам цього морфотипу забезпечувати збір білка на рівні (1,0 – 1,3 т/га) за рахунок більшої урожайності [251].

Впровадження нових сортів у виробництво дозволяє більш ефективно використовувати матеріально-технічні ресурси і покращувати якість товарної і насіннєвої продукції. Елементи технології вирощування гороху мають бути спрямовані на створення на кожному етапі онтогенезу оптимальних умов для росту й розвитку рослин, інакше відбудеться зниження урожайності. Дотримання основних технологічних умов вирощування гороху дозволить реалізувати генетичний потенціал нових сортів та отримувати високі стабільні врожаї та високоякісне зерно [166, 191, 237, 238, 256].

1.3. Роль мінеральних добрив у сучасних технологіях вирощування гороху посівного

Інтенсивна технологія вирощування зернобобових культур, зокрема й гороху, полягає у проведенні системи агротехнічних та організаційних заходів, спрямованих на одержання високих врожаїв зерна. Вона передбачає дотримання науково обґрунтованого розміщення посівів гороху в сівозміні,

впровадження сучасних сортів, придатних для механізованого вирощування, застосування оптимальних норм добрив та регуляторів росту, високоякісний основний і передпосівний обробітки ґрунту, екологічно обґрунтоване використання пестицидів або механічного догляду та прогресивну організацію праці [217, 253].

Потенціал виробництва продукції рослинництва може бути реалізований лише через високу родючість ґрунтів, покращення їхніх функціональних властивостей. Відтворення родючості ґрунтів є одним з головних важелів підвищення врожайності різних культур і продуктивності агроекосистем загалом [115].

Проблеми агрохімічного обслуговування сільського господарства не нові. Вони були і є предметом досліджень українських вчених, таких як В. В. Волкогон, В. В. Плотніков. О. Г. Тараріко, Л. В. Тарасович та інші [30, 186, 218, 220].

За оцінками американських учених, добрива забезпечують підвищення врожаїв сільськогосподарських культур на 41%, гербіциди – до 20%, сівозміна та обробіток ґрунту – в середньому на 11 – 8%, кліматичні фактори – до 15%, гібридне насіння – на 8%, водна меліорація – до 5%. Учені Німеччини половину приросту врожаю пов’язують з використанням добрив, а Франції – навіть 50 – 70%. Подібні закономірності з деякими відхиленнями стосовно різних ґрунтово-кліматичних умов спостерігають в Україні [37, 269].

Зниження рівня застосування мінеральних добрив в Україні призвело до підвищеної агрохімічної деградації ґрунтів, тобто прискореного збіднення їх на елементи живлення, підвищення кислотності, погіршення гумусового стану і поживного режиму [42, 207].

Агрохімічне обслуговування сільського господарства передбачає напрацювання рекомендацій із ефективного використання добрив, пестицидів, проведення аналізу ґрунтів, розроблення агрохімічних картограм, надання допомоги сільськогосподарським підприємствам у здійсненні хімізації рослинництва. Розрахунки показали, що понад половина всіх затрат у

рослинництві припадає на добрива. Для зниження цих затрат на застосування добрив слід розраховувати їхні дози не під максимально потенційний урожай, а на раціональний рівень врожаю, який забезпечить максимальну окупність туків і помірні темпи підвищення вмісту в ґрунті рухомих сполук елементів живлення [56, 279].

Органічні та неорганічні сполуки природного або промислового походження, що дають змогу поліпшувати живлення рослин та підвищувати родючість ґрунту називаються добривами. Вони можуть бути прямої і побічної дії. Добрива прямої дії використовують для безпосереднього забезпечення рослин необхідними елементами живлення (азотні, фосфорні, калійні та ін.). Добрива побічної дії вносять у ґрунт для їхнього впливу на фізико-хімічні та мікробіологічні властивості (вапно, гіпс, цеоліт тощо) [60, 170, 258].

За своїм походженням добрива поділяють на мінеральні, органічні і органо-мінеральні. Мінеральні або, як їх ще називають, штучні добрива – це спеціально вироблені на хімічних підприємствах неорганічні речовини або природні поклади руд, переважно мінеральні солі. Мінеральні добрива класифікують за хімічним і фізичним станом, характером взаємодії з ґрунтом, способом виробництва. Форми мінеральних добрив характеризують їхні види за хімічним складом, наприклад аміачна селітра, суперфосфат гранульований, калій хлористий тощо [174, 258].

Для отримання високих показників врожайності сільськогосподарських культур потрібно забезпечити їх елементами мінерального живлення, серед яких основним є доступний азот. Азот – один з основних біогенних елементів. Він входить до складу білкових речовин і багатьох інших природних життєво важливих для рослин органічних сполук: ліпоїдів, хлорофілу, алкалоїдів, фосфатидів, нуклеопротеїдів, різних ферментів. Вміст азоту в деяких рослинних білках становить 14,7 – 19,5%. У сухій речовині рослин його вміст коливається від 0,4 до 5%. Найбільше азоту в насінні зернових (1,5 – 3%) і зернобобових (2,5 – 5%) культур на суху речовину, тоді як у соломі зернових злаків їх не більш як 0,4 – 0,6%. Потреба сільськогосподарських культур в

азоті, порівняно з іншими елементами живлення, виявляється частіше і більшою мірою. Ефективність живлення мінеральним азотом в контексті впливу на врожай – найвища [44, 178, 283].

Недостатня забезпеченість азотом – один із основних чинників, який інгібує процеси росту і розвитку рослин. Парадоксальність цієї ситуації полягає в тому, що азот який міститься в навколишньому середовищі (атмосфера складається на 78% із молекулярного азоту, а органічні речовини ґрунту (гумус, лігнін, хітин, пептиди) містять багато зв'язаного азоту). Проте він недоступний для багатьох рослин, на відмінну від зернобобових. Симбіоз бобових рослин з бульбочковими бактеріями – одна із найбільш ефективних систем біологічної азотфіксації, яка має важливе екологічне та практичне значення. У бобово-ризобіальному симбіозі досягається поєднання двох глобальних біохімічних процесів – азотфіксації та фотосинтезу, завдяки чому нормалізується азотно-вуглеводний баланс рослинного організму [12, 13, 60, 107, 110]. Як відомо, позитивна роль гороху посівного в сільському господарстві пов'язана з життєдіяльністю бульбочкових бактерій. Ця унікальна здатність дозволяє зернобобовим культурам засвоювати за вегетацію 130 – 390 кг/га азоту повітря, що забезпечує отримання дешевого рослинного білка без застосування дорогих і екологічно небезпечних мінеральних азотних добрив [206], залишаючи після себе 60 – 90 кг/га азоту в ґрунті.

Швидкі темпи наростання вегетативної маси гороху і висока потреба в азоті для встановлення ефективного симбіозу в поєднанні з нерозвиненою кореневою системою зумовлюють азотне голодування рослин гороху в початкові фази його розвитку, особливо на бідних ґрунтах. Так, в період цвітіння гороху (мікростадіях ВВСН 51-69) основна кількість азоту міститься в листках, в коренях його кількість менша, у стеблі – найменша [297].

За результатами досліджень Д. М. Прянишнікова [198], Е. Р. Ермантраута [168], М. М. Городнього [43], Г.М. Господаренка [45]

доведено – за умови внесення в ґрунт азоту і фосфору одночасно вміст азоту в стеблі збільшується більш ніж утричі, в листі – удвічі, у квітках – у 2,5 рази.

Ефективність використання азотних добрив у посівах гороху певною мірою залежить від строків і способів їхнього внесення. Застосування добрива під час передпосівної культивації сприяє підвищенню врожайності гороху на 0,3 т/га. Таке збільшення врожаю гороху зумовлене тим, що азотні добрива на тлі фосфорно-калійних забезпечують формування більшої кількості бобів і зерен в них, а також підвищують масу зерна. На чорноземах реградованих Лісостепової зони України внесення азотних добрив у дозах N_{40-60} сприяє отриманню максимального врожаю зерна гороху 2,17 – 3,58 т/га залежно від метеорологічних умов. Разом з тим, рекомендовані різними дослідниками дози мінерального азоту варіюють від 15 – 30 до 70 – 165 кг/га [117, 295].

До початку активної азотфіксації рослини потребують мінерального азотного живлення. Якщо під час сівби запаси нітратного азоту в орному шарі становлять менше 30 мг/кг, варто додатково внести цей макроелемент у дозі 20 – 30 кг/га. Потреба у вищих (40 – 60 кг/га д.р.) дозах азотних добрив виникає за умови вирощування гороху на низькоокультурених малородючих ґрунтах з умістом гумусу менше 2% [162, 284].

Існує суперечлива думка деяких дослідників, зокрема В. Є. Паніна, С. Г. Самохвалова, Н. В. Шелепиної [173, 252], які вважають, що азотні добрива для рослин гороху взагалі краще не вносити, адже вони посилюють ростові процеси, негативно впливають на азотфіксувальну здатність бульбочкових бактерій, сприяють утворенню занадто великої асиміляційної поверхні, подовжують тривалість вегетації, що призводить до вилягання посівів і зростання вразливості до хвороб та шкідників. Проте інші науковці рекомендують застосовувати так звані стартові дози мінерального азоту до 20 – 40 кг/га, який необхідний на початкових етапах росту і розвитку та до початку функціонування бобово-ризобіального апарату.

Польовими дослідженнями, які проводилися в Інституті кормів і сільського господарства Поділля НААН, встановлено що за внесення повного

мінерального добрива в нормі $N_{30}P_{40}K_{60}$ за співвідношення елементів живлення 1:1,5:2 забезпечує врожайність зерна гороху 4,02 т/га, що більше на 0,82 т/га, як порівняти з ділянками без добрив (контроль).

Із збільшенням доз азоту пригнічується також нітрогеназна активність та зменшується кількість бульбочок – такого твердження дотримуються В. Є. Панин та С. Г. Савмохвалов [173], С. Коць [109], В. Патика [177], які не рекомендують вносити азотні добрива під час вирощування гороху. Експерименти проведені на прикладі люцерни, показали, що кожний кілограм мінерального азоту зменшує симбіозне фіксування на 0,5 кг.

Між азотним і фосфорним живленням існує тісний зв'язок. Фосфор відіграє роль супутника азоту і білкових сполук. У рослинах його у 2 – 3 рази менше, ніж азоту. За нестачі фосфору уповільнюється синтез білків та накопичується більше нітратів. Виходячи з цього агрохіміки, зокрема О. Геркіял, Ю. Коларьков, Г. Господаренко, доводять, що норми азотних, фосфорних і калійних мінеральних добрив мають бути збалансовані [37].

Наукові співробітники ДУ Інституту сільського господарства степової зони НААН України рекомендують вносити фосфорно-калійні добрива, врозкид машинами РУМ-5, РУМ-8, ІРМГ-4 під основний обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивацію, фосфорні добрива дозою 15 – 20 кг д. р. вносити у рядки під час сівби гороху.

Рослини гороху засвоюють фосфору значно менше, ніж азоту, але він відіграє надзвичайно важливу роль у їхньому житті. Вміст його в рослинах становить 0,5 – 1,0% сухої речовини, зокрема на мінеральні сполуки припадає близько 10 – 15%, на органічні – 85 – 90%. Співвідношення мінеральних і органічних сполук фосфору залежить від віку рослин і загального забезпечення їх фосфором. У молодих рослинах частка органічного фосфору значно більша, ніж у старих [164].

Фосфор є одним із трьох основних елементів живлення. За об'ємами використання фосфорні добрива посідають друге місце після азотних.

Мінеральні сполуки фосфору в рослинах представлені фосфатами кальцію, магнію, калію, амонію тощо. Накопичення їх у стеблах рослин є ознакою високої забезпеченості рослин фосфором [46].

За даними А. П. Лісовала, В. М. Макаренка, С. М. Кравченка [132] найбільше фосфору міститься в репродуктивних органах, де його у 3 – 6 разів більше, ніж у вегетативних частинах рослин, що сприяє інтенсивному перебігу процесів синтезу органічних речовин. У насінні має бути достатній запас фосфору для формування кореневої системи, яка почне поглинати його з ґрунту. Водночас, рослини краще засвоюють воду і поживні речовини з ґрунту, швидше формують надземну масу. Основну частину фосфору рослини використовують у початковій фазі росту й розвитку, створюючи відповідні його запаси. Потім фосфор легко переміщується зі старих тканин у молоді, тобто відбувається його реутилізація.

Найбільший вміст фосфору (до 75%), ця культура інтенсивно поглинає та використовує у період цвітіння. Недостача цього елементу в ґрунті порушує формування репродуктивних органів, затягуючи період достигання зерна. Рослини залишаються низькорослими, відстають у розвитку, вони з цвітуть із запізненням і пізніше дозрівають [265].

Оптимальне фосфорне живлення рослин стимулює всі процеси, що пов’язані з заплідненням квіток, зв’язуванням, формуванням і дозріванням плодів. Фосфор сприяє швидкому утворенню та росту кореневої системи (особливо кореневих волосків) та активності бульбочкових бактерій. Не менш важливо і те, що бульбочкові бактерії забезпечують високу розчинну здатність. Вони перетворюють важкорозчинні сполуки фосфору в доступні для засвоєння рослиною форми. Це свідчить про те, що симбіоз бульбочкових бактерій з горохом покращує забезпечення рослин не лише азотом, але й фосфором. Проте надлишок фосфору призводить до передчасного розвитку та відмирання листкового апарату, раннього достигання плодів, внаслідок чого рослини не встигають сформувати достатній урожай [2, 78].

Багаторічні дослідження та спостереження засвідчують, що за нестачі фосфору рослини затримуються у рості й розвитку – утворюються дрібні листки, запізнюється цвітіння і достигання плодів. Нижні листки набувають тьмяно-сірого або темно-зеленого відтінку. З часом вони скручуються і передчасно відмирають [105].

В системі живлення гороху, поряд з азотом і фосфором, вагомий вплив на фосфорний колообіг має калій. Радянські агрохіміки В. Н. Єфімов, І. М. Донских [72], В. Д. Панніков та В. Г. Мінєєв [174] стверджували, що в рослинах калій знаходиться в іонній формі, тому він не входить до складу органічних сполук клітин. Він переважно зосереджений у цитоплазмі та вакуолях. Калій вимивається з рослин дощами, особливо зі старих листків. Молоді органи рослин містять його значно більше, порівняно зі старими. У процесі росту й розвитку рослин гороху посівного калій переміщується зі старих органів і тканин у молоді, що ростуть, де він використовується повторно. Тому у вегетативних органах вміст калію завжди більший, ніж у насінні.

Дослідження агрохіміків С. Я. Коця та Н. В. Петерсона [111], О. М. Геркіяла та Ю. В. Коларькова [37], М. М. Городнього [42] та ін. показали, що калій у рослинах бере активну участь у білковому і вуглеводному обмінах, активує діяльність ферментів, регулює процеси відкривання і закривання продихів на листках, поглинання вологи кореневою системою, що своєю чергою сприяє раціональному й ефективному використанню води. Забезпеченість рослин калієм підвищує їхню стійкість до посухи та несприятливої дії високих і низьких температур. За дії калію рослини стають більш морозостійкими, що пов’язано зі збільшенням у клітинах вмісту цукрів, підвищенням осмотичного тиску.

На ґрунтах зони Лісостепу в невеликих дозах калій майже повністю використовують до початку цвітіння гороху. За високої забезпеченості мінерального добрива калієм, його засвоєння відбувається інтенсивніше і триває до кінця вегетації. Дефіцит калію меншою мірою позначається на його

наявності в листках, але призводить до зниження рівня азотфіксації і пригнічує утворення органічної маси. А в період утворення бобів гороху затримується процес переміщення азотистих речовин з листя в репродуктивні органи [76].

Багатьма вченими світу, зокрема румунськими С. Денческу, Е. Мічлеа, А. Бутіца [265], білоруськими В. В. Лапи, В. Н. Босака [125], В. А. Іонаса, И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреша [80], канадськими Ф. Каулфілдом та Дж. Бунсе [264], грузинськими Н. Камішвілі, М. Ігенті та М. Самадашвілі [277] доведено, що на азотно-фосфорному фоні калійні добрива позитивно впливають на врожайність бобових культур – його збільшення складає 0,23 – 0,24 т/га, якщо порівнювати з контролем. Оптимальна норма внесення калійних добрив на темно-сірих ґрунтах – 60 кг/га (добриво під горох). Неправильне застосування добрив – завищення доз, незбалансованість калію з іншими елементами, невідповідність біологічної групи деяких рослин окремим формам калійних добрив – зумовлює не лише зменшення врожаю, але й погіршення його якості.

За нестачі калію гальмуються деякі біохімічні процеси в рослинах, що негативно впливає на обмін речовин. Спочатку молоді рослини жовкнуть, потім буріють і поступово відмирають. Відмирання старіших листків починається з верхівки, поширюється вниз по їхніх краях, а потім між жилками. Опіки країв листків та дрібні іржаві плями на їхніх пластинках є характерною ознакою калійного голодування. Рослини в’януть, стебла стають ламкими, що спричинює вилягання зернобобових культур. Гальмується розвиток репродуктивних органів, зерно формується щуплим і має погану якість. Якщо калію бракує, клітини ростуть нерівномірно, що викликає гофрованість, куполоподібне закручування листків. Недостатнє живлення калієм збільшує витрати цукрів на дихання, знижує врожайність та якість продукції, погіршує здатність до зберігання овочів і фруктів. Найчастіше від нестачі калію потерпають картопля, коренеплоди, капуста, силосні культури, багаторічні трави, оскільки їм потрібно багато цього елемента. Менш чутливі – зернові культури, але за гострого його дефіциту вони погано кущаться,

міжвузля стебел вкорочується, а листки, переважно нижні, в'януть навіть за достатньої вологості ґрунту [43, 44, 82, 242].

Дія мінеральних добрив залежить від фізико-хімічних властивостей ґрунту, його вологості, термінів, способів і доз внесення добрив, удобрення культури-попередника гороху, рівня засміченості та інших факторів. Зокрема, встановлена висока ефективність фосфорних, фосфорно-калійних добрив за їх внесення восени під основний обробіток або навесні в рядки. Як порівнювати з унесенням під передпосівну культивацію, підживлення збільшує ефективність добрив на 10 – 30, а в посушливі роки на 40 – 50% [42, 289].

За результатами досліджень ННЦ «Інститут землеробства НААН» локальне застосування мінеральних добрив з нормами $N_{30}P_{60}K_{60}$ у порівнянні з внесенням перед сівбою, забезпечує збільшення врожаю насіння гороху в середньому на 0,23 – 0,37 т/га, а поєднання локального використання з рядковим під час сівби – на 0,63 т/га. За локального внесення мінеральних добрив збільшується рівень використання азоту, невраховані (або газоподібні) втрати знижуються від 23,2 до 16,5%. Підживлення посівів $N_{14}P_2K_6$ на фоні післядії гною й інокуляції насіння забезпечує урожайність гороху на рівні 3,40 т/га, а внесення мінеральних добрив в дозі $N_{30}P_{60}K_{90} + N_{15}$ у підживлення, а також за передпосівного інокулювання насіння – від 3,62 до 3,73 т/га.

За численними даними досліджень в умовах північної частини Лісостепу на сірих лісових ґрунтах внесення мінеральних добрив під горох в дозі $N_{15}P_{60}K_{90} + N_{15} + N_{15}$ + препарат Росток на фоні побічної продукції (солома гороху) і передпосівної інокуляції насіння було отримано врожайність на рівні 3,58 – 3,67 т/га. За сприятливих погодних умов року – 5,01 – 5,41 т/га.

Проте застосування азотних, фосфорних і калійних добрив без використання регуляторів росту досить часто не забезпечує очікуваного результату. Показники врожайності та вмісту білка в зерні зростають за умови комплексного застосування [6, 16].

1.4. Основи застосування регуляторів росту у формуванні продуктивності гороху посівного

Сучасна технологія вирощування сільськогосподарських культур передбачає застосування хімічних елементів та речовин, які здатні регулювати ріст і розвиток рослин, – так званих регуляторів росту рослин.

Регулятори росту рослин – це природні або синтетичні сполуки, яким властива значна біологічна активність та які в мінімальних дозах змінюють фізіолого-біохімічні процеси, ріст і розвиток рослин, формування врожаю та, водночас, не мають токсичного ефекту. За екзогенного оброблення включаються до метаболічних процесів у рослинах та підвищують рівень їхньої життєдіяльності. Важливим аспектом дії регуляторів росту є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища [76, 190, 200, 262].

Ще в далекому 1880 році Ч. Дарвін [50] припустив, що рослини теж можуть мати гормони, як і тварини. Він зазначав, що з роздратованих клітин поширюється імпульс, який стимулює поділ або розтягнення інших клітин у вигляді відповідної реакції. Хоча гормони не належать до поживних речовин, їхнє значення дуже важливе – під їхнім впливом на обмін речовин відбувається взаємозв’язок клітин, тканин і органів.

Науковці М. Мальована [138], В. Шевелуха [248], Р. Гафуров [36] стверджують, що гормони утворюються в рослинах у незначній кількості, в промисловому масштабі їх отримують методом синтезу. Застосування регуляторів росту відповідно до розроблених рекомендацій забезпечує необхідний і безпечний вплив на рослину. Регулятори росту в низьких дозах стимулюють розвиток рослин, а в високих – гальмують (інгібують).

Природні речовини невеликої молекулярної маси, які виробляються в рослинах, здатні в організмі транспортуватися в інші органи, діючи регуляторами та координаторами росту розвитку й адаптації. Вони утворюються в тканинах, що активно ростуть, на верхівках коренів і стебел

рослин. Фітогормони поділяють на п’ять класичних груп фітогормонів: ауксини, гібереліни, цитокініни, абсцизова кислота, етилен. Дія цих речовин та їхні особливості залежать від співвідношення і домінування гормонів у кожен період розвитку рослини [91, 187, 263]. Існує низка природних фітогормонів (поліаміни, брасиностероїди, жасмонати, олігосахариди, поліпептиди, саліцилова кислота, стриголактони тощо).

Фітогормонам притаманна поліфункційність. Спектр дії кожного з них дуже широкий, але пов’язаний з певним напрямком розвитку рослини, що умовно ділить фітогормони на стимулятори та інгібітори [226].

Ауксини – речовини, які виробляються в клітинах рослин, що стимулюють ростові процеси коренів рослин, розтягнення клітин у відрізки стебел, посилюючи цим їхнє зростання, поділ клітин у культурі рослинної тканини з амінокислоти. Вони діють на рослину багатофакторно на клітинному рівні. У малих концентраціях ауксини прискорюють ріст рослин, у великих – діють гнітюче [35, 260].

Під час збирання гороху механізованим способом дуже важливим є високий показник чистоти врожаю. Застосуванням ауксинів можна регулювати життєві процеси рослин для збільшення цього показника. Ауксини також зменшують опадання плодів до періоду збирання, внаслідок збільшення стресостійкості рослин. Використання ауксинів відкриває широкі можливості для регулювання фізіологічних процесів культурних рослин [87, 137].

Японські вчені відкрили нову групу фітогормонів – гібереліни, що належать до класу речовин, які стимулюють ріст і розвиток рослин та сприяють швидшому проростанню насіння. Основною структурою гіберелінів вважають гіберелін ГК9 [148, 259].

У життєвому процесі культур рівня природного гібереліну не вистачає для розвитку процесу цвітіння – рослинам необхідні умови довгого дня, а стимуляція гіберелінами прискорює цвітіння рослин [189]. У деяких рослинах вони можуть перешкоджати зменшенню кількості хлорофілу і послаблювати акумуляцію каратиноїдів у плодах, посилювати процеси пазушних

розгалужень, а в інших – пригнічувати синтез хлорофілу, подовжувати стебло і черешки листя, у карликових форм рослин збільшувати довжину міжвузлів і затримувати розгалуження вторинних пагонів [6, 95].

Серед класичних гормонів стимулюючої дії останніми були відкриті цитокініни. Вони беруть участь у багатьох фізіологічних процесах рослин – здатні стимулювати та регулювати поділ клітин у культурі, дозрівання хлоропластів, морфогенез пагона й кореня, лінійний ріст клітини, утворення додаткових бруньок і старіння – але не впливають на їхнє створення. Співвідношення ауксинів та цитокінінів є ключовим чинником поділу клітин і диференціювання тканин рослини [119, 285].

Більш глибоке вивчення впливу цитокінінів на розвиток рослин показало, що вони підсилюють первинний вплив ауксинів на поділ клітин. Гормони можуть істотно покращувати схожість насіннєвого матеріалу, а також по-різному впливати на зростання різних частин рослин – посилювати вирощування надземних органів, а зростання коренів – стримувати. Так само неоднозначно цитокінін впливає на цвітіння рослин (зокрема в несприятливих умовах зростання) – активізує його у рослин короткого дня, а у довгоденних форм – гальмує [90].

Цитокініни та ауксини багато в чому схожі, проте мають й істотні відмінності. Головна відмінність цитокінінів – зовсім інша точка синтезу. Якщо ауксини синтезуються в апексі пагона, то цитокініни – у біохімічному маркері кінчика кореня. Ауксин транспортується по рослині зверху вниз і активно, а цитокініни – навпаки [113].

Наступним рослинним гормоном є абсцизова кислота (лат. *abscissus* — переривати), що індукує період спокою в бруньках і підтримує його в насінні. Може чинити вплив на геотропізм кореня та замикання продихів. Основний синтез абсцизової кислоти відбувається в листковому апараті рослини. Найбільша її кількість знаходиться в старому листі, зрілих плодах і насінні, набагато менше – в молодих органах. Як доводять В. Кефелі [100] та А. Гусєв [48], абсцизова кислота послаблює вплив гормонів-стимуляторів, гальмує ріст

рослин. Але періодично (дозрівання плодів і насіння) вона сама стимулює процес розвитку.

Синтез абсцинової кислоти відбувається у хлоропластах, а також в плодах, звідки вона транспортується в інші органи рослин, зокрема апекси, пригнічуючи процеси росту і стимулюючи перехід до стану спокою. У рослинних тканинах абсцизова кислота знаходиться у вільній або зв'язаній формах. Зв'язана форма – продукт взаємодії складного ефіру абсцизової кислоти і D-глюкози [133].

Ф. Деркач [55], вивчаючи геотропічні реакції стебел рослин, виявив, що рослинні тканини, виділяючи в малих кількостях етилен та ненасичений вуглеводень C_2H_4, впливають на власне зростання. До теперішнього часу етилен як ендогенний регулятор росту рослин залишається єдиним виявленим газоподібним фітогормоном.

Можливість існування ендогенних гормонів, які стимулюють перехід від утворення плодів до їхнього дозрівання, припускали Г. Радцев та В. Радцева [199]. Вони розробили способи форсованого дозрівання плодів за допомогою етилену – шляхом оброблення ним недозрілих плодів аж до накопичення в плодах максимальної концентрації.

Для визначення впливу етилену на розвиток рослин низка науковців-хіміків ретельно вивчали участь його в метаболізмі, формуванні, дозріванні і опадання плодів, а також у реакції на стрес [139].

Етилен впливає на рослини подібно, як препарати ауксинів у високих дозах, але він не може стимулювати розтягнення клітин в ізольованих тканинах. Наразі вчені розробили нетоксичні препарати – гидрелом і дигидрелом, які швидко проникають всередину рослини і під час розпаду утворюють газоподібний етилен. Використання цих речовин стимулює більш швидке дозрівання культур зі збільшенням їхньої продуктивності [20].

Фітогормони іншої групи – брасиностероїди – активують розтягнення клітин, формування насіння, збільшують стресостійкість та імунітет рослин, стійкість до посухи. Американські вчені зауважили, що брасиностероїди

позитивно взаємодіють майже з усіма гормонами росту рослин. Вони є головним гормоном, який контролює роботу решти фітогормонів. Ще одна функція брасиностероїдів – допомагає рослині краще засвоювати азот. Дослідження вчених Університету Південної Дакоти (США) довели, що без оброблення рослин препаратами, у складі яких є брасиностероїди, кукурудза засвоювала 40,3% азоту, а завдяки внесенню препарату на листки в нормі 1 л/га показник підвищився до 58% [53, 234, 288].

Група гормонів, які містять кремній, що впливає на товщину стебла, називається сілатрани. Ці властивості сполук кремнію знижують ймовірність вилягання рослин. Відомо, що кремній причетний до формування гумінових кислот. Оброблення рослин препаратами сілатранів може затримувати їхній розвиток [298].

Дослідники, зокрема В. Дорохов та Т. Складенко [67], О. Шевчук [250], В. Кузнецов та Г. Дмітрієва [119] стверджують, що застосування рослинних гормонів та їхніх синтетичних аналогів також впливає на схожість насіння, ріст і розвиток рослин.

Понад 70 років в сільському господарстві серед відомих регуляторів росту у практиці застосовують синтетичні інгібітори росту – ретарданти. Ретарданти були відкриті в середині XX-го століття і одержали свою назву від латинського слова retare – затримувати, уповільнювати [76, 77]. Ці речовини мають різну хімічну природу, однак їх об’єднує здатність гальмувати ріст рослин. З кожним роком список цих препаратів поповнюється.

Нині винайдено і вивчено майже 6 000 видів різних фізіологічно активних сполук (рослинного, мікробного, хімічного походження) регуляторів росту [26, 28], але трохи більше за 100 з них знайшли практичне застосування в сільськогосподарській практиці. Використання регуляторів росту на посівах різних культур дає змогу зменшити витрати ручної праці та забезпечує ефективність механізму догляду і збирання продукції, сталий урожай та його високу якість [247].

Впровадження нових інтенсивних технологій виробництва сільськогосподарських культур значно посилило роль застосування регуляторів росту на посівах. Регулятори росту рослин – екологічно чисті, високоефективні препарати спрямованої дії. Тож обсяги виробництва і продажу регуляторів росту переважають виробництво і продаж усіх інших препаратів, які застосовують в сільському господарстві, і ці показники продовжують зростати [249].

Від дії ретардантів сповільнюється ріст осьових органів, що в результаті призводить до їхнього потовщення. Але на цьому вплив цих препаратів не обмежується, адже вони є поліфункційними. Ретарданти також здатні регулювати плодоношення, прискорювати процеси дозрівання культур, змінювати напрямок потоку асимілятів і метаболітів в рослинах в бік посиленого відкладання їх у запасаючих органах, що призводить до збільшення врожайності культур. Вони загалом впливають на якість урожаю, його збереження, а також на насіннєву продуктивність рослин [31, 76, 90, 268].

Не менш важливо і те, що регулюючи процеси росту і розвитку рослин, включаючись у процеси метаболізму, ретарданти здатні покращувати водний режим, суттєво підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів зовнішнього середовища, зокрема, до екстремальних температур, підвищують стійкість до посухи, спеки та заморозків [52, 65, 122, 199, 269].

Застосування ретардантів на злакових культурах дає змогу підвищувати їхню стійкість до вилягання. Вплив цих препаратів, зокрема етиленпродуцентів, сприяє високій врожайності плодових, технічних, овочевих та ягідних культур [185, 202]. В квітникарстві ретарданти широко використовують для укорочення пагонів декоративних рослин (наприклад, хризантем, пойнціани, петунії), в результаті чого ті набувають більш компактної форми [269, 271].

За даними деяких авторів, застосування рістрегуляторів на посівах гороху, сої, квасолі, ячменю і злакових кормових трав сприяє значному підвищенню активності симбіотичної та асоціативної азотфіксації [22, 294].

Бульбочкові бактерії позитивно впливають на бобові рослини не лише як азотфіксатори, але і як продуценти різного роду фізіологічно активних речовин, що активізують процеси їхнього росту і розвитку. Регулятори росту рослин впливають на формування і функціонування симбіотичних систем бобових культур і сприяють підвищенню їхньої продуктивності. Вони покращують нітрогеназну активність азотфіксуючих мікроорганізмів, що живуть в ґрунті та прикореневій зоні рослин. Зв'язування молекулярного азоту симбіотичними і ґрунтовими діазотрофними мікроорганізмами – єдиний екологічно безпечний і порівняно дешевий шлях забезпечити рослину елементами живлення. Інноваційним напрямом сучасної аграрної науки є розроблення агротехнологічних прийомів інтенсифікації біологічної фіксації азоту бобовими культурами, що має важливе значення для підвищення їхньої урожайності, зниження собівартості продукції та енерговитрат на виробництво, екологізації землеробства [17, 36, 76, 227].

Дослідження Інституту мікробіології і вірусології НААН України засвідчили, що за виправданого використання нових регуляторів росту з мінеральними добривами можливо зменшувати витрати від 20 до 30% без зниження захисного ефекту, що забезпечує значну економію засобів.

Дослідження Г. В. Павленка [169] встановили, що комплексне оброблення насіння сої рістстимулюючим препаратом Рексолін та регулятором росту Емістим С, у поєднанні із мінеральними азотними добривами та інокуляцією препаратом на основі активного штаму бульбочкових бактерій, сприяє формуванню максимального рівня врожайності, покращанню якості насіння та дає приріст в середньому на 32,4%, якщо порівнювати з контролем.

Регулятори росту рослин поділяють на групи, до яких входять препарати на основі різних активних інгредієнтів. Зокрема, виокремлюють активатори росту рослин на основі фізіологічно активних речовин, таких як ауксини, гіббереліни, цитокініни, етилен, абсцизова, арахідонова, янтарна, амінофумарова кислоти, полісахариди, амінокислоти, вітаміни, сполуки

метаболітів мікроорганізмів (препарати Емістим С, Біолан, Етрел, імуноцитофіт, Кендал, Келпак), на основі гумінових кислот та їхніх солей – (Гуміфілд, Гумін, Гумісол, Гумістар), лігносульфанатів і лігносульфонових кислот (Лігногумат), поліетилен-гліколю (ПЕГ – 400, ПЕГ – 1500), (Вимпел, Дорсай, Марс, ПлантаПег) [100]. Високою фізіологічною активністю характеризуються препарати на основі фульвових кислот (Фульвітал, Фульвікс, Агріфул). Надзвичайно велика група комбінованих регуляторів росту, які містять комплекс різних речовин: ПЕГ + гумати, гумінові речовини + мікро- і макроелементи, амінокислоти + мікро- і макроелементи, вітаміни + амінокислоти + полісахариди + гумінові кислоти (Віва), фітогормони + гумінові і фульвокислоти + вітаміни (Вермістим) [178].

Головним призначенням більшості регуляторів росту рослин є підвищення урожайності та стійкості культур до несприятливих факторів навколишнього середовища, критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураження хворобами і пошкодження шкідниками.

Висновки до розділу 1

1. У розділі наведено аналіз літературних джерел, як вітчизняних так і зарубіжних авторів, з питань впливу окремих елементів технологій вирощування на ріст і розвиток рослин гороху посівного, його урожайність та якість зерна. Проаналізовані багаторічні показники стану виробництва, валового збору, імпорту та експорту зерна гороху на світовому ринку та в Україні.

2. Сучасні інтенсивні сорти – найдешевший і найдоступніший засіб підвищення урожайності бобових культур, а їхній симбіоз зі штамами бульбочкових бактерій зумовлює підвищення продуктивності рослин на 10 – 30%. Прийоми технології вирощування в умовах змін клімату допомагають розкрити генетичний потенціал сортів гороху Готівський, Чекбек та Фаргус за

внесення мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного.

3. Накопичений в науковій літературі матеріал різниться. Вивчення впливу мінерального азоту та фосфорно-калійних добрив з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов на формування продуктивності гороху залишається актуальним питанням. Відтворення родючості ґрунтів є одним з головних важелів підвищення врожайності різних культур і продуктивності агроекосистем загалом.

4. Аналіз літературних джерел потребує пояснення дії та взаємодії мінеральних добрив та регуляторів росту на проходження процесів росту та розвитку різних сортів гороху, зокрема у бобово-ризобіальному симбіозі. На основі аналізу сформульовані завдання наукового дослідження та шляхи їхнього вирішення у запропонованій роботі.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Клімат Лісостепу Західного – помірно континентальний із м'якою нестійкою зимою, порівняно сухою весною, дощовим літом, посушливою погодою восени. Середньорічна температура повітря – 7,8 °С, сума активних температур за вегетаційний період – 2680-2840 °С; величина гідротермічного коефіцієнту – 1,3-1,5; опадів за вегетаційний період 421-461 мм; за рік – 579-629 мм; сумарна радіація – 100-102 ккал/см^2, ФАР – 51,8 ккал/см^2 (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Кліматичні ресурси Лісостепу Західного за багаторічними даними Придністровської гідрометеорологічної станції

Місяці	Опади, мм	Температура повітря, °С			Радіація, ккал/см^2	
		середня місячна	макси-мальна	міні-мальна	сумарна	ФАР
Січень	37	– 5,0	10	– 32	2,8	1,4
Лютий	37	– 3,1	13	– 31	4,3	2,2
Березень	33	1,3	23	– 28	8,0	4,0
Квітень	51	8,7	30	– 10	10,4	5,3
Травень	66	14,6	31	– 3	13,5	7,2
Червень	101	17,5	34	3	14,8	7,7
Липень	82	18,6	36	4	15,3	7,8
Серпень	60	18,0	38	4	12,7	6,5
Вересень	48	14,1	34	– 1	9,4	4,8
Жовтень	28	8,4	27	– 17	5,6	2,9
Листопад	38	2,8	25	– 23	2,3	1,1
Грудень	40	– 2,0	13	– 26	2,0	0,9
За рік	620	7,8	–	–	101,4	51,8

Весняний період починається з переходом середньої добової температури повітря через 0°С, що зазвичай відбувається у другій декаді березня. В останні дні березня або у першій декаді квітня відбувається перехід середньодобової температури через 5°С, а в третій – через +10°С. Середні температури в квітні становлять 10-12°С; максимальні можуть досягати +30°С. На початку травня існує значна ймовірність заморозків. Початок метеорологічного літа зазвичай спостерігається у другій декаді травня, коли відбувається перехід температури повітря через +15°С. Середня температура повітря в травні +17…+19°С, червні +20…+22, липні +22…+24, серпні +21…+23°С. В окремі роки максимальна температура в липні-серпні досягає +36…+38°С.

Осінь починається в першій декаді жовтня з істотним зниженням температури повітря, збільшенням кількості дощових днів. Наприкінці жовтня – на початку листопада спостерігається перехід середньої добової температури повітря через +5ºС. Закінчується осінь у третій декаді листопада з переходом середньодобової температури повітря через 0°С.

Тривалість безморозного періоду – 165 діб. Останні весняні приморозки закінчуються в середньому 19 квітня, а перші осінні починаються 16 жовтня.

Вітри переважно західного та північно-західного напрямків.

Перший сніг зазвичай фіксують у третій декаді листопада. Сніговий покрив (13 – 15 см) утворюється в другій декаді грудня; руйнується – в третій декаді лютого – першій декаді березня.

Міжсезонні переходи поступові, без сталих дат початку або кінця сезону. Між кінцем осені і початком зими, а також між кінцем зими та початком весни спостерігаються передзимовий (40 – 45 днів) і передвесняний (30 – 35 днів) періоди з середньодобовими температурами від 0°С до +5°С. Переважають порівняно м’які зими з нестійким сніговим покривом, частими відлигами. З-поміж трьох зимових місяців найтепліший – грудень (з мінусом у 1,9-2,6°С), а найхолодніший – січень (-4,9…-5,7°С), близький до нього – лютий (-3,5…-4,7°С).

Останніми роками спостерігаються тенденції до глобальних змін клімату, які значно ускладнюють ситуацію в землеробстві. Здебільшого вони зумовлюють тривалі похолодання навесні та настання аномальних погодних явищ з екстремально високими температурами повітря влітку, на зміну яким приходять зливи з надмірною кількістю опадів, градом і шквальними вітрами.

2.1. Оцінка гідротермічних умов у роки проведення досліджень

Загальновідомо, що формування високої продуктивності гороху значною мірою залежить від погодних умов.

Аналіз температури повітря за даними Кам'янець-Подільського центру з гідрометеорології показує, що середні річні температури 2016-2018 рр. були вищими від середніх багаторічних даних на 1,8 – 1,9°С (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Температура повітря у роки проведення досліджень

Місяці	Середня багато-річна	2016 рік	Відхилення від середніх багаторічних	2017 рік	Відхилення від середніх багаторічних	2018 рік	Відхилення від середніх багаторічних
Січень	– 5,1	– 4,0	+ 1,1	– 5,7	– 0,6	– 1,2	+ 3,9
Лютий	– 3,4	3,5	+ 6,9	–1,7	+ 1,7	– 2,8	+ 0,6
Березень	1,7	5,0	+ 3,3	6,8	+ 5,1	– 0,2	– 1,9
Квітень	8,1	12,6	+ 4,5	9,6	+ 1,5	13,9	+ 5,8
Травень	14,6	14,9	+ 0,3	15,1	+ 0,5	17,8	+ 3,2
Червень	18,3	20,1	+ 1,8	19,5	+ 1,2	19,7	+ 1,4
Липень	19,6	21,6	+ 2,0	20,3	+ 0,7	20,3	+ 0,7
Серпень	19,2	20,5	+ 1,3	21,6	+ 2,4	21,6	+ 2,4
Вересень	13,8	16,6	+ 2,8	15,8	+ 2,0	16,1	+ 2,3
Жовтень	7,9	6,8	– 1,1	9,7	+ 1,8	11,0	+ 3,1
Листопад	2,7	1,9	– 0,8	4,3	+ 1,6	2,2	– 0,5
Грудень	– 2,5	– 1,3	+ 1,2	1,8	+ 4,3	– 1,6	+ 0,9
За рік	**7,9**	**9,8**	**+ 1,9**	**9,8**	**+ 1,9**	**9,7**	**+ 1,8**

Особливістю початку 2016 року була коротка і тепла зима. Після осінньої суворої посухи упродовж лютого – березня відбувалося повільне відновлення водного балансу у ґрунті. Середня температура повітря в лютому становила 3,5°С, що на 6,9°С вище за норму, опадів випало 33,9 мм (норма 40 мм). В березні ці показники відповідно становили 5,0°С, 3,3°С і 15,0 мм (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Сума опадів у роки проведення досліджень (за даними Кам'янець-Подільського центру з гідрометеорології)

Місяці	Середні багато-річні	2016 рік	Відхи-лення від середніх багато-річних	2017 рік	Відхи-лення від середніх багато-річних	2018 рік	Відхи-лення від середніх багато-річних
Січень	34	26	– 8	16	– 18	23	– 11
Лютий	40	34	– 6	17	– 23	34	– 6
Березень	32	15	– 17	43	+ 11	62	+ 30
Квітень	46	14	– 32	29	– 17	16	– 30
Травень	61	47	– 14	29	– 32	31	– 30
Червень	102	141	+ 39	104	+ 2	113	+ 11
Липень	105	21	– 84	18	– 87	118	+ 13
Серпень	53	62	+ 9	21	– 32	23	– 30
Вересень	51	34	– 17	109	+ 58	21	– 30
Жовтень	30	121	+ 91	44	+ 14	31	+ 1
Листопад	40	87	+ 47	33	– 7	33	– 7
Грудень	32	34	+ 2	29	– 3	59	+ 27
За рік	**626**	**636**	**+ 10**	**492**	**– 134**	**564**	**– 62**

Кількість опадів за січень-березень поступалися кліматичній нормі на 29%, але практично всі вони були засвоєні ґрунтом. Таким чином було компенсовано дефіцит вологи попереднього року і на початок активної

вегетації гороху на полях переважало оптимальне зволоження. На фоні підвищених температур повітря такі умови сприяли інтенсивному наростанню рослинної маси та випередженню характерних фаз розвитку для квітня-травня. Літній період характеризувався підвищеними значеннями температури у червні – липні (на 1,8 – 2,0 °С вище за середні багаторічні показники) та великою кількістю спекотних днів. Максимальна кількість опадів зафіксована в червні (140,8 мм) та жовтні (121,5 мм), мінімальна – у березні (15,0 мм) і травні (14,4 мм). Перші заморозки спостерігались 18 жовтня, сніговий покрив (15 см) установився 13 листопада.

2017 рік розпочався з екстремально низьких температур повітря, які вже в першій декаді перевищували -10 °С. Лютий мав вищу середню температуру на 1,7 °С, якщо порівнювати з багаторічними даними. Березень видався надзвичайно теплим і вологим, тому на початку польових робіт спостерігалося оптимальне зволоження ґрунту. Температурний режим під час вегетації гороху перевищував середні багаторічні дані на 0,5 – 1,2 °С, відповідно, температура повітря не була обмежувальним чинником росту врожайності. Проте недостатня кількість опадів у квітні-травні (58 мм або 54% від норми) спричинила дефіцит ґрунтової вологи, що призвело до зниження врожайності. Найтеплішим місяцем року був березень – 6,8 °С (+ 5,1 °С), найсухішим – липень (17,9 мм – 17% від норми).

2018 рік характеризувався великою кількістю аномалій. Січень видався на 3,9 °С теплішим від багаторічних даних, опадів випало 23,2 мм (2/3 норми); мінімальна температура спостерігалася в кінці місяця до мінус 20 °С. Перша декада березня розпочалася сильними морозами, які сягали мінус 22 – 24 °С. Загалом березень був холодним, з помірним покровом снігу, середня температура другої і третьої декад сягали лише 2,0 і 1,3 °С. Після короткотривалої весни (25 діб) спостерігалися надзвичайно високі температури повітря. Так, у квітні температура була вищою на 5,8°С, у травні – на 3,2°С, у червні – 1,4°С та у липні – на 0,7 °С, що в сумі за період вегетації становило 11,1°С. Сума активних температур повітря понад +10 ºС впродовж

квітня–жовтня на 500-600 ºС перевищила норму і виявилася найбільшою за останніх 60 років. За рахунок швидкого накопичення тепла рослини гороху передчасно закінчили вегетацію, що призвело до зниження урожайності. Крім температурного режиму, урожайність у 2018 році зменшилась також внаслідок нерівномірного розподілу опадів. Якщо за квітень – травень кількість опадів була на 60 мм меншою, то в червні – липні випало 231 мм, що на 24 мм більше за норму (табл. 2.3). Це спричинило зниження аерації ґрунту, створило дефіцит кисню для кореневої системи і зменшення врожайності зерна.

Отже, за всіма елементами погодно-кліматичних критеріїв, 2018 рік виявився найбільш стресовим для рослин гороху (рис. 2.1).

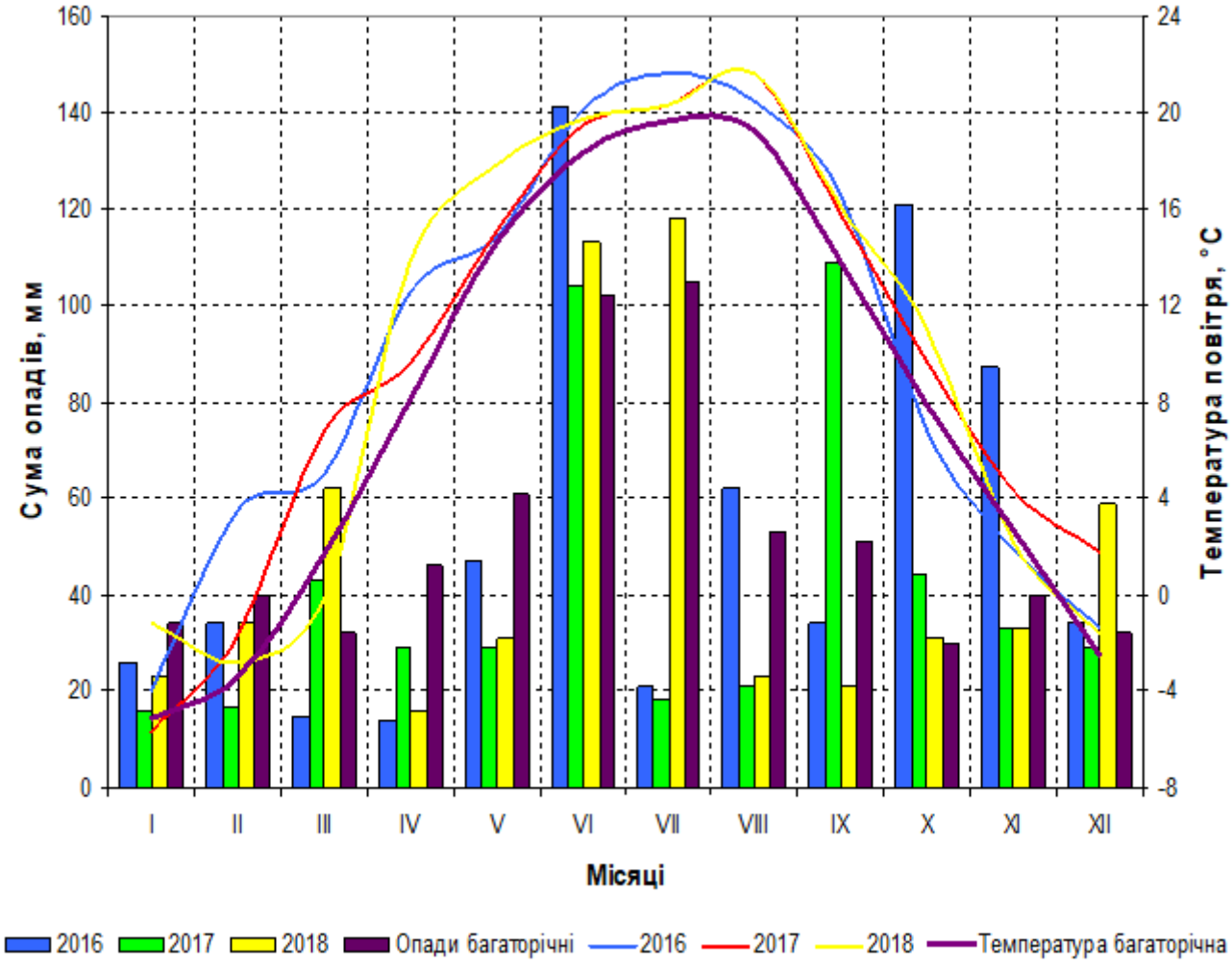


Рис. 2.1 Кліматограма співвідношення температури повітря (°С) та опадів (мм) за 2016-2018 рр.

Отже, головним фактором, який визначав рівень реалізації потенціалу продуктивності сортів гороху в умовах 2016-2018 рр., виявився рівень вологозабезпечення культури, який визначала кількість опадів упродовж вегетації, а більші зміни фаз вегетації і рівня врожайності відбулись під впливом температури повітря.

2.2. Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки

Ґрунтовий покрив південної частини Лісостепу Західного характеризується переважно чорноземами опідзоленими (68%), чорноземами малогумусними, темно-сірими і сірими опідзоленими ґрунтами [116, 150].

Ця підзона Лісостепу придатна до вивчення та впровадження новітніх науково обґрунтованих технологій аграрного виробництва, раціонального застосування мінеральних добрив та стимуляторів росту, які на поширених тут типах ґрунтів дають змогу отримати високі прирости врожаю екологічно чистої продукції рослинництва, зокрема й гороху посівного [33, 70, 71].

Польові дослідження за темою дисертаційної роботи закладались в польовій сівозміні дослідного поля Подільського державного аграрно-технічного університету.

Лабораторні аналізи ґрунту проводили в ДУ “Хмельницький обласний державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції” за такими методиками: pH водної і сольової суспензій та гідролітичну кислотність за методом Каппена; суму ввібраних основ за методом Каппена-Гільковиця; вміст гумусу за Тюріним; лужногідролізований азот за Корнфілдом; рухомі сполуки фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова [32, 63]. Агрохімічні властивості ґрунту відображено в таблиці 2.4.

Результати досліджень свідчать, що ґрунт дослідних ділянок представлений чорноземом типовим глибоким малогумусним середньосуглинковим на лесовидному суглинку.

Таблиця 2.4.

Основні агрохімічні властивості ґрунту дослідного поля у 2016 р.

Генетичний горизонт	Властивості ґрунту						
	Кислотність		Ca+Mg мг-екв/100 г ґрунту	Гумус,%	Вміст, мг/кг		
	Hr, мг-екв/ 100 г ґрунту	pH_{H_2O}			N	P	K
H/k	0,70	6,8	20,4	3,39	89,6	89	87
HPk	0,43	7,0	23,7	2,68	100,8	83	83
Hpk	0,37	6,9	25,1	2,08	58,8	95	87
Phk	0,35	7,3	24,6	1,25	58,8	65	78
Pk	0,35	7,0	24,7	0,94	53,2	16	80

Вміст гумусу у верхньому горизонті складає 3,39%, з глибиною його вміст зменшується. Щодо забезпечення елементами живлення, які доступні для засвоєння рослинами, ґрунт має наступні показники: забезпечення лужногідролізованим азотом – дуже низьке, рухомими формами фосфору – середнє, обмінним калієм – підвищене забезпечення. Реакція ґрунтового середовища – нейтральна. Так, pH водне в верхньому шарі складає: 6,8 а, гідролітична кислотність становить 0,70 мг-екв./100 г ґрунту. Ємність поглинання на рівні 20-25 мг-екв./100 г ґрунту.

Рельєф поля, де закладались дослідні ділянки, має південний схил крутизною до 3 градусів. Глибина залягання ґрунтових вод – 5-7 метрів. Загалом агрофізичні і агрохімічні показники ґрунту відповідають типовим характеристикам чорноземів типових малогумусних.

За умови поєднання основних факторів потенційної родючості ґрунту з факторами, що вивчалися в наших дослідженнях, було створено умови, які забезпечили одержання високих врожаїв гороху посівного.

2.4. Схема досліду та методика проведення досліджень

Проведення польових досліджень передбачало вивчення особливостей росту, розвитку та продуктивності сортів гороху посівного залежно від підживлення мінеральними добривами та регуляторами росту в умовах Лісостепу Західного.

Польовий дослід був закладений у десятипільній науково-дослідній сівозміні науково-дослідного центру «Поділля» впродовж 2016 – 2018 рр.

У досліді вивчали дію та взаємодію трьох факторів: А – сорти; В – мінеральні добрива; С – регулятори росту (табл. 2.5).

Посівна площа елементарної ділянки складала 0,50 м^2 , облікової – 0,48 м^2. Попередник – пшениця озима. Обробіток ґрунту проводили загальноприйнятий для Лісостепової зони України.

Насіння висівали сівалкою СН-16 звичайним рядковим способом з шириною міжрядь 15 см, глибиною загортання насіння – 5 – 6 см. Норма висіву для усіх досліджуваних нами сортів – 1,2 млн/га схожих насінин. На 2-й день сівби посіви коткували кільчастими котками в агрегаті з трактором Т-25 шириною захвату 1,3 м (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Схема досліду

Фактор А: сорт	Фактор В: удобрення	Фактор С: регулятори росту
A_1 – Готівський (контроль)	B_1 – $P_{30}K_{45}$ (контроль)	C_1 - без регулятора росту (контроль)
A_2 –Чекбек	B_2 – $N_{15}P_{30}K_{45}$	C_2 – Емістим С
A_3 – Фаргус	B_3 – $N_{30}P_{30}K_{45}$	C_3 – ПлантаПег
	B_4 – $N_{45}P_{30}K_{45}$	C_4 – Вимпел

Завданням наших досліджень було дослідити та порівняти інтенсивні сорти гороху посівного (фактор А), рекомендовані для зони Лісостепу.

Оригінатором гороху сорту Готівський, який взяли за контроль, є фірма «Осева Ексімпо Прага» (Чехія). Сорт занесений до Державного реєстру сортів України у 2006 році. Це високоврожайний сорт інтенсивного типу, придатний до механізованого збирання. За групою стиглості – середньостиглий. За даними заявника рекомендована норма висіву 1,0 – 1,2 млн/га схожих насінин. Насінина жовтого кольору, сферичної форми. Рослини цього сорту – низькі. Стебло за довжиною середнє з великою кількістю вузлів. Прилисток добре розвинутий з наявним восковим нальотом, середнього розміру з наявною плямистістю. Квітка – колір паруса білий, максимальна ширина паруса середня, форма основи пряма. Біб помірно-зеленого кольору, довгий, вузький з наявною пергаментністю, слабовигнутий з тупою верхівкою. Середня кількість насінин у бобі під час збирання – 6 – 7 шт., максимальна – 8 шт. Маса 1000 насінин – 250-270 г. Вегетаційний період у рослин гороху сорту Готівський – 82 – 93 доби. Смакові якості й розварюваність добрі. Білка має 22,5 – 23,4%. Аскохітозом та кореневими гнилями уражується нижче стандартів. Середня урожайність на сортодослідних станціях була 3,8 т/га, максимальна – 6,2 т/га.

Середньостиглий сорт гороху Чекбек занесений до Державного реєстру сортів у 2009 році. Оригінатор сорту – Інститут ім. В.Я. Юр'єва Національної академії агарних наук. Сорт придатний до збирання прямим комбайнуванням. Висота рослин коливається в межах від 52 до 72 сантиметрів. Вегетаційний період складає від 82 до 90 днів.

Рекомендована норма висіву залежно від зони вирощування сорту – 1,2 – 1,4 млн схожих насінин на гектар. Рослина без антоціанового забарвлення та не має вторинних листочків. Стебло має середню кількість вузлів. Прилисток середнього розміру, гарно розвинутий. Квітка має середню ширину та довжину, білого кольору. Біб жовтий з середньою довжиною та шириною. Кількість насінин у бобі 6 – 8 шт. Нестигле насіння має помірну інтенсивність забарвлення зеленого кольору. Насінини мають сферичну

форму. Сім'ядолі зелені та не мають зморшкуватостей. Маса 1000 насінин складає від 278 до 280 грам.

Сорт Чекбек стійкий до осипання, вилягання, посухи, кореневими гнилями та аскохітозом уражується менше, ніж стандарти. Придатний до механізованого збирання. За роки випробування в обласних державних центрах експертизи сортів рослин демонстрував середній урожай від 3,0 до 4,7 т/га.

2007 року до Державного реєстру сортів України внесено сорт гороху Фаргус, заявником якого є Товариство з обмеженою відповідальністю "Науково-виробнича агрокорпорація «Степова»" (м. Дніпро). Належить до групи середньостиглих, вегетаційний період 82 – 95 днів. Рослини сорту Фаргус – середньої висоти, без антоціанового забарвлення, з відсутніми вторинними листочками (вусаті), з кількістю квіток на вузлі від двох до трьох, мають пізній час цвітіння та ранній час достигання. Стебло нефасційоване, середньої довжини, має багато вузлів. Прилисток добре розвинений, з наявною формою "кролячих вух" та восковим нальотом, має середні довжину та ширину, зі щільною плямистістю. Квітка з малою довжиною квітконіжки від стебла до першої квітки. Колір паруса – від білого до кремового, прямою формою основи та помірною інтенсивністю хвилястості.

Біб має середню кількість насінних зачатків, довгий і широкий, жовтого кольору, з відсутньою пергаментністю та наявним потовщенням стулок, з увігнутим типом вигину та слабким ступенем його вияву.

Насінина циліндричної форми з сім'ядолями жовтого кольору зі слабкою їхньою зморшкуватістю. Маса 1000 зернин 235 – 245 г. Сорт інтенсивного типу, придатний до механізованого збирання. За даними заявника норма висіву – від 1,0 до 1,2 млн/га схожих насінин. Агротехніка – звичайна для зони вирощування. Білка в зерні міститься 21,6 – 25,8%. Дослідники в обласних державних центрах експертизи сортів рослин за роки випробування отримали середній урожай 3,9 – 4,2 т/га. Аскохітозом та кореневими гнилями уражується нижче за стандарти.

Фактор В передбачав вивчення ефективності застосування різних доз мінеральних добрив у таких формах – аміачна селітра (N – 34,4% д. р.); суперфосфат гранульований (P_2O_5 – 19,5% д. р.) та сульфат калію (K_2O – 46% д. р.).

Під основний обробіток ґрунту восени вносили фосфорні і калійні добрива, азотні – навесні під передпосівний обробіток ґрунту.

Обприскували посіви гороху усіх трьох досліджуваних сортів регуляторами росту рослин (фактор С) у мікростадіях ВВСН 55-65 (поява перших квіткових бруньок, але квіти ще є закритими – повне цвітіння, 50% квітів відкриті). Біорегулятор росту Емістим С широкого спектру дії – продукт біотехнологічного вирощування грибів-епіфітів з кореневої системи лікарських рослин застосовували у дозі 30 мл/га. Регулятор росту рослин ПлантаПег (діюча речовина поліетиленгліколь (ПЕГ) – 400 та поліетиленгліколь (ПЕГ) – 1500, 800 г/л, фульвокислоти та солі гумінових кислот, 4 г/л) використовували з рекомендованою заявником нормою витрат – 25 г/га. Вимпел – регулятор росту контактно-системної дії, призначений для обробки насіння та вегетуючих рослин, діюча речовина – поліетиленоксид (ПЕО) – 770 г/л, відмиті солі гумінових кислот до 30 г/л для розчину, застосовували у дозі 30 мл/га.

Фенологічні спостереження та біометричні дослідження проводили з урахуванням усіх вимог дослідної справи Б. О. Доспєхова [68, 69]. Польові дослідження супроводжували такими вимірами та аналізами:

- облік густоти стояння рослин визначали у фазу повних сходів і перед збиранням урожаю на виділених майданчиках у всіх варіантах та повтореннях досліду згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [144] та «Основами наукових досліджень в агрономії» [167]. Фіксували макростадії та мікростадії, спостерігаючи за процесами росту і розвитку рослин за шкалою Задокса (Zadoks scale) [278]. За даними підрахунків у фазі повних сходів визначали польову схожість насіння, а перед збиранням – виживаність рослин [61, 225];

- висоту рослин визначали шляхом заміру на закріплених кілочками 25 рослинах за настання кожної мікростадії рослин гороху посівного [194];

- формування симбіотичного апарату: кількість і масу бульбочок, визначення загального та активного симбіотичних потенціалів, проводили за методикою Г. С. Посипанова [192]:

$$ЗСП = \frac{M_1 + M_2}{2} \times T \quad (1)$$

де: ЗСП – загальний симбіотичний потенціал, тис. кг*діб/га; M_1, M_2 – загальна середня маса бульбочок за період часу, кг/га; Т – період між двома сусідніми строками визначення, діб.

$$АСП = \frac{M_1 + M_2}{2} \times T \quad (2)$$

де: АСП – активний симбіотичний потенціал, тис. кг*діб/га; M_1, M_2 – загальна середня маса активних бульбочок за період часу, кг/га; Т – період між двома сусідніми строками визначення, діб;

- кількість біологічно фіксованого азоту визначали методом розрахунку біологічно фіксованого азоту за активним симбіотичним потенціалом (АСП) та питомою активністю симбіозу (ПАС). Питому активність симбіозу (1 г азоту на 1 кг сирих бульбочок за добу) розраховували за формулою:

$$ПАС = \frac{N_2 - N_1}{АСП_1 - АСП_2} \quad (3)$$

де: ПАС – питома активність симбіозу, гN/кг за добу; N_1 і N_2 – максимальне використання азоту рослинами бобових культур у відповідних варіантах досліду за окремі періоди або за вегетацію рослин, кг/га; $АСП_1$ і $АСП_2$ – це значення активного симбіотичного потенціалу у варіантах без і з застосуванням інокуляції насіння, кг*днів/га;

- площу листкової поверхні вираховували методом площі асиміляційної поверхні для рослин з вусатим морфотипом листка. За даною методикою проводили облік площі вусів і площі черешків, які потрібно додати

до площі прилистків. Площу асиміляційної поверхні вусів визначали за площею бічної поверхні зрізаного конуса [175]:

$$Sб\ пк = \pi L(R + r) \quad (4)$$

де: Sб пк – площа бічної поверхні зрізаного конуса вусів, мм^2; π – 3,1415; L – довжина утворюючої зрізаного конуса вусів, мм; R – радіус нижньої частини конуса вусів, мм; r - радіус верхньої частини конуса вусів, мм;

- асиміляційну поверхню зрізаних черешків гороху визначали за площею бічної поверхні циліндра за формулою:

$$Sб\ пк = 2\pi rh \quad (5)$$

де: Sб пк – площа бічної поверхні зрізаних черешків, мм^2; π – 3,1415; r – радіус черешків, мм; h – висота або довжина черешків, мм;

- площу прилистків вираховували за такою формулою:

$$Sп = abk \quad (6)$$

де: Sп – площа прилистка, см^2; a – довжина листка, см; b – ширина листка, см; k – перевідний коефіцієнт (для симетричного листя становить 0,668; асиметричного листя – 0,751) [168];

- фотосинтетичний потенціал рослин гороху (ФП) визначали за методикою А. А. Ничипоровича [161]:

$$ФП = \frac{Л_1 + Л_2}{2*1000} \times Т \quad (7)$$

де: Л1+Л2 – площа листкової поверхні в певні фази розвитку, тис. м^2/га; Т – тривалість міжфазного періоду, діб;

- чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за формулою:

$$ЧПФ = \frac{2*(B_2 - B_1)}{(L_1 + L_2)*T} \quad (8)$$

де: ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м^2*добу, B_1 – суха маса врожаю в попередній фазі, г; B_2 – суха маса врожаю в наступній фазі, г;

L_1 – площа листя в попередній фазі, тис. м^2/га; L_2 – площа листя в наступній фазі тис. м^2/га; Т – тривалість, днів;

- структурний аналіз елементів продуктивності та розрахунок біологічної урожайності проводили за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [32];
- збирали врожай прямим комбайнуванням поділянково, методом суцільного обліку [145];
- урожайність зерна визначали на обліковій частині ділянок методом суцільного збирання та зважуванням зерна кожної ділянки з подальшим визначенням вологості та засміченості;
- для визначення маси 1000 насінин від зерна гороху вручну відраховували без вибирання два повтори по 500 насінин і зважували їх з точністю до однієї сотої грама. У разі, коли фактична розбіжність перевищувала допустиму, брали третій повтор [176];
- економічну ефективність технологій вирощування зернобобових культур розраховували за методичними вказівками «Технологічна оцінка зернових, круп'яних і зернобобових культур» [219] та технологічними картами вирощування досліджуваної культури;
- енергетичну ефективність технологій оцінювали з урахуванням сукупних витрат енергії, енергетичної цінності зерна, коефіцієнта енергетичної ефективності за О. К. Медведовським та П. І. Іваненком [141];
- статистичну обробку результатів досліджень проводили методом дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу з порівнянням середніх арифметичних та значущості різниці між ними на персональному комп'ютері із використанням спеціальних пакетів прикладних програм типу Excel, Statistika [10, 118].

Висновки до розділу 2

1. Польові дослідження за темою дисертаційної роботи проводили в науково-дослідній сівозміні науково-дослідного центру «Поділля» впродовж 2016 – 2018 рр., відповідно до загальноприйнятих методик та методичних рекомендацій.

2. Погодні умови в роки досліджень складались досить різноманітно, що дало можливість одержати об’єктивні експериментальні дані, зробити висновки та рекомендації виробництву.

3. Ґрунти Лісостепу Західного сприятливі для вирощування гороху посівного та дають змогу досягти високих та сталих врожаїв з урахуванням чинників, передбачених схемою дослідів.

4. Сорти, які вивчалися у дослідах, занесені до Державного реєстру сортів рослин України та рекомендовані для вирощування в умовах Лісостепу Західного.

5. Достатня кількість спостережень, обліків та статистичний аналіз даних дозволяють отримати достовірну оцінку впливу досліджуваних факторів на врожайність зерна гороху.

РОЗДІЛ 3
ФЕНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ІНТЕНСИВНИХ СОРТІВ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

У процесі індивідуального розвитку рослин (онтогенезу) важливим заходом є спостереження за проходженням фенологічних фаз. Основою для визначення стадій розвитку є видимі неозброєному оку фенологічні ознаки утворення відповідних органів гороху посівного. Знання про хід окремих стадій розвитку гороху дозволяють своєчасно і ефективно застосовувати необхідні оперативні, адаптовані до конкретних ситуацій агротехнічні заходи для формування високих урожаїв [21, 135].

Що досконалішою стає технологія вирощування рослин, то більшого значення набуває знання про їхню фенологію. Сучасне вирощування сільськогосподарський культур важко уявити без використання інноваційних технологій. Саме з цих причин під час вирощування інтенсивних сортів гороху посівного потрібно чітко розуміти, у якій фазі рослина є найбільш чутливою до дефіциту поживних речовин, вологи, світла, або ж стійкою до шкідників та хвороб [3, 83].

Морфобіологічний метод контролю дозволяє глибше вивчати процеси диференціації того чи того органу рослини і розкривати онтогенетичні закономірності мінливості. У процесі розвитку рослини гороху посівного проходять послідовно дев’ять макростадій: проростання, формування листків (головний пагін), ріст у довжину, початок формування квітів, цвітіння, утворення плодів, дозрівання плодів і насіння, відмирання [123, 222].

Тому знання біологічних властивостей і процесів росту та розвитку гороху посівного має велике значення для розроблення агротехнічних заходів інтенсивної технології вирощування культури та отримання великого і сталого врожаю [154, 204, 229].

3.1. Польова схожість, густота рослин та динаміка росту гороху посівного

Польова схожість насіння – кількість пророслого насіння, що проросло в польових умовах, виражена у відсотках до кількості висіяного схожого насіння. Відомо, що польова схожість залежить від декількох чинників: біологічної повноцінності посівного матеріалу, способів вирощування та підготовки насіння до сівби, агротехнічних засобів, гідротермічних умов, наявності шкідників та хвороб у період "сівба – сходи" [39, 153]. За вегетацію кількість рослин на одиницю площі в посівах поступово зменшується через вплив несприятливих факторів [136]. Відомий вчений М. М. Кулєшов наголошував [120], що одержання дружних сходів і оптимальної густоти гороху є запорукою формування високого вражаю.

Висока польова схожість насіння є важливою умовою забезпечення нормальної густоти посіву. Надмірне зменшення густоти стояння рослин сповільнює розвиток польових культур. Рослини реагують на зміну їхньої густоти двома способами: частково випадають з посівів або пластично змінюють ступінь росту і розвитку [18, 93, 221].

Важливими факторами, які впливають на густоту стояння рослин гороху посівного, є: норма висіву, польова схожість насіння та виживаність рослин упродовж вегетаційного періоду [19, 158].

Відомо, що насіння гороху під час висівання у ґрунт, як усі зернобобові культури, потребує великої кількості вологи для проростання та невисокої температури повітря. Але 2016 рік супроводжувався недостатнім запасом вологи навесні, що й призвело до гірших показників польової схожості, як порівняти з 2017 роком, для усіх досліджуваних нами сортів гороху. Так, у сорту Чекбек у мікростадії ВВСН 09 кількість схожих насінин за температури повітря 12,5 – 12,7°С та запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-10 см – 14,4 мм опадів (за даними Кам'янець – Подільського центру з гідрометеорології) коливалася в межах 91,9 – 93,3%, у сорту Готівський 91,4 – 94,9% та у сорту Фаргус 88,8 – 91,7%, залежно від умов живлення.

Більш сприятливі умови для проростання насіння гороху були 2017 року. Найкращі показники польової схожості насіння були зафіксовані в усіх трьох сортів гороху посівного, коли в період дружніх сходів температура повітря коливалася від + 8,3 до + 9,3 ºС із запасами продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-10 см – 69,4 мм опадів, що є надзвичайно важливим для цієї культури. На варіантах за внесення дози мінерального добрива $N_{30}P_{30}K_{45}$ у сорту Чекбек польова схожість становила 96,3%, у сортів Готівський та Фаргус – 96,1% та 92,7% відповідно.

Метеорологічні умови 2018 року відзначилися різкими перепадами температур весняних місяців. Морозні дні та незначний сніговий покрив ґрунту у ІІІ декаді березня не давали можливості висіяти насіння у той період, коли цього потребує горох. За даними В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка [134], за умови запізнення з сівбою навіть на 7-10 днів вологість ґрунту значно знижується, в результаті чого насіння бубнявіє нерівномірно і сходи з'являються не дружно, що зумовлює значне зниження врожайності. Перші проростки гороху почали з'являтися до фіксування температурного показника повітря + 13,4 … + 13,9 ºС із запасом продуктивної вологи у шарі ґрунту на глибині 0-10 см – 19,5 мм, але цієї вологи було замало для отримання більш дружних сходів. Різке потепління у квітні та вітряна погода зневоднили ґрунт, що й призвело до найнижчих показників польової схожості за роки наших досліджень. Так, якщо у сорту Чекбек на контролі $P_{30}K_{45}$ вона була – 91,3%, то у сортів Готівський 92,1% та Фаргус 89,2%, з додаванням азоту (N) у дозах 15 кг, 30 кг та 45 кг діючої речовини, польова схожість насіння покращувалася у всіх трьох сортів у середньому на 1,5 – 3,5%.

Не менш важливим чинником, який впливає на індивідуальну продуктивність гороху посівного, є густота посіву на початкових фазах розвитку ВВСН 09-13 та виживаність рослин перед збиранням у мікростадіях ВВСН 97-99 [261]. Нашими дослідженнями встановлено, що густота рослин гороху посівного коливалася залежно від сортових особливостей і якостей насіння та внесення різних доз мінеральних добрив. Залежно від застосування

регуляторів росту та інших технологічних прийомів також збільшувався відсоток виживання рослин.

Результатами наших досліджень встановлено, що продовж 2016 – 2018 років за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ для сортів Готівський, Чекбек та Фаргус у мікростадії ВВСН 09 густота стояння рослин складала 111,5, 115,2 та 110,4 штук рослин на м^2 відповідно. Також була простежена тенденція до збільшення густоти стояння рослин гороху на м^2 у цій фазі розвитку зі збільшенням дози діючої речовини аміачної селітри до N_{30} та N_{45}, порівняно з варіантом – $P_{30}K_{45}$ (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Густота та збереженість рослин гороху залежно від технології вирощування (середнє за 2016-2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Польова схожість насіння, %	Густота стояння рослин, шт./м^2		Вижи-ваність рослин, %
				ВВСН 09	ВВСН 97	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (к)*	Без обробки(к)	92,1	110,5	97,4	88,0
		ПлантаПег			98,4	88,9
		Емістим С			98,7	89,2
		Вимпел			98,9	89,4
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	92,6	111,5	98,2	87,9
		ПлантаПег			99,3	88,9
		Емістим С			99,6	89,2
		Вимпел			100,0	89,5
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	92,9	112,1	98,8	88,5
		ПлантаПег			101,0	90,0
		Емістим С			101,2	90,2
		Вимпел			101,8	90,7
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	93,6	112,4	98,4	87,5
		ПлантаПег			99,4	88,4
		Емістим С			99,8	88,7
		Вимпел			100,2	89,1

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	91,8	114,3	100,0	87,5
		ПлантаПег			101,7	88,9
		Емістим С			102,1	89,3
		Вимпел			102,3	89,5
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	92,8	115,2	101,2	87,8
		ПлантаПег			103,3	89,6
		Емістим С			103,5	89,8
		Вимпел			103,9	90,2
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	93,6	115,6	102,3	88,4
		ПлантаПег			105,7	91,4
		Емістим С			106,2	91,9
		Вимпел			106,7	92,3
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	95,3	115,9	102,4	88,4
		ПлантаПег			104,1	89,9
		Емістим С			104,3	90,0
		Вимпел			104,7	90,4
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	89,2	109,9	93,5	85,1
		ПлантаПег			95,6	87,0
		Емістим С			96,1	87,5
		Вимпел			96,2	87,6
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	90,1	110,4	94,6	85,7
		ПлантаПег			96,8	87,6
		Емістим С			97,4	88,2
		Вимпел			97,7	88,4
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	90,9	110,7	96,6	87,2
		ПлантаПег			99,5	89,8
		Емістим С			100,3	90,5
		Вимпел			100,7	90,9
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	91,7	111,1	96,3	86,7
		ПлантаПег			98,1	88,3
		Емістим С			98,5	88,6
		Вимпел			98,6	88,7
				НІР $_{0,5}$ фактор А	*0,71*	*0,55*
				НІР $_{0,5}$ фактор В	*0,82*	*0,64*
				НІР $_{0,5}$ фактор С	*0,82*	*0,64*

Примітка * (к) – контроль

Так, меншими ці показники були у сортів Фаргус (110,7 – 111,1 шт./м^2) та Готівський (112,1 – 112,4 шт./м^2), а кращими у низькорослого сорту Чекбек (115,6 – 115,9 шт./м^2).

Спостерігаючи за посівами від мікростадії ВВСН 09 до мікростадії ВВСН 97, можемо відзначити випадання або засихання рослин у рядках в середньому до 15 – 18 рослин на варіантах досліду без оброблювання регуляторами росту. Обприскування посівів гороху регуляторами росту сприяло кращому зберіганню рослин на усіх досліджуваних нами сортах гороху.

Найбільшу густоту стояння рослин та кращу їхню виживаність перед збиранням зафіксовано на варіантах із внесенням мінеральних добрив у комплексі з регуляторами росту. У процесі досліджень найбільший вплив на так звані «вусаті» сорти гороху мав регулятор росту Вимпел, дещо менший – біорегулятор Емістим С, найменший вплив на густоту стояння рослин гороху показав регулятор росту ПлантаПег.

Здійснивши порівняння трьох досліджуваних сортів гороху, ми встановили, що максимальна кількість рослин на період достигання, з-посеред оброблених рістрегуляторами, була у сорту Чекбек – 101,7 – 106,7 шт./м^2 за виживаності 88,9 – 92,3% залежно від доз мінеральних добрив. Найменші показники кількості рослин, які обробляли регуляторами росту, були зафіксовані в сорту Фаргус – 95,6 – 100,7 шт./м^2 за виживаності 87,0 – 90,9%, порівняно з сортом-контролем Готівський – 97,4 шт./м^2 за виживаності 88,0%.

Нами встановлено, що в середньому за три роки досліджень у мікростадії ВВСН 97 виживаність рослин становила 87,9% за внесення $N_{15}P_{30}K_{45}$ та без оброблювання (контроль) регуляторами росту для сорту Готівський, де було зафіксовано 98,2 шт./м^2. З біорегулятором росту Емістим С виживаність зростала до 89,2% за густоти стояння рослин – 99,6 шт./м^2, а за дії регулятора росту Вимпел – до 89,5% з кількістю рослин 100,0 шт./м^2. Для сорту Чекбек з цією ж дозою мінеральних добрив та обприскуванням регулятором росту ПлантаПег кількість рослин на м^2 становила 103,3 шт./м^2 за збереженості – 89,6% рослин.

Регулятори росту рослин в комплексі з мінеральними добривами сприяли збільшенню густоти стояння рослин гороху в мікростадії ВВСН 97

для усіх трьох сортів в середньому на 0,3 – 4,5 шт./м^2. Відповідно, Вимпел збільшив згаданий показник на 1,5 – 4,5 шт./м^2, Емістим С на 0,7 – 4,0 шт./м^2, ПлантаПег на 0,3 – 3,4 шт./м^2, якщо порівнювати з контролем (без обробки).

Відсоток рослин сорту Фаргус, які збереглися перед збиранням за живлення мінеральними добривами у дозі $N_{45}P_{30}K_{45}$, порівняно з рівнем удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$, був меншим і становив 88,3 – 88,7%, залежно від обприскування рослин різними регуляторами росту, за збереженості 98,1 – 98,6 шт./м^2. Несуттєво збільшилася кількість рослин, які вижили за обприскування регулятором росту ПлантаПег у мікростадії ВВСН 97 – ці показники коливалися від 95,6 до 99,5 шт./м^2, у сорту гороху Готівський – від 98,4 до 101,0 шт./м^2 та Чекбек – від 101,7 до 105,7 шт./м^2. Проте кращими вони були за обприскування біорегулятором росту Емістим С та регулятором росту Вимпел. Так, комплексне поєднання $N_{30}P_{30}K_{45}$ та препарату Емістим С сприяло збільшенню густоти стояння рослин – 100,3 шт./м^2 за виживаності 90,5% для сорту Фаргус; 106,2 шт./м^2 за 91,9% для сорту Чекбек та для сорту Готівський – 101,2 шт./м^2 за 90,2% виживаності. Композиція $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел збільшила ці показники в середньому на 0,1 – 0,6 шт./м^2, а відсоток виживаності – на 0,3 – 0,7.

Досліджувані нами фактори позитивно вплинули на густоту стояння рослин та їхню виживаність. В середньому за роки спостережень, сорт гороху Фаргус демонстрував гірші показники збереженості та густоти стояння рослин на м^2, а сорт Чекбек показав кращі результати, як порівняти із сортом-контролем гороху Готівський.

Відомі вчені М. К. Іжик [79], Н. О. Пономаренко [188], М. М. Макрушин [136] та інші, дотримувалися думки, що польова схожість насіння зменшується після збільшення норм мінеральних добрив, але низка дослідників стверджує протилежне – показники польової схожості насіння збільшуються. Подібну тенденцію ми спостерігали і в наших дослідженнях. Проаналізувавши отримані дані, ми встановили, що з незначним збільшенням доз аміачної селітри в умовах Лісостепу Західного відсоток польової схожості зростав,

відповідно і густота стояння рослин у мікростадії ВВСН 97 була вищою. Обприскування посівів гороху регуляторами росту забезпечувало збільшення відсотку виживаності рослин та кількості їх на $м^2$ перед збиранням.

3.2. Вплив системи живлення на тривалість міжфазних періодів та періоду вегетації гороху посівного

У житті кожної рослини виокремлюють періоди та етапи органогенезу, які припадають на певні фази її росту і розвитку. Спостерігаючи за фенологічними фазами росту та їхньою інтенсивністю, можна за допомогою технологічних прийомів регулювати елементи продуктивності рослин у запрограмованому напрямку [129]. Відомі українські вчені А. О. Бабич, А. М. Розвадовський [7, 205] зазначали, що в посушливі роки вегетація гороху може скорочуватися у півтора рази – до 10 днів, що може призводити до зниження продуктивності.

Тривалість вегетаційного періоду більшості сортів гороху, придатних до вирощування у зоні Лісостепу, коливається у межах від 75 до 105 днів. Для дуже пізньостиглих форм гороху цей період може продовжуватися навіть до 140 днів [77, 246].

За роки наших спостережень тривалість вегетаційного періоду досліджуваних нами інтенсивних сортів гороху посівного була середньою і змінювалася залежно від умов живлення та обприскування посівів регуляторами росту.

Фенологічні дослідження вказують на те, що дози мінеральних добрив позитивно впливають на вегетаційний період гороху посівного. Зауважимо, що внесення азотних добрив до 15 кг/га д. р. у поєднанні з різними регуляторами росту на різних сортах гороху в середньому продовжували період вегетації на 2 – 3 доби. Внесення азотних добрив у нормі 30 кг/га д. р., але без внесення регуляторів росту, також сприяло подовженню вегетаційного періоду на 7 – 8 діб, якщо порівняти з контролем. За внесення азотних добрив

нормою 45 кг/га вегетаційний період рослин гороху продовжувався ще на 2 – 3 доби залежно від сортових ознак та технологічних прийомів, як порівняти з попереднім варіантом удобрення.

Проведені нами агротехнічні заходи у чіткій відповідності до стадій розвитку рослин дали змогу встановити залежність між тривалістю міжфазних періодів гороху посівного від чинників, які вивчалися, біолого-екологічних особливостей, природно-кліматичних умов та сортових якостей насіння. Досить суттєвий вплив на тривалість періоду вегетації мали метеорологічні умови, зокрема температура повітря і кількість опадів. За роки спостережень кліматичні умови були досить різними, тому тривалість вегетаційного періоду досліджуваних нами сортів гороху за роками також відрізнялися (табл. 3.2.).

Таблиця 3.2

Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на тривалість вегетаційного періоду, діб (за 2016 – 2018 рр.)

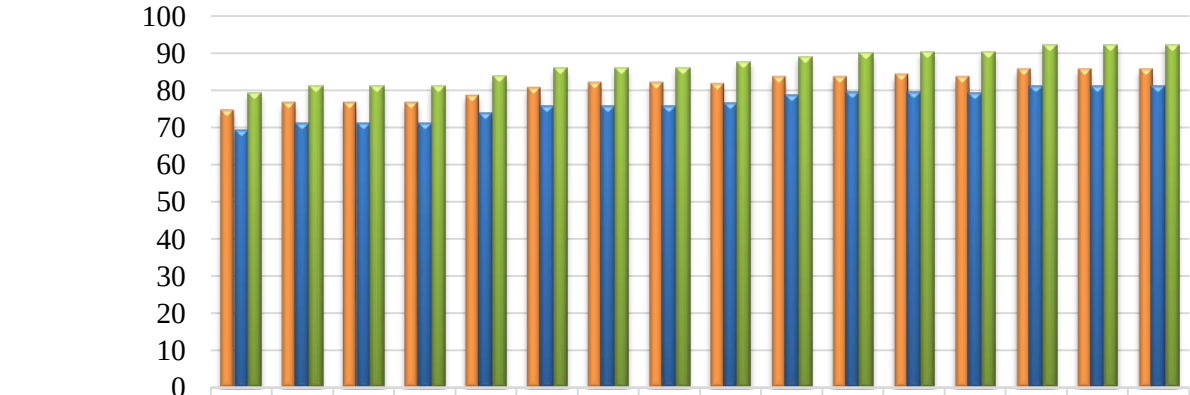
Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Роки досліджень		
			2016 р.	2017 р.	2018 р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки (к)	72	70	82
		Плантапег	74	72	84
		Емістим С	74	72	84
		Вимпел	74	72	84
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	76	74	86
		Плантапег	78	76	88
		Емістим С	80	78	88
		Вимпел	80	78	88
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	79	77	89
		Плантапег	81	79	91
		Емістим С	81	79	91
		Вимпел	82	80	91
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	81	78	92
		Плантапег	83	80	94
		Емістим С	83	80	94
		Вимпел	83	80	94

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	66	65	77
		Плантапег	68	67	79
		Емістим С	68	67	79
		Вимпел	68	67	79
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	71	71	80
		Плантапег	73	73	82
		Емістим С	73	73	82
		Вимпел	73	73	82
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	74	73	83
		Плантапег	76	75	85
		Емістим С	77	76	86
		Вимпел	77	76	86
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	76	76	86
		Плантапег	78	78	88
		Емістим С	78	78	88
		Вимпел	78	78	88
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	74	77	87
		Плантапег	76	79	89
		Емістим С	76	79	89
		Вимпел	76	79	89
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	80	81	91
		Плантапег	82	83	93
		Емістим С	82	83	93
		Вимпел	82	83	93
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	82	86	95
		Плантапег	84	87	96
		Емістим С	84	89	97
		Вимпел	85	89	97
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	85	88	98
		Плантапег	87	90	100
		Емістим С	87	90	100
		Вимпел	87	90	100
НІР $_{0,5}$ фактор А			*0,32*	*0,19*	*0,22*
НІР $_{0,5}$ фактор В			*0,37*	*0,23*	*0,26*
НІР $_{0,5}$ фактор С			*0,37*	*0,23*	*0,26*

*Примітка * (к) – контроль*

Нами встановлено, що 2016 року за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ та обприскування регулятором росту Вимпел показники тривалості вегетаційного періоду були найкращими для усіх досліджуваних сортів. Завдяки оптимальній температурі та достатній кількості опадів для середньостиглого сорту гороху Чекбек вегетаційний період становив 69 – 81 добу залежно від варіанту удобрення. Сума активних температур повітря за вегетацію складала 1969 °С за випадання 224,1 мм опадів. За внесення добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту тривалість днів вегетації у даного сорту подовжувалася на 2 – 3 дні, як порівняти з варіантом без оброблювання посівів регуляторами росту. Збільшення доз мінеральних добрив до $N_{45}P_{30}K_{45}$ також забезпечило подовження вегетаційного періоду в середньому на 1 – 2 доби, залежно від виду регулятора росту.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Готівський (к)	75	77	77	77	79	81	82	82	82	84	84	84	84	86	86	86
Чекбек	69	71	71	71	74	76	76	76	77	79	80	80	79	81	81	81
Фаргус	79	81	81	81	84	86	86	86	88	89	90	90	90	92	92	92

Примітка *: 1. $P_{30}K_{45}$ (контроль) + без обробки (контроль); **2.** $P_{30}K_{45}$ + ПлантаПег; **3.** $P_{30}K_{45}$ + Емістим С; **4.** $P_{30}K_{45}$ + Вимпел; **5.** $N_{15}P_{30}K_{45}$ + без обробки; **6.** $N_{15}P_{30}K_{45}$ + ПлантаПег; **7.** $N_{15}P_{30}K_{45}$ + Емістим С; **8.** $N_{15}P_{30}K_{45}$ + Вимпел; **9.** $N_{30}P_{30}K_{45}$ + без обробки; **10.** $N_{30}P_{30}K_{45}$ + ПлантаПег; **11.** $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Емістим С; **12.** $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел

Рис. 3.1 Тривалість вегетаційного періоду сортів гороху залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, діб (середнє за 2016 – 2018 рр.)

2017 року гідротермічні умови були сприятливими для росту і розвитку рослин гороху. За суми активних температур 1885,9 ºС та випадання 168,4 мм атмосферних опадів найдовший вегетаційний період 92 доби – зафіксований у сорту гороху Фаргус, що й відповідало його сортовим особливостям. За внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел вегетаційний період становив 90 діб, що на 6 – 10 діб більше, як порівняти з іншими двома сортами на даному варіанті живлення. Тривалість періоду вегетації на контрольному варіанті ($P_{30}K_{45}$ та без оброблювання регуляторами росту) у сорту Чекбек був 65 діб, у сорту Готівський – 70 діб та Фаргус – 77 діб. Зауважимо, що внесення мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ продовжувало вегетаційний період в середньому на 4 – 6 діб, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ – ще на 2 – 5 доби, а за живлення $N_{45}P_{30}K_{45}$ цей період продовжувався ще на 1 – 2 доби.

2018 року через надмірну кількість опадів у травні-червні тривалість вегетаційного періоду у сортів гороху дещо подовжувалась. Показники цього року значно відрізнялися від попередніх двох років за гідротермічними умовами. Зокрема, кількість опадів за вегетаційний період гороху склала 482,5 мм, а сума активних температур повітря – 2136ºС, що призвело до найдовшого періоду вегетації рослин для досліджуваних сортів гороху посівного. У сорту Фаргус тривалість вегетаційного періоду цього року була від 87 до 100 діб, у сорту Готівський – 82 – 94 доби, у сорту Чекбек 77 – 88 діб.

Темпи росту рослин гороху залежали від температури, вологості, наявності в ґрунті поживних речовин та сортових особливостей. Потрібно зауважити, що рослини сорту Чекбек накопичували достатньо поживних речовин за менший вегетаційний період, ніж сорти Готівський та Фаргус.

Оптимальні погодні умови у 2016-2017 роках дали змогу висіяти насіння гороху у першій декаді квітня. Пізня весна та незначний сніговий покрив ґрунту в кінці березня та на початку квітня 2018 року затримала сівбу на 12 днів, тобто горох у дослідах висівали наприкінці ІІ декади квітня.

В середньому за три роки досліджень макростадія 0 – проростання – наступала на 11 – 15 день залежно від сорту, особливостей живлення та погодних умов (додатки В.1, В.2, В.3).

Початок формування листків та головного пагона починалася у мікростадії ВВСН 10 і закінчувався у мікростадії ВВСН 50, а у мікростадії ВВСН 13 уже розпускався третій вусик. У наших дослідження період ВВСН 10-13 коливався від 7 до 10 діб, а період ВВСН 14-50 становив 15 – 19 діб залежно від сортових особливостей культури та впливу різних доз мінеральних добрив. Досліджено, що зі збільшенням доз азотних добрив міжфазні періоди подовжувалися на 2 – 3 дні.

У мікростадіях ВВСН 55-65 рослини дослідних сортів гороху посівного обробляли регуляторами росту. Внесення регуляторів росту позитивно впливало на ріст і розвиток рослин, кореневої системи та листкової поверхні. міжфазний період у рослин, оброблених регуляторами росту у мікростадіях ВВСН 70-99 скорочувався через те, що ці препарати сприяли ефективному прискоренню окремих етапів розвитку.

Цвітіння гороху – найбільш відповідальний період для формування майбутнього урожаю. Затяжна дощова погода в цей період може затримати цвітіння, а згодом більша кількість зав’язі може осипатися. За роки наших досліджень схожі кліматичні умови були під час цвітіння 2018 року, кількість атмосферних опадів у травні становила 73,4 мм, що зумовило значне осипання квіток згодом – у теплі та сонячні дні з середньою добовою температурою +17,8^{o}С. Водночас, простежено тенденцію до збереження квіток на рослинах сортів гороху, які обприскували регуляторами росту.

За роки досліджень період ВВСН 51-69 в середньому коливався: у сорту Готівський (контроль) – від 17 до 19 діб, Чекбек – 16 – 18 діб та Фаргус – 19 – 22 доби. Після оброблення рістрегуляторами період між цими мікростадіями скорочувався, якщо порівняти з ділянками, на яких рослини не обробляли регуляторами росту.

Період від початку утворення бобів та до часу, коли боби досягали сортотипового розміру (зелена стиглість) ВВСН 70-80, тривав 13 – 14 діб на контрольних ділянках – без обробки рослин регуляторами росту. Після обприскування посівів гороху посівного кількість днів вегетації подовжилася на 1 – 2 дні, залежно від сорту.

Нами встановлено, що після обприскування регуляторами росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел посіви гороху в мікростадіях ВВСН 81-99 майже не вилягали та швидше досягали повної стиглості, а міжфазний період відповідно скорочувався. Тому даний період у сорту Готівский (контроль) становив 22 – 24 доби, Чекбек – 19 – 23 доби та у сорту Фаргус – 19 – 23 доби, що довше на 1 – 2 доби проти варіанта живлення мінеральними добривами, але без обробки регуляторами росту (контроль).

Фенологічні дослідження впродовж 2016 – 2018 років показали, що збільшення доз мінеральних добрив продовжує вегетаційний період досліджуваних сортів гороху посівного в середньому на 11 – 13 днів. Обприскування посівів регуляторами росту у мікростадіях ВВСН 55-65 забезпечувало збільшення періоду вегетації на 1 – 3 дні, що є позитивним для формування майбутньої продуктивності зерна.

3.3. Динаміка та формування висоти рослин гороху залежно від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту

На думку А. В. Амеліна, Ю. А. Лавриненка, Р. А. Вожегової, В. В. Клубука та ін. [4, 124] однією з основних ознак, яка характеризує темпи росту і розвитку рослин, є висота центрального стебла. Параметри висоти та довжина вусів – морфологічна ознака, яка певною мірою залежить від сортових ознак культури, погодних умов та технологічних прийомів вирощування.

Згідно з результатами досліджень Л. І. Уліча (2010), В. Ф. Камінського, С. П. Дворецької, Т. П. Костини (2010), M. S. Saimbbi (1985) та ін., висота

рослин є одним із важливих біометричних показників росту гороху посівного. Архітектоніка рослин гороху залежить від різних факторів, проте висота рослин гороху варіює від 50 до 90 см, у сучасних інтенсивних сортів даної культури висота може сягати понад 100 см [97, 230, 290].

За даними наших досліджень встановлено, що внесення мінеральних добрив на початкових стадіях росту та розвитку гороху ВВСН 11-13 (перший справжній листок із прилистками і вусиками які розпустилися, тоді як третій справжній листок із прилистками і вусиками майже не розпустився) неістотно впливало на приріст висоти. Проте, порівнюючи контрольний варіант досліду без внесення азоту із застосуванням лише фосфорно-калійних добрив $P_{30}K_{45}$ і з підвищенням дози азотних добрив з N_{15} до N_{45}, спостерігався позитивний вплив на показники висоти рослин досліджуваних сортів гороху посівного.

За три роки вимірювань лінійної висоти, нами простежено тенденцію до збільшення максимальної висоти гороху в мікростадії ВВСН 77. Після досягнення фізіологічної стиглості ріст рослин майже припинявся, а всі поживні речовини, які отримали рослини протягом вегетаційного періоду, використовувалися на формування генеративних органів гороху (бобів).

Внесення регуляторів росту у мікростадіях ВВСН 55-65 (перші пелюстки помітні, квітки ще закриті та повне цвітіння, 50% квіток ще відкриті) також позитивно впливало як на висоту рослин, так і висоту кріплення нижнього бобу. Встановлено, що менша віддаль від першої пари вузлів на стеблі гороху до кріплення нижнього бобу, то більше (бобів) розташовано на рослині. Завдяки збільшенню кількості вузлів та збереженню загальної висоти рослин сорти Чекбек, Готівський мали дещо кращу стійкість до вилягання, ніж сорт Фаргус.

Нами встановлено, що у мікростадіях ВВСН 70-77 (початок розвитку бобів) 70% бобів досягли видо- або сортотипової довжини (вміст насіння затвердлий, але під час надавлюваня ще виділяється сік). На збільшення лінійної висоти рослин гороху позитивно вливало обприскування регуляторами росту ПлантаПег, Вимпел та Емістим С.

Висота кріплення нижнього бобу є не менш важливим чинником для формування врожаю, ніж висота рослин. Нові інтенсивні високоврожайні сорти гороху придатні до прямого механізованого збирання, тому повинні мати оптимальне розташування нижніх бобів на рослині. Занизьке кріплення нижнього бобу під час збирання комбайном призводить до значних втрат врожаю – до 15 – 20%. Встановлено, висота центрального стебла та прикріплення нижнього бобу значною мірою залежить від сорту, агротехнічних заходів та кліматичних умов вирощування.

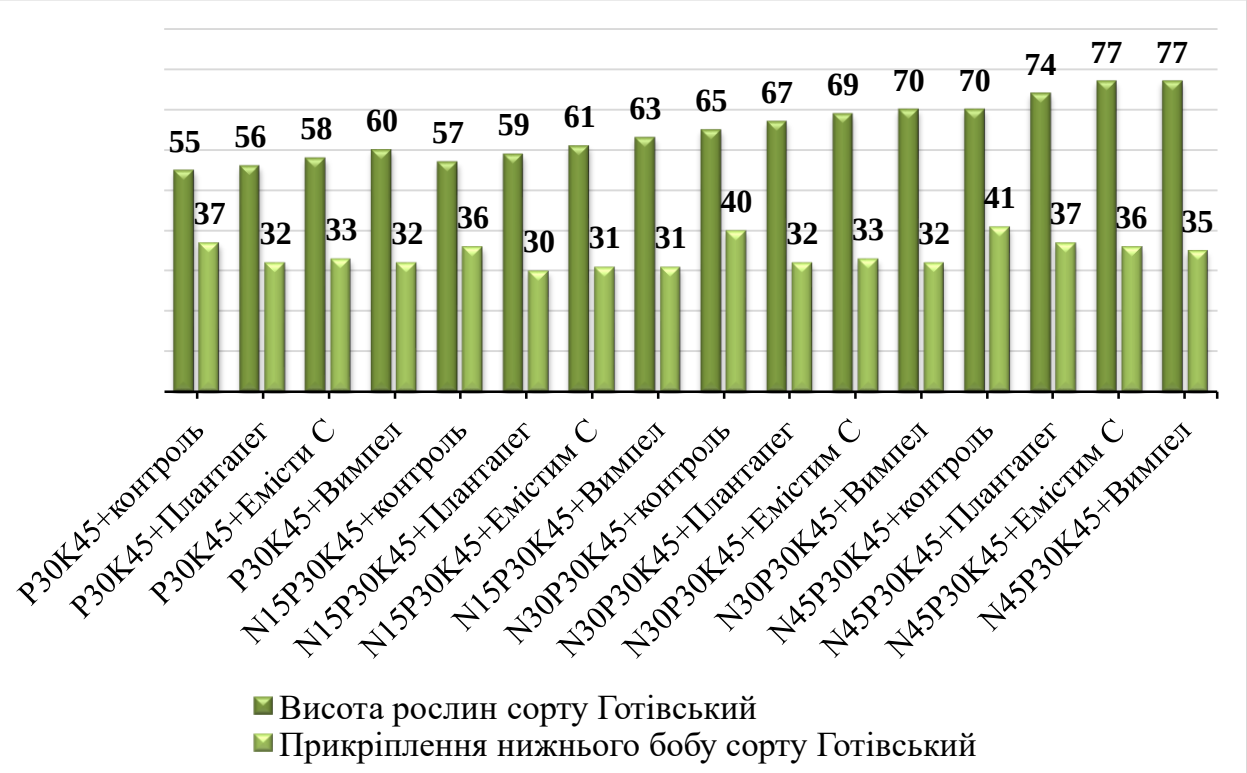


Рис. 3.2 Динаміка висоти та висоти прикріплення нижнього бобу в мікростадіях ВВСН 70-77 залежно від технологічних заходів (середнє за 2016-2018 рр.)

Так, для низькорослого сорту гороху Готівський, який було взято нами за контроль, максимальною висота рослин була на ділянках, удобрених мінеральними добривами у дозі $N_{45}P_{30}K_{45}$ у поєднанні із регуляторами росту, становила 70 – 77 см з кріпленням нижнього бобу на висоті 41– 35 см. Мінімальна висота рослин цього сорту була зафіксована на контрольному

варіанті удобрення $P_{30}K_{45}$ 55 – 60 см, залежно від регулятора росту. Висота прикріплення нижнього бобу на цих варіантах удобрення варіювала в межах 37 – 32 см (рис. 3.2).

Проаналізувавши низькорослий сорт гороху Чекбек за три роки, ми встановили, що зі збільшенням доз азотних добрив від N_0 (контроль) до N_{45} збільшувалася висота рослин. Комплексне поєднання добрив $N_{45}P_{30}K_{45}$ та регулятора росту Вимпел забезпечувало максимальну висоту – 65 см з прикріпленням нижнього бобу – 28 см, що на 12 см більше, як порівняти з варіантом без обприскування регуляторами росту (рис.3.3).

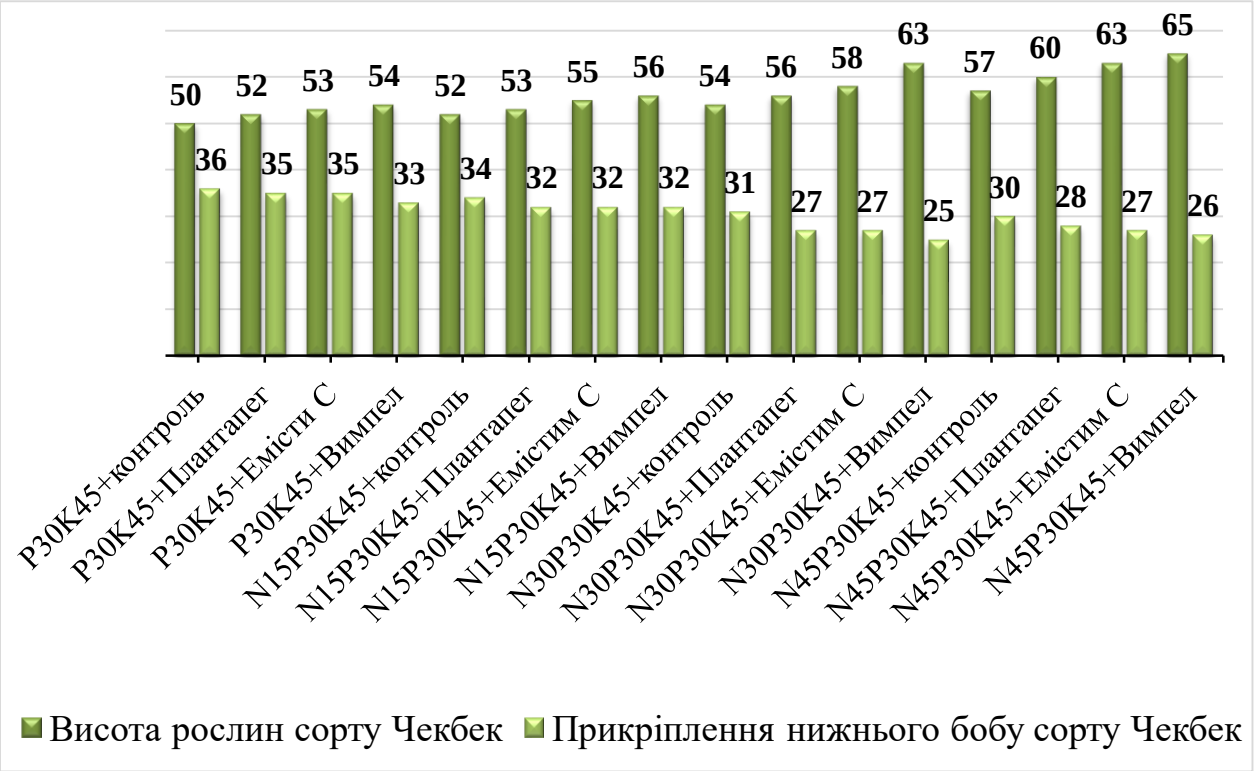


Рис. 3.3. Динаміка висоти та висоти прикріплення нижнього бобу в мікростадіях ВВСН 70-77 залежно від технологічних прийомів (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Зауважимо, біорегулятор росту Емістим С також позитивно впливав на ріст і розвиток рослин усіх трьох досліджуваних сортів. Для сорту Чекбек приріст становив 2 – 4 см, Готівський – 3 – 7 см та для сорту Фаргус – 4 – 10 см, як порівняти з контрольним варіантом (без обприскування регуляторами росту) (рис.3.4).

Показники висоти рослин на варіанті з обприскуванням регулятором росту ПлантаПег для сортів інтенсивного типу були нестабільними, що вплинуло на суттєву різницю висоти рослин. На варіанті удобрення $P_{30}K_{45}$ (контроль) без обприскування регуляторами росту висота рослин сортів Готівський, Чекбек та Фаргус була 55 см, 50 см та 66 см відповідно, а після обприскування регулятором росту ПлантаПег та внесення $P_{30}K_{45}$ ці показники були 56 см, 52 см та 68 см відповідно.

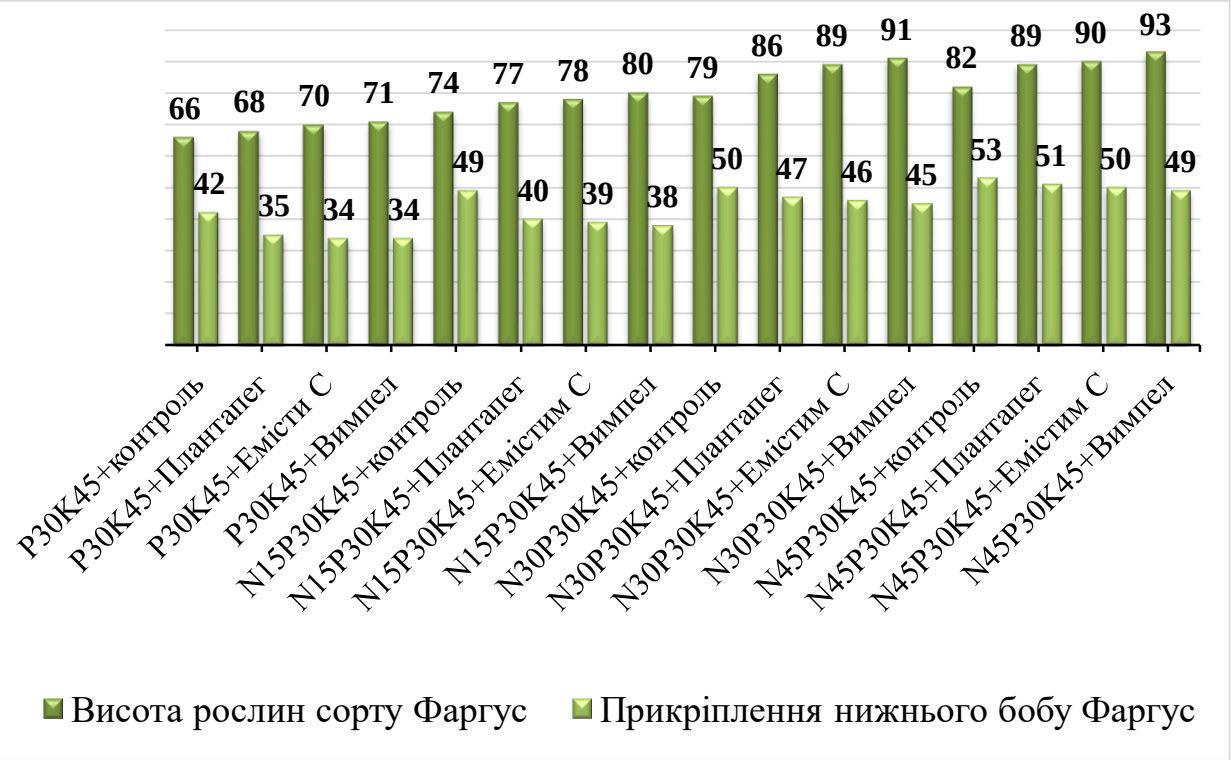


Рис. 3.4. Динаміка висоти рослин та висоти прикріплення нижнього бобу в мікростадіях ВВСН 70-77 залежно від технологічних заходів (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Найвищі рослини були у середньорослого сорту Фаргус, що відповідало його сортовим особливостям. Мінеральні добрива у дозі $N_{45}P_{30}K_{45}$ та обприскування регулятором росту Вимпел сприяли максимальному значенню висоти рослин цього сорту – 93 см з прикріпленням нижнього бобу на висоті 49 см. Висота рослин гороху, обприсканих регуляторами росту, збільшувалася

в середньому на 5 – 12 см, як порівняти з необробленими рослинами. Аналогічну тенденцію впливу сортових особливостей та технологічних прийомів спостерігали і для висоти кріплення нижнього бобу.

Нами встановлено – що менша відстань від поверхні ґрунту до кріплення нижнього бобу, то більше ярусів бобів розташовано на рослині, що зрештою впливає на його урожайність.

Висновки до розділу 3

1. Встановлено, що показники польової схожості насіння в сорту гороху Готівський коливалася у межах 92,1 – 93,6%, Чекбек – 91,8 – 95,3% та Фаргус – 89,2 – 91,7%, залежно від варіанту удобрення. Найвищі показники польової схожості у досліджуваних сортів зафіксовані на варіантах удобрення $N_{45}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту Емістим С та Вимпел.

2. Найвищі показники густоти стояння рослин та їхньої виживаності у мікростадії ВВСН 97 найвищими були за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ у комбінації з регулятором росту Вимпел. У сорту гороху Готівський за цієї композиції живлення густота стояння рослин була 101,8 шт./м^2 з виживаністю 91,2%, у гороху сорту Чекбек – 106,7 шт./м^2 та 92,3% відповідно, а у сорту Фаргус за густоти рослин 100,7 шт./м^2 виживаність становила 90,9%.

3. Вегетаційний період у гороху сорту Чекбек був найменшим, як порівнювати з сортами Готівський та Фаргус, що є характерним для цього сорту. На варіантах удобрених мінеральними добривами у поєднанні з регуляторами росту період вегетації в середньому подовжувався на 4 – 9 діб у рослин сорту гороху Готівський, на 5 – 10 діб у сорту Чекбек та на 6 – 11 діб у сорту Фаргус. Найдовшим період вегетації для усіх досліджуваних сортів гороху посівного виявився за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту рослин Вимпел: для гороху сорту Готівський він становив 86 діб, Чекбек – 81 добу та сорту Фаргус – 92 доби.

4. Встановлено позитивний вплив на збільшення висоти рослин та прикріплення нижнього бобу досліджуваних сортів гороху за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{30}K_{45}$. Найвищими рослини були у сорту Фаргус – 82 – 93 см з висотою прикріплення нижнього бобу 49 – 53 см, що відповідало його сортовим особливостям. Ці показники для гороху сортів Готівський та Чекбек становили відповідно 70 – 77 см та 57 – 65 см з висотою прикріпленням нижнього бобу 35 – 41 см та 26 – 30 см. Внесення регуляторів росту забезпечувало зростання висоти рослин досліджуваних сортів гороху на 12 – 18 см, коли порівняти з рослинами, які не обробляли рістрегуляторами. Ця тенденція стосується і висоти кріплення нижнього бобу.

Матеріали розділу опубліковано в наукових працях:

18. Бахмат М.І., Небаба К. С. Густота стояння рослин гороху посівного залежно від добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали ІІ міжнар. наук.-практ. конф. 25-26 жовт. 2018 р. Харків, 2018. С. 36–37.

144. Небаба К. С. Енергія проростання і польова схожість сортів гороху в мовах Лісостепу Західного. *2016: зернобобові культури та соя для сталого розвитку агарного виробництва України*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (присвяченої 80-річчю з дня народження академіка НААН А. О. Бабича), 11-12 серп. 2016 р. Вінниця, 2016. С. 80–81.

145. Небаба К. С. Особливості росту і розвитку рослин гороху посівного в умовах Поділля. *Інноваційні технології в рослинництві*: наукова інтернет-конф. 15 травня 2018 р., Кам’янець-Подільський. 2018. С. 119–120.

РОЗДІЛ 4
ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ СОРТІВ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

С. А. Барбер, В. В. Волкогон, Л. М. Доросинський та ін. [11, 30, 66] в своїх дослідженнях доводять, що формування симбіозу між рослинами гороху і бульбочковими бактеріями – це складний, багатоетапний процес, на який впливає значна кількість факторів технологій вирощування культури.

Для доброї активності азотфіксуючих бульбочок необхідні оптимальні умови, насамперед достатня вологість ґрунту на початку вегетації – не менше 50 – 60% від повної вологоємності – та його аерація в зоні формування бульбочок, оскільки бульбочкові бактерії не утворюються в сухому ґрунті [177, 282]. Також важливою умовою є забезпечення рослин гороху мікроелементами, передусім молібденом. Умови фосфорно-калійного живлення теж значною мірою впливають на симбіоз і сприяють підвищенню продуктивності зерна [122, 157, 293].

Існує думка, що застосування азотних добрив пригнічує процес азотфіксації. Це пояснюють тим, що рослини переходять на засвоєння мінерального азоту і бульбочки не утворюються. В. Ф. Камінський, В. В. Лихочвор, М. І. Бахмат, С. П. Дворецька, [17, 92, 96, 131] зауважують, що азот мінеральних добрив є інгібітором азотфіксації. Навіть мінімальні дози азотних добрив можуть негативно впливати на формування симбіотичного апарату. Тому вивчення впливу невеликих доз N_{15}, N_{30} та N_{45} на інтенсивність формування фізіологічних бобово-ризобіальних систем для рослин гороху посівного в умовах Лісостепу Західного є актуальним питанням.

4.1. Динаміка утворення бульбочок у рослин гороху посівного залежно від технологічних прийомів вирощування

Процес біологічної азотфіксації на головному та бічних коренях у гороху розпочинається у мікростадіях ВВСН 12-13 (2 – 3 справжніх листки із прилистками і вусиками, що розпустилися), досягає максимуму в мікростадіях ВВСН 61-70 (початок цвітіння, 10% квіток відкриті – кінець цвітіння) та закінчується до початку наливу зерна. За цей період рослини можуть зафіксувати від 100 до 200 кг/га атмосферного азоту. Засвоєний біологічний азот виноситься урожаєм зерна, проте 23-40% азоту все ж залишається у ґрунті разом із органічними рештками рослин [2, 296].

Доведено, що на початкових фазах азотфіксація відбувається повільно, але до фази повного цвітіння активність та сира маса кореневих бульбочок стає максимальною [158, 272].

Наші дослідження показали, що живлення мінеральними добривами у комплексі з регуляторами росту позитивно впливає на активність процесу формування симбіотичного апарату.

Вивчаючи дію та взаємодію фосфорно-калійних добрив у дозі $P_{30}K_{45}$ (контроль), ми помітили, що бульбочкові бактерії почали з’являтися на коренях рослин гороху в мікростадіях ВВСН 12-13, чого не було на варіантах удобрення з азотом. Впродовж 2016 – 2018 рр. менш активно бульбочки формувалися на кореневій системі гороху посівного на варіантах з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$ та $N_{45}P_{30}K_{45}$, а після обприскування регуляторами росту рослин у фазі бутонізація – цвітіння (мікростадії ВВСН 55-65) кількість бульбочок суттєво зростала на коренях рослин досліджуваних сортів гороху посівного.

Не всі бульбочкові бактерії, котрі формуються на коренях рослин, є азотфіксуючими, тобто активними. Якщо вони мають рожеве забарвлення, то їх можна віднести до групи активних. Якщо ж бульбочки зеленкуватого або сірого кольору, то азотфіксація в них не відбувається.

Упродовж 2016 – 2018 рр. у мікростадіях ВВСН 51-59 на контрольному варіанті ($P_{30}K_{45}$) та без обприскування регуляторами росту загальна кількість бульбочок у сорту Готівський становила 36,0 шт./рослину, Чекбек – 44,9 шт./рослину та Фаргус – 33,7 шт./рослину, з них активних було 15,1 шт./рослину, 21,4 шт./рослину та 12,2 шт./рослину відповідно (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Кількість кореневих бульбочок на рослинах гороху залежно від технологічних заходів, шт./рослину (середнє за 2016-2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінераль-них добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Фаза розвитку (за шкалою) ВВСН					
			51-59		60-69		70-79	
			$\sum_з$	$\sum_а$	$\sum_з$	$\sum_а$	$\sum_з$	$\sum_а$
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Готівський (контроль)	$P_{30}K_{45}$ (к)*	Без обр. (к)	36,0	15,1	39,9	16,2	9,1	2,9
		ПлантаПег	38,4	16,4	41,6	17,0	10,0	3,7
		Емістим С	39,2	17,1	42,1	17,4	10,2	4,1
		Вимпел	40,1	17,8	42,6	17,9	10,7	4,4
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	35,4	14,1	39,0	15,8	8,7	2,5
		ПлантаПег	37,7	15,9	41,0	17,2	10,3	3,8
		Емістим С	38,6	16,5	42,2	17,8	10,7	4,2
		Вимпел	39,1	17,1	43,0	18,4	11,2	4,6
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	34,1	15,8	38,4	15,2	8,2	2,2
		ПлантаПег	35,9	18,8	40,9	17,4	10,5	3,9
		Емістим С	37,1	20,3	42,4	18,2	11,1	4,6
		Вимпел	39,0	22,0	43,2	19,1	11,6	5,4
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	32,7	14,6	37,7	14,4	7,5	1,9
		ПлантаПег	34,9	16,9	39,8	16,4	9,1	3,4
		Емістим С	36,1	18,3	40,5	17,6	10,1	4,0
		Вимпел	37,7	19,6	41,7	18,2	10,9	4,3
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	44,9	21,4	48,6	20,8	11,0	4,0
		ПлантаПег	46,5	23,0	50,5	21,8	11,6	4,9
		Емістим С	47,0	23,5	51,0	22,3	12,1	5,3
		Вимпел	47,6	24,1	51,5	22,6	12,6	5,6

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Чекбек	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	44,1	20,6	47,9	20,3	10,4	3,7
		ПлантаПег	46,1	22,6	49,8	21,8	12,2	5,1
		Емістим С	47,3	23,5	50,5	22,3	12,8	5,8
		Вимпел	48,0	24,2	51,9	22,8	12,9	6,2
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	43,1	19,7	47,1	19,9	10,1	3,3
		ПлантаПег	45,5	21,5	49,5	21,7	13,1	5,5
		Емістим С	46,2	22,3	50,8	22,7	13,6	5,9
		Вимпел	47,1	23,3	52,2	23,4	13,9	6,5
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	42,2	18,9	46,4	19,1	9,2	2,9
		ПлантаПег	44,0	20,3	48,5	20,8	11,9	4,0
		Емістим С	45,0	21,6	49,0	21,7	12,6	4,6
		Вимпел	45,9	21,9	49,7	22,6	12,9	4,9
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	33,7	12,2	38,4	13,7	8,3	2,6
		ПлантаПег	36,0	13,3	40,1	14,4	9,1	3,4
		Емістим С	36,7	13,8	40,6	14,8	9,3	3,9
		Вимпел	37,6	14,4	41,1	15,2	9,7	4,2
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	33,2	11,4	37,6	13,4	7,9	2,4
		ПлантаПег	35,3	12,8	39,5	14,6	9,4	3,7
		Емістим С	36,2	13,4	40,7	15,1	9,8	4,1
		Вимпел	36,6	13,8	41,4	15,6	10,2	4,9
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	31,9	12,8	37,0	12,9	7,6	2,3
		ПлантаПег	33,7	15,2	39,4	14,7	8,9	3,9
		Емістим С	34,7	16,4	40,9	15,4	10,0	4,6
		Вимпел	36,5	17,8	41,6	16,2	10,6	5,4
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	30,6	11,8	36,4	12,3	6,8	1,9
		ПлантаПег	32,7	13,7	38,3	13,9	8,3	3,3
		Емістим С	33,8	14,8	39,0	14,9	9,2	3,9
		Вимпел	35,3	15,9	40,2	15,5	9,9	4,4
		НІР $_{0,5}$ фактор А	*0,68*	*0,85*	*0,70*	*0,42*	*0,24*	*0,18*
		НІР $_{0,5}$ фактор В	*0,79*	*0,99*	*0,80*	*0,48*	*0,28*	*0,22*
		НІР $_{0,5}$ фактор С	*0,79*	*0,99*	*0,80*	*0,48*	*0,28*	*0,22*

Примітка * - $\sum_з$ - зальна кількість бульбочок, $\sum_а$ – кількість активних бульбочок; (к) - контроль

Обприскування посівів регуляторами росту позитивно впливало на розвиток та формування нодуляційного апарату (краще утворення бульбочок

на коренях рослин гороху) і, як наслідок, його активне функціонування. Загальна кількість бульбочок збільшувалася, а відповідно збільшувалася й кількість активних бульбочок їхні розміри, як порівняти з контролем. На варіанті удобрення $P_{30}K_{45}$ та регулятора росту ПлантаПег показники загальної кількості бульбочок були наступними: у сорту Готівський – 38,4 шт./рослину, Чекбек – 46,5 шт./рослину та Фаргус – 36,0 шт./рослину. Щодо активних бульбочок, то ці показники відповідно становили 16,4, 23,0 та 13,3 шт./рослину. За дії регулятора Емістим С загальна кількість бульбочок зростала до 39,2 шт./рослину для сорту Готівський, 47,0 шт./рослину для сорту Чекек та 36,7 шт./рослину для сорту Фаргус, з них рожевих відповідно було 17,1, 23,5 та 13,8 шт./рослину. Після обприскування посівів регулятором росту Вимпел показники загальної кількості бульбочок для сорту Готівський сягали 40,1 шт./рослину, Чекбек – 47,6 шт./рослину та Фаргус – 37,6 шт./рослину.

На варіантах підживлення зі збільшенням дози азоту N_{15}, N_{30} та N_{45} загальна кількість бульбочок зменшувалась в середньому на 1,5 – 5,4%, зокрема активних – на 5,6 – 7,8% залежно від сорту, як порівняти з контрольним варіантом. Проте після обприскування рослин регуляторами росту ці показники зростали. Найбільше значення загальної та активної кількості бульбочок на коренях рослин гороху посівного зафіксовано на варіантах із внесенням регулятору росту Вимпел у сорту Чекбек. На варіанті удобрення $N_{15}P_{30}K_{45}$ + Вимпел для цього сорту загальна кількість бульбочок була 48,0 шт./рослину, зокрема 24,2 шт./рослину – активних. Для сорту Готівський ці показники становили відповідно 39,1 шт./рослину та 17,1 шт./рослину, а для сорту Фаргус – 36,2 шт./рослину та 13,8 шт./рослину. Поєднання $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регуляторів росту сприяло зменшенню кількості бульбочок на коренях гороху, в середньому на 0,1 – 1,1 шт./рослину, залежно від сорту та регулятора.

У мікростадіях ВВСН 60-69 (через 10 днів після обприскування регуляторами росту) нами зафіксовано найбільшу загальну кількість бульбочок у сорту гороху Чекбек – 51,9 шт./рослину, з них активних –

22,8 шт./рослину, за внесення добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ у поєднані з регулятором росту Вимпел. На цьому ж варіанті удобрення у сортів Готівський та Фаргус загальна кількість бульбочок становила 43,0 шт./рослину та 41,4 шт./рослину, активних – 18,4 та 15,6 шт./рослину відповідно. Максимальна кількість загальних та кількість активних бульбочок зафіксовано на коренях гороху у варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту – 39,4 – 52,2 шт./рослину, залежно від сорту та регулятора. Застосування мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{30}K_{45}$ та регуляторів росту рослин не сприяло збільшенню загальної кількості та кількості активних бульбочок у сортів гороху посівного, а, навпаки, зменшувало. Поєднання зазначених доз мінеральних добрив та регулятора росту ПлантаПег, як порівняти з контролем (без регулятора), збільшило показник загальної кількості бульбочок в середньому на 1,9 – 2,1 шт./рослину для усіх трьох сортів. А обприскування посівів гороху посівного біорегулятором Емістим С за цієї ж дози добрив забезпечило наступні показники: у гороху сорту Готівський – 41,7 шт./рослину, у сорту Чекбек – 49,0 шт./рослину та сорту Фаргус – 39,9 шт./рослину. Водночас, кількість рожевих бульбочок на коренях рослин була наступною: 17,6, 21,7 та 14,9 шт./рослину відповідно. Регулятор росту Вимпел спрацював найкраще – кількість загальних бульбочок коливалася від 40,2 до 49,7 шт./рослину, активних – від 15,5 до 22,6 шт./рослину. Проте збільшення доз азотних добрив призводило до зменшення азотфіксуючих бульбочок в середньому на 8,5 – 10,5%.

Нами встановлений позитивний вплив регуляторів росту на загальну кількість бульбочок та їхню активність у мікростадіях ВВСН 71-79. На цьому етапі розвитку кількість бульбочок у бобових рослин суттєво зменшується, відповідно знижується їхня активність, а рістрегулятори помітно збільшують їхню кількість в усіх трьох досліджуваних сортів. Якщо на контрольному варіанті живлення ($P_{30}K_{45}$) у сорту Готівский (контроль) було 2,9 шт./рослину рожевих бульбочок за загальної кількості 9,1 шт./рослину, то після застосування регуляторів росту Вимпел, Емістим С, ПлантаПег показники

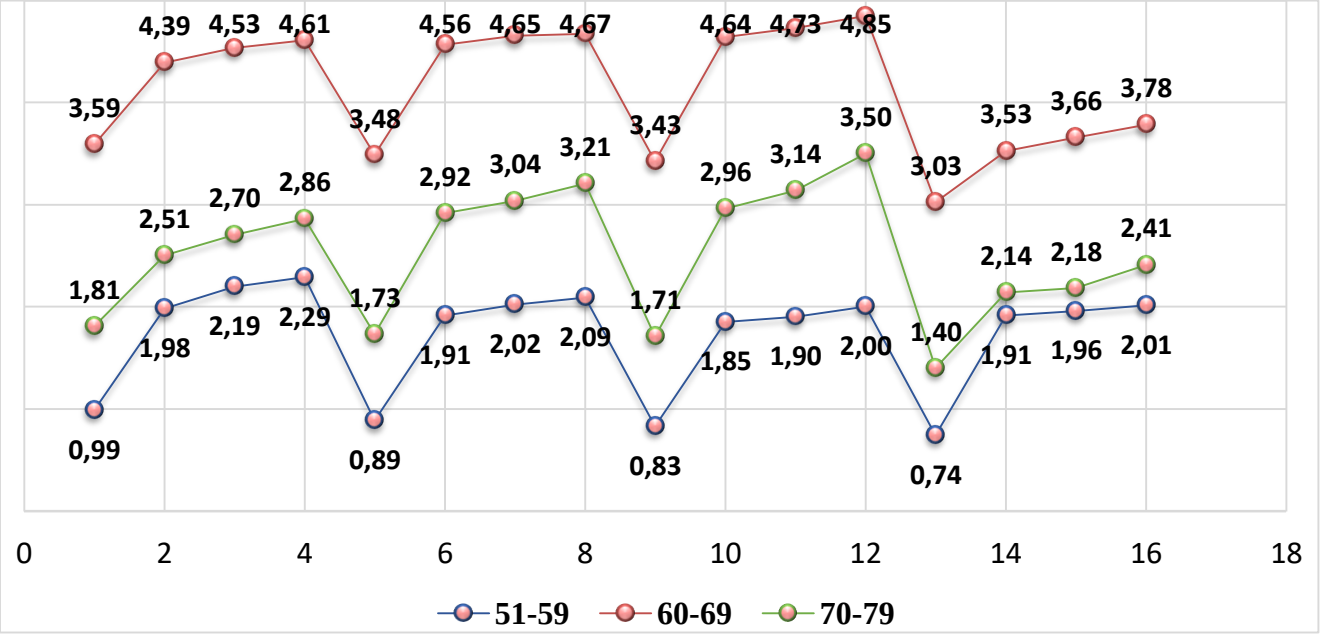
були наступними: 4,4 шт./рослину за загальної кількості 10,7, 4,1 шт./рослину за загальної кількості 10,2 шт./рослину та 3,8 шт./рослину за загальної кількості 10,0 шт./рослину відповідно. Для сорту Чекбек ці показники збільшилася в середньому на 15,9 – 20,1%, а у сорту Фаргус, навпаки, зменшувалися на 7,9 – 9,0%, залежно від регулятора росту. На варіантах удобрення різними дозами азоту (N_{15}, N_{30} та N_{45}) та без обприскування рослин регуляторами росту кількість бульбочок зменшувалася в середньому на 1,9 – 2,5 шт./рослину, залежно від сорту. Зауважимо, що рістрегулятори подовжували формування нодуляційного апарату у мікростадіях ВВСН 71-79. Так, найвищі показники були у сорту Чекбек на варіанті $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел, де загальна кількість бульбочок становила 13,3 шт./рослину, з них 6,0 шт./рослину були активними. Дещо меншими ці показники були у сорту Готівський – 11,3 шт./рослину, з них активних – 5,4 шт./рослину, а у сорту Фаргус загальна кількість бульбочок на цьому ж варіанті підживлення була найменшою – 10,3 шт./рослину, з них активних 5,0 шт./рослину. Нами встановлено зменшення загальної кількості та, відповідно, кількості активних бульбочок за збільшення дози азоту до N_{45}. На цьому варіанті відсоток активних бульбочок коливався в межах 25,6 – 49,4, залежно від сорту та дії регуляторів росту рослин.

Не менш важливим показником для вивчення ефективності бобово-ризобіального симбіозу є загальна маса бульбочок та маса активних бульбочок на коренях рослин гороху.

Упродовж трьох років досліджень нами встановлена тенденція до суттєвого збільшення маси бульбочок до мікростадії ВВСН 60-69, але потім до мікростадій ВВСН 70-79 їхня маса дещо зменшувалася. Обприскування рослин гороху препаратами ПлантаПег, Емістим С та Вимпел мало позитивний вплив на симбіотичний апарат досліджуваних сортів гороху посівного.

У мікростадіях ВВСН 51-59, в середньому за три роки, найменшими показниками загальної маси бульбочок характеризувався варіант удобрення

$P_{30}K_{45}$ без застосування регуляторів росту. Для гороху сорту Готівський, який був контрольним, загальна маса кореневих бульбочок була 0,99 г/10 рослин, для сорту Чекбек – 1,33 г/10 рослин та Фаргус – 0,63 г/10 рослин. Із збільшенням доз азотних добрив ці показники зменшувалися в середньому на 0,20 – 0,32 г/10 рослин, залежно від сорту, але після обприскування рослин регуляторами росту загальна маса та маса активних бульбочок зростала (рис. 4.1.).



Примітка до рис. 4.1., 4.2.; 4.3.* - **1.** $P_{30}K_{45}$ + без обробки (контроль); **2.** $P_{30}K_{45}$ + ПлантаПег; **3.** $P_{30}K_{45}$ + Емістим С; **4.** $P_{30}K_{45}$ + Вимпел; **5.** $N_{15}P_{30}K_{45}$ + без обробки; **6.** $N_{15}P_{30}K_{45}$ + ПлантаПег; **7.** $N_{15}P_{30}K_{45}$ + Емістим С; **8.** $N_{15}P_{30}K_{45}$ + Вимпел; **9.** $N_{30}P_{30}K_{45}$ + без обробки; **10.** $N_{30}P_{30}K_{45}$ + ПлантаПег; **11.** $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Емістим С; **12.** $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел; **13.** $N_{45}P_{30}K_{45}$+ без обробки; **14.** $N_{45}P_{30}K_{45}$ + Плантапег; **15.** $N_{45}P_{30}K_{45}$ + Емістим С; **16.** $N_{45}P_{30}K_{45}$ + Вимпел

Рис. 4.1. Загальна маса бульбочок у рослин гороху сорту Готівський (к) залежно від технологічних заходів, г/10 рослин (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Зокрема, на варіантах удобрення $N_{15}P_{30}K_{45}$ + регулятори росту рослин показники загальної маси бульбочок для сорту Готівський коливалися в межах 1,91 – 2,09 г/10 рослин, сорту Чекбек – 2,45 – 2,49 г/10 рослин, сорту Фаргус – 1,63– 1,80 г/10 рослин, залежно від регулятора росту. Максимальні значення маси бульбочкових бактерій зафіксовані у мікростадіях ВВСН 60-69 на всіх

сортах гороху: Готівський, Чекбек та Фаргус. За внесення мінеральних добрив у дозі $P_{30}K_{45}$ (контроль) загальна маса бульбочок відповідно становила – 3,55 г/10 рослин, 3,82 г/10 рослин та 2,86 г/10 рослин.

Внесення більших доз азоту сприяло зменшенню загальної маси бульбочок на всіх етапах росту гороху. Порівняння контрольного варіанту ($P_{30}K_{45}$) із варіантом додавання азоту у дозі N_{15} кг/га демонструє зменшення цих показників в середньому на 0,11 – 0,55 г/10 рослин, додавання N_{30} кг/га – на 0,25 – 0,45 г/10 рослин, а N_{45}/га – ще на 1,16 – 1,35 г/10 рослин. Застосування регуляторів росту, забезпечило збільшення загальної маси кореневих бульбочок. Найвищим цей показник був на варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел у сорту гороху Чекбек – 5,41 г/10 рослин. Дещо менша загальна маса бульбочок була у сортів Готівський та Фаргус – 4,85 та 4,2 г/10 рослин відповідно (рис. 4.2.).

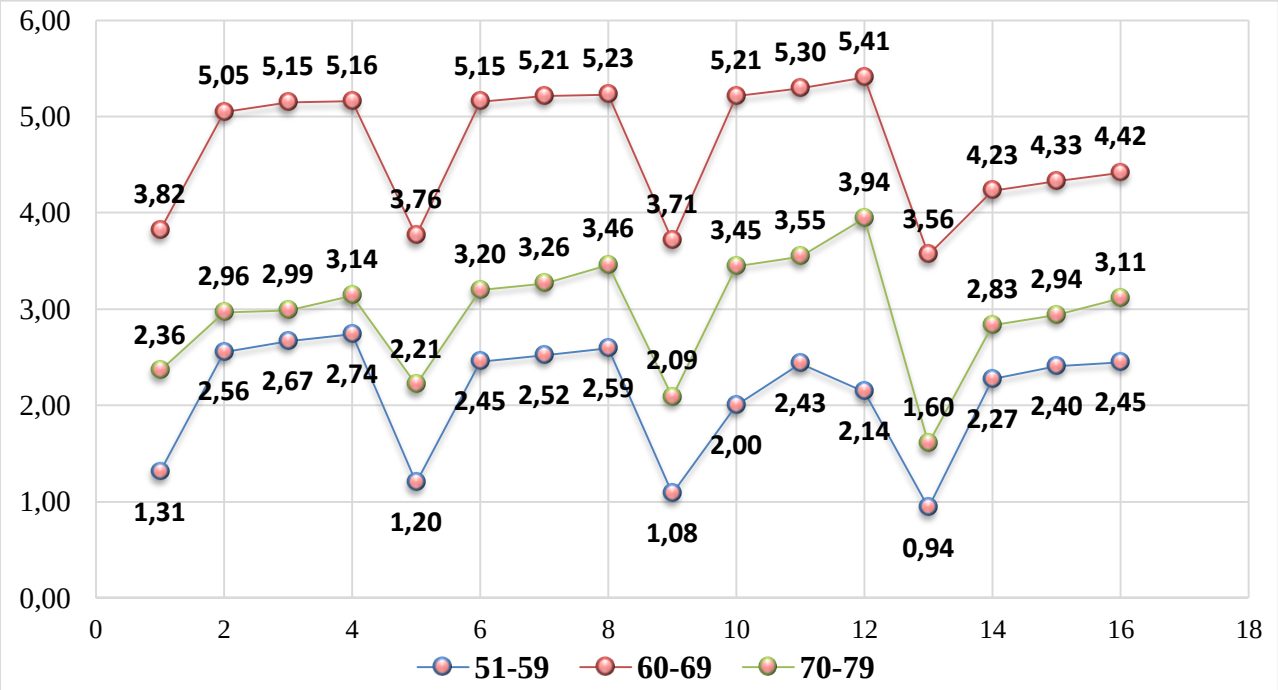
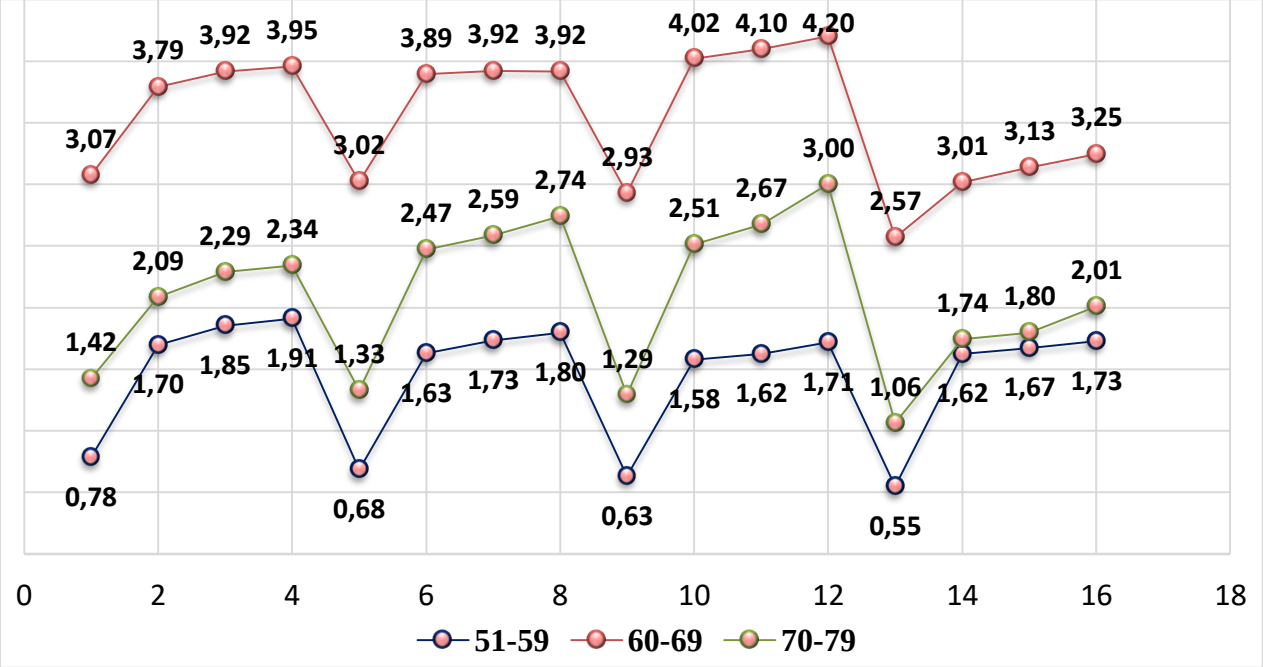


Рис. 4.2. Загальна маса бульбочок у рослин гороху сорту Чекбек залежно від технологічних заходів, г/10 рослин (середнє за 2016 –2018 р.)

Необхідно підкреслити позитивний вплив регуляторів росту на загальну і, відповідно, масу активних бульбочок у фазі розвитку ВВСН 70-79. Під час цього періоду біологічний азот переставав фіксуватися, тому бульбочки

ставали неактивними та відмирали, а їхня маса ставала мінімальною. Отримані результати свідчать, що комплексне застосування $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел у мікростадіях ВВСН 70-79 для сорту Чекбек забезпечило найкращий показник маси бульбочок – 3,50 г/10 рослин. Для сорту Готівський цей показник становив 3,10 г/10 рослин та для сорту Фаргус – 3,00 г/10 рослин (рис. 4.3.).



**НІР 0,5 загальної маси бульбочок у рослин гороху сортів Готівський, Чекбек, Фаргус у мікростадіях ВВСН 51-59 за фактором А «сорт» - 0,08; фактором «В» - 0,09; фактором «С» - 0,09*

Рис. 4.3. Загальна маса бульбочок у рослин гороху сорту Фаргус залежно від технологічних заходів, г/10 рослин (середнє за 2016 – 2018 р.)

Застосування біорегулятора росту Емістим С, за цієї ж дози мінеральних добрив, призвело до зменшення загальної маси бульбочок в середньому на 8,1 – 10,1%, залежно від сорту, а після застосування препарату ПлантаПег отримано найнижчу загальну масу бульбочок для всіх досліджуваних сортів (Чекбек, Готівський та Фаргус) – 2,51 та 2,09 г/10 рослин відповідно.

Важливим показником активної фіксації азоту з повітря бобовими культурами є маса активних бульбочок і тривалість їхнього функціонування.

Рослини гороху, оброблені регуляторами росту, подовжували роботу симбіотичного апарату майже до фізіологічної стиглості.

Відомо, що маса бульбочок на коренях рослин гороху дає можливість оцінити перспективність симбіотичної азотфіксації рослинами даної культури. За рахунок цього бульбочкові бактерії здатні забезпечувати 50-90% потреби рослин в азоті, що сприяє зниженню виробничих витрат та собівартості продукції.

Процеси симбіотичної діяльності досліджуваних сортів гороху оцінювались на основі маси активних бульбочок. Нами встановлено, що впродовж вегетаційного періоду функціонування симбіотичного апарату в сортів гороху було нерівномірним. Маса активних бульбочок, як і маса загальних, зростала до мікростадії ВВСН 59-69 (початок цвітіння та повне цвітіння) і починала зменшуватися у мікростадії ВВСН 71-79 (утворення плодів).

Згідно з результатами досліджень застосування регуляторів росту рослин збільшувало масу активних бульбочок: у сорту гороху Чекбек у мікростадіях ВВСН 51-69 в середньому на 62,2 – 67,7%, Готівський – на 39,4 – 42,7%, у сорту Фаргус – на 34,5-39,6%, як порівняти з варіантом без обробки.

Під час наших досліджень збільшення доз мінерального азоту зменшувало масу бульбочок на варіантах без обприскування регуляторами росту на усіх етапах розвитку гороху. У мікростадії ВВСН 51-59 для сорту-контролю Готівський за удобрення мінеральними добривами у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ цей показник становив 211,6 – 342,8 кг/га, у сорту Чекбек – 245,5 – 407,9 кг/га та Фаргус – 168,4 – 287,0 кг/га, залежно від дії різних регуляторів росту рослин. Дещо меншу масу активних бульбочок у цій фазі росту забезпечив варіант удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ без застосування регуляторів росту. Відповідно показник 201,6 кг/га був у сорту Готівський, 233,2 кг/га – у сорту Чекбек та 159,0 кг/га – у сорту Фаргус. Проте застосування досліджуваних препаратів забезпечило збільшення маси активних бульбочок в середньому на 115,4 – 175,8 кг/га, залежно від сортових ознак культури. Максимальна доза

мінерального азоту N_{45} дещо гальмувала та пригнічувала як утворення бульбочок, так і їхню масу. На варіанті $N_{45}P_{30}K_{45}$ та без обприскування рослин рістрегуляторами показники маси бульбочок у сортів Готівський (контроль), Чекбек та Фаргус були наступними: 201,6 кг/га, 212,4 кг/га та 148,0 кг/га відповідно. Обприскування посівів регуляторами росту в згаданій мікростадії забезпечило позитивний ефект і маса активних бульбочок збільшилися, але показники їхньої маси все одно залишились меншими за контроль.

Подібна тенденція спостерігалась і у мікростадіях ВВСН 61-70, де на контрольних варіантах маса бульбочок з леггемоглобіном зменшувалася зі збільшенням доз мінерального азоту. Після застосування мінеральних добрив у дозі $P_{30}K_{45}$ (контроль) та без застосування регуляторів у сорту Готівський (контроль), маса активних бульбочок становила 218,6 кг/га, у сорту Чекбек – 250,6 кг/га та Фаргус – 173,4 кг/га. На варіантах удобрення, де застосовували регулятори росту, ці показники збільшувалися для сорту Готівський до 68,2 – 100,4 кг/га, Чекбек – до 88,8 – 112,0 кг/га, Фаргус – до 69,4 – 93,8 кг/га, залежно від дії регуляторів росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел.

На ділянках підживлення мінеральними добривами у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ та без внесення згаданих препаратів нами зафіксовано меншу масу активних бульбочок на 5,0 – 5,9% залежно від сорту, як порівняти з контрольним варіантом ($P_{30}K_{45}$).

Проте у мікростадіях ВВСН 61-70 на варіантах удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні із регулятором росту Вимпел була найбільша маса активних бульбочок у рослин сорту гороху Чекбек – 393,6 кг/га, у сорту Готівський – 344,0 кг/га та Фаргус – 293,6 кг/га. На варіанті живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у комплексі з регуляторами Емістим С та ПлантаПег показники визначеної маси бульбочок зменшувалися в середньому на 14,4 – 28,8 кг/га, залежно від сорту. У сортів гороху Готівський (к), Чекбек та Фаргус на варіантах удобрення $N_{45}P_{30}K_{45}$ та без регуляторів росту маса активних бульбочок була меншою, якщо порівняти з контролем ($P_{30}K_{45}$), і становила 172,2 кг/га, 200,4 кг/га та 142,0 кг/га

відповідно. Регулятори росту сприяли збільшенню цих показників, але останні були меншими за контрольний варіант (табл. 4.2.).

Таблиця 4.2.

Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на масу активних кореневих бульбочок гороху посівного, кг/га (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Фаза розвитку (за шкалою) ВВСН		
			51-59	60-70	71-79
			$\sum_a$	$\sum_a$	$\sum_a$
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки (к)	97,2	352,8	88,4
		ПлантаПег	196,8	435,2	138,4
		Емістим С	219,2	453,2	161,6
		Вимпел	230,8	464,8	173,2
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки (к)	86,0	335,6	78,4
		ПлантаПег	189,2	451,2	159,6
		Емістим С	201,6	464,0	176,0
		Вимпел	212,0	473,6	190,0
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки (к)	78,8	324,4	72,1
		ПлантаПег	183,6	459,2	170,0
		Емістим С	188,8	469,6	185,6
		Вимпел	200,4	484,4	203,6
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки (к)	68,4	278,8	57,2
		ПлантаПег	177,6	325,2	115,6
		Емістим С	183,2	341,6	125,2
		Вимпел	190,4	357,6	138,8
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	135,6	382,4	118,8
		ПлантаПег	202,6	509,6	153,2
		Емістим С	215,8	523,2	167,6
		Вимпел	226,5	529,6	183,6
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	121,8	369,2	102,8
		ПлантаПег	190,9	518,4	168,8
		Емістим С	197,8	528,8	183,2
		Вимпел	210,9	539,2	199,6

Продовження таблиці 4.2.

1	2	3	4	5	6
Чекбек	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	108,5	358,0	89,6
		ПлантаПег	170,8	525,2	192,4
		Емістим С	179,4	535,2	204,4
		Вимпел	187,6	550,4	224,8
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	97,2	346,8	78,4
		ПлантаПег	174,1	397,2	145,2
		Емістим С	181,2	412,0	164,3
		Вимпел	185,4	424,8	172,4
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	75,6	301,2	66,8
		ПлантаПег	164,8	374,4	111,3
		Емістим С	181,2	390,0	132,0
		Вимпел	188,8	397,6	136,8
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	64,7	290,0	57,6
		ПлантаПег	157,6	383,2	130,4
		Емістим С	169,2	389,2	144,5
		Вимпел	178,4	395,6	157,2
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	58,8	276,0	52,4
		ПлантаПег	152,8	396,0	139,6
		Емістим С	158,0	405,2	153,2
		Вимпел	168,0	418,0	169,2
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	49,6	235,6	41,3
		ПлантаПег	146,4	276,8	90,8
		Емістим С	152,8	291,6	99,6
		Вимпел	159,6	305,6	112,0
НІР $_{0,5}$ фактор А			*9,29*	*4,62*	*2,94*
НІР $_{0,5}$ фактор В			*10,73*	*5,33*	*3,39*
НІР $_{0,5}$ фактор С			*10,73*	*5,33*	*3,39*

Примітка * - (к) – контроль

Поєднання $N_{45}P_{30}K_{45}$ + ПлантаПег забезпечило масу активних бульбочок у сорту Готівський – 220,4 кг/га, Чекбек – 277,2 кг/га та Фаргус – 183,8 кг/га, проте ці показники були меншими за варіант підживлення $P_{30}K_{45}$ (контроль) + ПлантаПег в середньому на 59,0-66,4 кг/га, залежно від сорту. На ділянках, де застосовували регулятор Емістим С за цієї ж дози мінеральних добрив, показники зростали не суттєво – в середньому на 5,6-6,2%; за дії Вимпелу маса

бульбочок збільшувалася ще на 4,1 – 6,8%, як порівняти з варіантом без обприскування регуляторами росту.

Порівнюючи динаміку нагромадження маси бульбочок у мікростадіях ВВСН 71-79, встановлено суттєве їх зменшення на контрольному варіанті ($P_{30}K_{45}$) та без обприскування рістрегуляторами. Зменшення кількості бульбочок сприяло зменшенню їхньої маси у згаданих мікростадіях. Ці показники коливалися в межах 66,8 – 118,8 кг/га, але після обприскування препаратами ПлантаПег, Емістим С та Вимпел маса активних бульбочок значно збільшувалася – від 169,2 до 224,8 кг/га, залежно від сорту і дії регуляторів росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел.

Наші дослідження встановили, що внесення мінеральних добрив у стартових дозах у поєднанні з регуляторами росту мало позитивний вплив на інтенсивні сорти гороху Готівський, Чекбек та Фаргус в умовах Лісостепу Західного.

4.2. Загальний і активний симбіотичний потенціал гороху посівного залежно від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту

Бобово-ризобіальний симбіоз – унікальне біологічне явище, яке дозволяє бобовим культурам засвоювати атмосферний азот за допомогою бульбочкових бактерій, які розмножуються на коренях зернобобових рослин, зокрема гороху, та активізують метаболічні процеси життєдіяльності рослини [66, 149].

За даними В. В. Калитки [90], зв’язування молекулярного азоту симбіотичними і ґрунтовими діазотрофними мікроорганізмами – єдиний екологічно безпечний і порівняно дешевий шлях забезпечення рослин елементами живлення.

За результатами наших досліджень встановлено, що продуктивність гороху посівного значною мірою залежала від ефективної взаємодії рослини-

господаря та бульбочкових бактерій в оптимальних умовах. Внесення фосфорно-калійних добрив та невеликих доз азотних добрив покращувало біологічну фіксацію азоту, а обприскування рослин регуляторами росту у фазі бутонізації – цвітіння продовжило функціонування червоного пігменту синтезованого леггемоглобіну в бульбочках.

За сприятливих умов симбіотрофного живлення активний симбіотичний потенціал у зернобобових культур може досягати 24-25 тис. одиниць [193]. У період, коли рослини гороху переходять у фазу фізіологічної стиглості, починається автотрофний спосіб живлення, тобто леггемоглобін перетворюється на холеглобін, а азотфіксація у бульбочках завершується.

Загальний симбіотичний потенціал (ЗСП) характеризує стан бобово-ризобіального симбіозу за вегетаційний період. Значення загального симбіотичного потенціалу завжди більші, ніж значення активного, адже тривалість загального симбіозу визначають від появи перших бульбочок на коренях гороху до повного їх розпаду [106].

Тривалість активного функціонування бульбочок на коренях гороху та їхня здатність фіксувати біологічний азот впродовж вегетаційного періоду визначають величину активного симбіотичного потенціалу (АСП), який розраховуємо, помноживши тривалість життя окремих періодів у днях на масу лише активних бульбочок.

Активний симбіотичний потенціал дав змогу нам проаналізувати вплив сортових ознак гороху посівного, живлення мінеральними добривами та регуляторами росту на роботу бобово-ризобіального симбіозу впродовж періоду вегетації.

Як правило, показники загального симбіотичного потенціалу перевищували показники активного симбіотичного потенціалу, адже загальна кількість і маса загальних бульбочок були більшими від кількості і маси активних бульбочок.

Гідротермічні умови за роки досліджень мали суттєвий вплив на загальний і активний симбіотичний потенціал. Надмірна кількість вологи 2018

року негативно вплинула на формування симбіотичного потенціалу – як загального, так і активного. За гідротермічними умовами 2016 – 2017 рр. були більш сприятливими для формування високих показників симбіотичного потенціалу.

Упродовж трьох років досліджень максимальний показник загального симбіотичного потенціалу зафіксований у мікростадіях ВВСН 61-70 (початок цвітіння – кінець цвітіння) після внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ та застосування регулятора росту Вимпел (рис. 4.4).

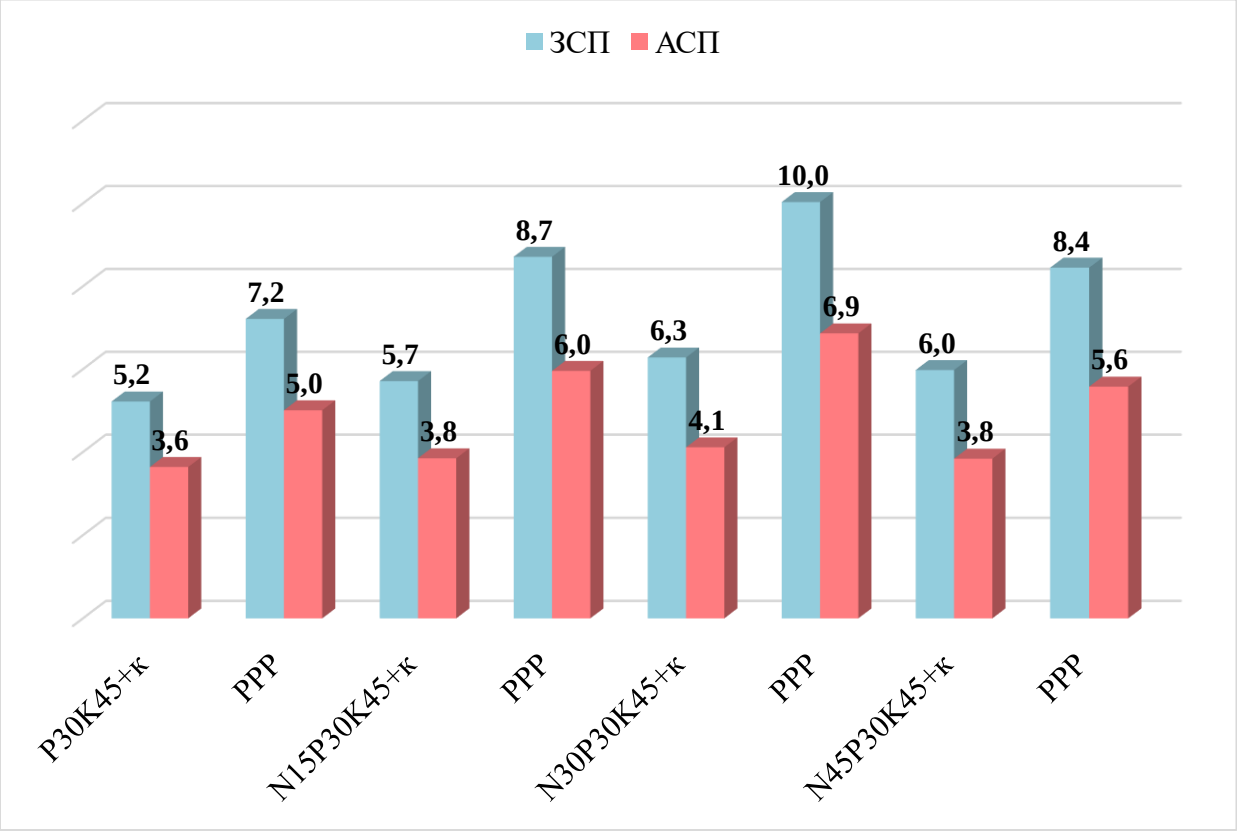


Рис. 4.4. Динаміка загального та активного симбіотичних потенціалів гороху посівного сорту Готівський, кг*діб/га (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Для сорту-контролю Готівський на цьому варіанті живлення показник складав 10,6 тис. кг*діб/га, Фаргус – 10,0 тис. кг*діб/га. За дії цієї ж дози мінеральних добрив та Емістиму С показники зменшилися в середньому на 0,6 – 0,7 тис. кг*діб/га, залежно від сорту та порівняно з варіантом удобрення

+ Вимпел. А після застосування препарату ПлантаПег ці показники були меншими ще на 0,9 – 1,0 тис. кг*діб/га.

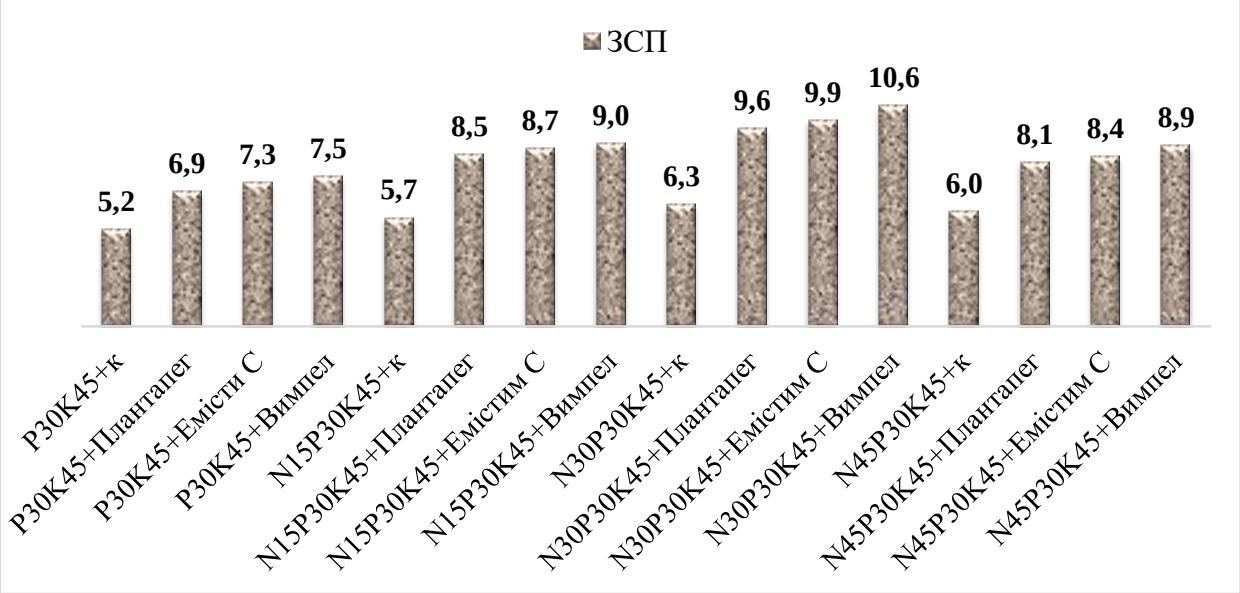


Рис. 4.5. Динаміка загального симбіотичного потенціалу за вегетаційний період, гороху посівного сорту Готівський (к), тис. кг*діб/га (середнє за 2016 – 2018 рр.)

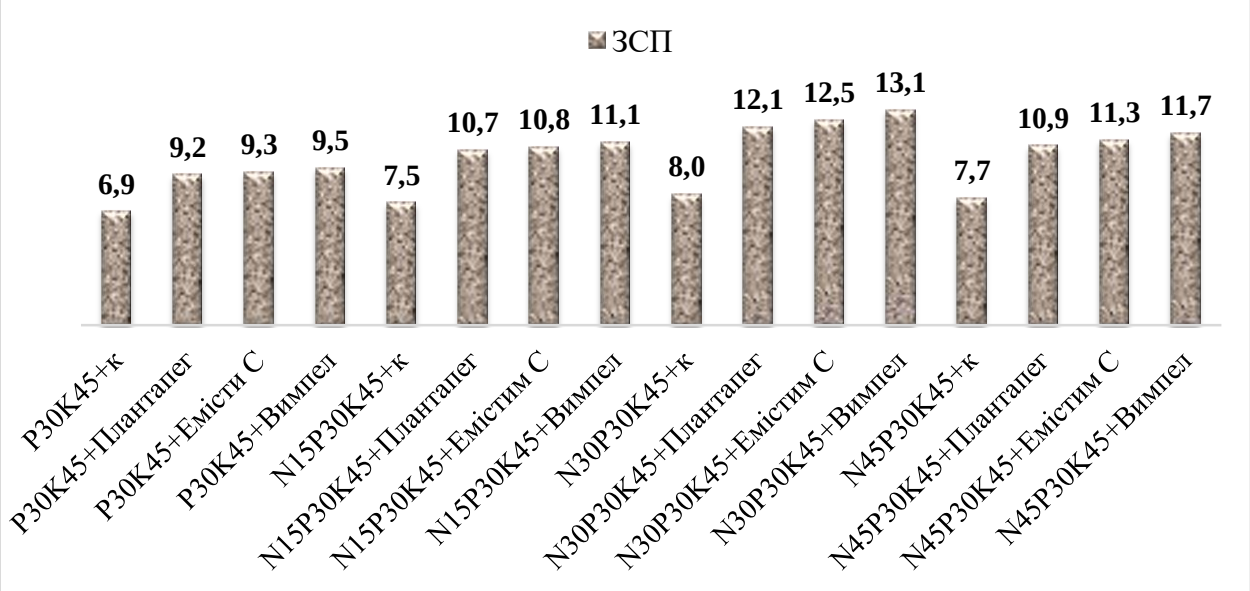


Рис. 4.6. Динаміка загального симбіотичного потенціалу за вегетаційний період, гороху посівного сорту Чекбек, тис. кг*діб/га (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Удобрення мінеральними добривами у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ сприяло зменшенню показників загального симбіотичного потенціалу, але порівняно з варіантом $N_{30}P_{30}K_{45}$, але якщо порівнювати з варіантом без азоту ($P_{30}K_{45}$), ці

показники були вищими. На варіанті $N_{15}P_{30}K_{45}$ + контроль (без обприскування регуляторами росту) ми зафіксували від 5,1 до 7,5 тис. кг*діб/га, залежно від сорту гороху. Дія різних регуляторів росту підвищувала рівень загального симбіотичного потенціалу для усіх досліджуваних сортів гороху посівного. У сорту Готівський показники становили 8,5 – 9,0 тис. кг*діб/га, Чекбек – 10,7 – 11,1 тис. кг*діб/га та Фаргус – 7,9 - 8,5 тис. кг*діб/га.

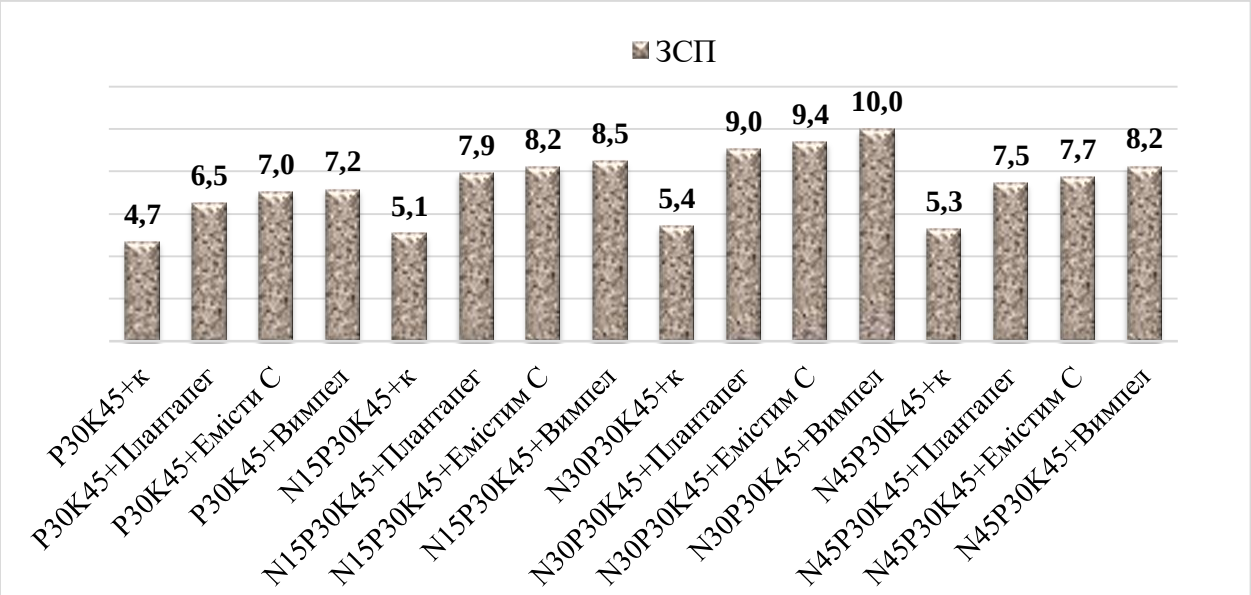


Рис. 4.7. Динаміка загального симбіотичного потенціалу за вегетаційний період, гороху посівного сорту Фаргус, тис. кг*діб/га (середнє за 2016 – 2018 рр.)

За результатами проведених досліджень встановлено, що найвищі дози мінерального азоту N_{45} негативно впливали на рівень загального симбіотичного потенціалу, тобто спостерігалося пригнічення бульбочок та зниження симбіотичних потенціалів. На варіанті підживлення $N_{45}P_{30}K_{45}$ та без регуляторів росту ЗСП у сорту Готівський показник складав 6,0 тис. кг*діб/га, Чекбек – 7,7 тис. кг*діб/га та Фаргус – 5,3 тис. кг*діб/га, що лише на 0,7 – 0,8 тис. кг*діб/га більше за варіант $P_{30}K_{45}$ (контроль). Після обприскування рослин регуляторами росту ці показники збільшилися в середньому на 35-55%, що вище аніж на контрольному варіанті на 21-22%.

Наші дослідження засвідчили позитивний вплив технологічних заходів на інтенсивне формування коренів рослин гороху та утворення леггемоглобіну

на бульбочках в усіх досліджуваних сортів гороху, внаслідок чого зростала величина АСП.

Таку ж тенденцію відмічено щодо збільшення показників активного симбіотичного потенціалу за стартових доз мінерального азоту, а також зменшення цих показників за збільшення доз азоту (N_{45}).

У мікростадіях ВВСН 51-59 (бутонізація – початок цвітіння) на варіантах удобрення $P_{30}K_{45}$ (контроль) та без обприскування регуляторами росту показники АСП становили 892,0, 1294,9 та 711,2 кг*діб/га – у сортів Готівський, Чекбек, Фаргус відповідно (табл. 4.2).

Таблиця 4.3.

Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на активний симбіотичний потенціал в онтогенезі гороху посівного, кг*діб/га (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінераль-них добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Фаза розвитку (за шкалою) ВВСН			Разом за вегетацій-ний період
			51-59	60-69	70-79	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Готівський (контроль)	$P_{30}K_{45}$ (к)*	Без обробки (к)	892,0	2186,0	309,4	3611,8
		ПлантаПег	1264,0	2868,0	553,6	4685,6
		Емістим С	1344,8	3072,0	646,4	5065,2
		Вимпел	1391,2	3190,0	692,8	5274,0
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1058,0	2285,8	313,6	3862,4
		ПлантаПег	1601,0	3359,4	718,2	5678,6
		Емістим С	1664,0	3520,0	792,0	5976,0
		Вимпел	1714,0	3649,8	855,0	6218,8
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1209,6	2378,4	324,0	4113,6
		ПлантаПег	1928,4	3775,2	850,0	6553,6
		Емістим С	1975,2	3931,2	928,0	6834,4
		Вимпел	2054,4	4128,0	1018,0	7200,4
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1160,9	2238,6	286,0	3917,8
		ПлантаПег	1634,1	2865,2	635,8	5260,8
		Емістим С	1712,1	3034,2	688,6	5566,6
		Вимпел	1781,0	3226,6	763,4	5908,0

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без оброки	1294,9	2756,6	475,2	4766,7
		ПлантаПег	1940,5	3733,4	761,4	6435,2
		Емістим С	2007,5	3887,4	826,2	6721,0
		Вимпел	2049,3	3988,6	880,2	6918,1
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1472,9	2832,0	462,6	4983,7
		ПлантаПег	2319,8	4195,2	904,0	7419,0
		Емістим С	2377,9	4344,0	976,0	7697,9
		Вимпел	2447,1	4504,8	1058,0	8009,9
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1632,6	2909,4	448,0	5189,9
		ПлантаПег	2702,0	4742,4	1124,2	8568,6
		Емістим С	2761,6	4885,4	1190,2	8837,2
		Вимпел	2862,9	5116,8	1302,4	9282,0
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1699,3	2805,6	367,4	5068,2
		ПлантаПег	2468,8	3880,8	864,6	7214,2
		Емістим С	2591,9	4096,4	952,6	7640,8
		Вимпел	2671,2	4264,4	1014,2	7949,8
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	711,2	1734,0	267,2	3267,8
		ПлантаПег	1078,4	2428,0	444,8	4490,4
		Емістим С	1142,4	2610,0	594,0	4917,6
		Вимпел	1172,8	2672,0	615,6	5046,8
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	842,0	1799,6	259,2	3388,8
		ПлантаПег	1352,0	2824,8	652,0	5369,6
		Емістим С	1396,0	2937,0	724,0	5615,4
		Вимпел	1435,0	3040,4	786,0	5835,4
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	954,0	1860,0	262,0	3483,2
		ПлантаПег	1646,4	3213,6	767,8	6176,6
		Емістим С	1689,6	3350,4	842,6	6445,8
		Вимпел	1758,0	3523,2	930,6	6797,8
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1013,6	1804,4	247,2	3407,6
		ПлантаПег	1481,2	2389,4	544,8	4838,6
		Емістим С	1555,4	2542,8	597,6	5140,2
		Вимпел	1628,2	2714,4	672,0	5479,8
НІР $_{0,5}$ фактор А			*1,53*	*1,98*	*1,79*	*0,07*
НІР $_{0,5}$ фактор В			*1,77*	*2,29*	*2,07*	*0,08*
НІР $_{0,5}$ фактор С			*1,77*	*2,29*	*2,07*	*0,08*

*Примітка * - (к) – контроль*

Збільшення дози мінерального азоту $N_{15}P_{30}K_{45}$ сприяло зростанню показників активного симбіотичного потенціалу і на варіанті без регуляторів росту (контроль) він становив для сорту Готівський – 1058,0 кг*діб/га, Чекбек

– 1472,9 кг*діб/га і Фаргус – 842,0 кг*діб/га. Після обприскування посівів регуляторами росту показники активного симбіотичного потенціалу збільшувалися в середньому на 543,0 – 656,0 кг*діб/га для сорту-контроль Готівський, на 846,9 – 974,2 кг*діб/га для сорту Чекбек, на 593,0 – 690,0 кг*діб/га для сорту Фаргус.

Максимальні показники активного та загального симбіотичного потенціалу, як і загального, були на варіанті підживлення мінеральними добривами у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$. Найкраще себе на цьому варіанті проявили рослини гороху сорту Чекбек після дії синтетичного регулятора Вимпел – 2862,9 кг*діб/га, дещо меншими були показники у сорту Готівський – 2054,4 кг*діб/га, а найменшими у сорту гороху Фаргус – 1758,0 кг*діб/га. Після обприскування препаратами Емістим С та ПлантаПег активний симбіотичний потенціал для усіх сортів зменшився в середньому на 111,6 – 160,9 кг*діб/га.

Нами встановлено, що впродовж вегетаційного періоду функціонування симбіотичного апарату мало нерівномірний характер. Маса та кількість бульбочок, загальний та симбіотичний потенціали зростали до мікростадії ВВСН 61-70 і починала знижуватись у мікростадіях ВВСН 71-79. Тому в середньому за 2016 – 2018 рр. найвищі показники активного симбіотичного потенціалу були отримані у мікростадіях ВВСН 61-70 (перші квіти розкриті – кінець цвітіння) для усіх трьох сортів гороху посівного.

На ділянках удобрення $N_{15}P_{30}K_{45}$ активний симбіотичний потенціал збільшувався у сорту Чекбек на 75,4 – 516,2 кг*діб/га, Готівський – на 99,8 – 459,8,0 кг*діб/га, та Фаргус – на 65,6 – 368,4 кг*діб/га, якщо порівняти з контрольним варіантом без азоту, залежно від дії регуляторів росту. Після внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ ці показники сягали максимального значення та збільшувалися ще на 77,4 – 612,0 кг*діб/га у сорту Чекбек, 92,6 – 487,2 кг*діб/га у сорту Готівський та на 60,4 – 482,8 кг*діб/га у сорту Фаргус. За дії мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{30}K_{45}$ формування величини активного симбіотичного потенціалу

зменшувалася, порівняно з попередніми варіантами удобрення, але ці показники були дещо вищими, за контрольний варіант. Так, у сорту Готівський ці показники коливалися в межах 2238,6 – 3226,6 кг*діб/га, Чекбек 2805,6 – 4264,4 кг*діб/га та Фаргус 1804,4 – 2714,4 кг*діб/га, залежно від препаратів ПлантаПег, Емістим С та Вимпел.

4.3. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на симбіотичну продуктивність посівів гороху посівного

Невід'ємною особливістю всіх бобових культур є біологічна фіксація атмосферного азоту, який накопичується в ґрунтах під час взаємодії рослини з бактеріями. За відсутності активних симбіонтів рослини гороху не здатні засвоювати атмосферний азот, в таких випадках рослина активно використовує азот з ґрунту. Відомо, що біологічний азот забезпечує покращення врожайності сільськогосподарських культур та збереження родючості ґрунтів [181, 236].

Зауважимо, що за комфортних умов розміри симбіотичної азотфіксації рослинами гороху на одному гектарі можуть сягати 100 – 200 кг біологічного азоту [59, 134, 216, 281]. В. Ф. Петриченком, А. О. Бабичем та ін. [9] доведено – засвоєний азот виноситься з урожаєм, але 25-40% його залишається в ґрунті з органічними рештками, збільшуючи в ньому вміст гумусу та азоту.

Вивчення фіксації біологічного азоту бобовими культурами під час застосування різних технологічних прийомів – досить актуальне питання сьогодення, спрямоване на покращення ефективності вирощування сільськогосподарських культур [140].

Спостереження за розвитком кореневих бульбочок, їхньою масою, а згодом – загального та активного симбіотичних потенціалів дає змогу розрахувати біологічно фіксований азот. Кількість біологічно фіксованого азоту – добуток активного симбіотичного потенціалу та питомої активності

симбіозу. Питома активність симбіозу (ПАС) – це кількість азоту повітря, що фіксується одним кілограмом сирих бульбочок за добу [75].

Формування активного симбіотичного апарату в наших дослідженнях залежало від різних доз мінеральних добрив, регуляторів росту рослин та сортових особливостей гороху. Аналіз показників питомої активності симбіозу впродовж 2016 – 2018 років засвідчив, що цей період супроводжували оптимальні умови для фіксації біологічного азоту. За згаданими показниками найкраще себе показав сорт гороху Чекбек, порівняно з сортами Готівський (який був контрольним) та Фаргус. На контрольному варіанті у сорту Готівський 2016 року величина питомої активності симбіозу становила 28,5 кг/га, у сорту Чекбек – 36,1 кг/га та Фаргус – 24,6 кг/га. Із збільшенням доз мінеральних добрив від N_{15} до N_{30} інтенсивність біологічної фіксації азоту збільшувалася на 1,2 – 3,0 кг/га, залежно від сорту (табл. 4.3.).

Таблиця 4.4.

Вплив регуляторів росту на кількість біологічно фіксованого азоту повітря сортами гороху посівного, кг/га (за 2016 – 2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Роки			Середнє
			2016	2017	2018	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Готівський (контроль)	$P_{30}K_{45}$ (к)*	Без обробки (к)	28,5	30,7	24,6	28,3
		ПлантаПег	36,4	40,0	30,4	35,6
		Емістим С	39,3	43,6	32,2	38,4
		Вимпел	40,7	44,9	34,0	39,9
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	29,3	33,1	25,1	29,1
		ПлантаПег	43,3	48,9	36,4	42,9
		Емістим С	45,6	51,2	38,3	45,0
		Вимпел	47,8	52,7	40,0	46,9
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	30,9	35,3	26,6	31,0
		ПлантаПег	49,8	55,7	42,2	49,2
		Емістим С	52,1	57,9	43,9	51,3
		Вимпел	55,4	60,1	46,4	54,0
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	29,7	34,7	23,0	28,9
		ПлантаПег	40,4	46,7	32,0	39,7
		Емістим С	42,7	49,1	34,1	41,9
		Вимпел	45,2	51,7	36,6	44,5

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	36,1	40,1	30,3	35,5
		ПлантаПег	47,7	51,0	37,8	45,5
		Емістим С	50,2	52,3	40,2	47,6
		Вимпел	51,7	54,0	41,9	49,2
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	37,1	42,6	31,4	37,0
		ПлантаПег	54,5	58,6	44,7	52,6
		Емістим С	56,2	61,1	46,3	54,5
		Вимпел	58,9	63,2	48,3	56,8
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	38,1	44,9	32,1	38,4
		ПлантаПег	62,3	66,7	51,6	60,2
		Емістим С	64,3	69,0	53,1	62,1
		Вимпел	67,5	72,3	55,8	65,2
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	36,8	40,6	31,8	36,4
		ПлантаПег	51,8	57,3	43,9	51,0
		Емістим С	54,1	59,9	47,5	53,8
		Вимпел	56,7	61,8	49,4	56,0
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	24,6	29,5	23,5	25,9
		ПлантаПег	36,2	40,2	30,0	35,5
		Емістим С	39,6	44,5	32,5	38,8
		Вимпел	40,3	45,9	33,3	39,8
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	25,5	30,3	24,5	26,7
		ПлантаПег	42,5	48,3	36,0	42,3
		Емістим С	44,6	50,0	37,9	44,2
		Вимпел	46,4	51,7	39,4	45,8
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	26,2	30,8	25,0	27,3
		ПлантаПег	48,9	54,9	41,2	48,4
		Емістим С	51,2	57,2	42,8	50,4
		Вимпел	54,2	59,0	45,1	52,8
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	25,2	29,9	24,6	26,6
		ПлантаПег	38,8	45,2	30,3	38,1
		Емістим С	41,2	47,7	32,4	40,4
		Вимпел	43,6	50,4	35,1	43,0
					НІР $_{0,5}$ фактор А	*0,47*
					НІР $_{0,5}$ фактор В	*0,54*
					НІР $_{0,5}$ фактор С	*0,54*

*Примітка * - (к) –контроль*

На варіанті удобрення, де азот був у дозі N_{45}, показники формування активного симбіотичного апарату зменшувалися в середньому на

1,0 – 2,6 кг/га у всіх досліджуваних сортів гороху посівного, як порівняти з кращим варіантом в досліді $N_{30}P_{30}K_{45}$. Після обприскування посівів гороху посівного у мікростадії ВВСН 55-65 регуляторами росту рослин ПлантаПег, Емістим С та Вимпел показники біологічно-фіксованого азоту збільшувалися в усіх трьох сортів

За роки проведення досліджень показники АСП та ПАС, кількість фіксованого азоту повітря на варіантах удобрення мінеральними добривами у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ були найвищими. Так, у комплексі з регулятором росту Вимпел для сорту гороху Готівський ми зафіксували 54,0 кг/га, Чекбек – 65,2 кг/га та Фаргус – 52,8 кг/га. Регулятор росту рослин Емістим С у поєднанні з цією ж дозою мінеральних добрив менш активно сприяв фіксації азоту із повітря, тому ці показники були меншими на 4,5 – 5,1%, порівняно з варіантом $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел. Застосування регулятора росту ПлантаПег сприяло зменшенню в середньому на 7,6 – 8,9% фіксованого азоту повітря.

Нами встановлено, що підвищення дози мінерального азоту до $N_{45}P_{30}K_{45}$ мало негативний вплив на показники кількості фіксованого біологічного азоту повітря, але вони були дещо більшими за контроль ($P_{30}K_{45}$). Найкраще спрацювала симбіотична система у сорту гороху посівного Чекбек. За поєднання $N_{45}P_{30}K_{45}$ та регулятора росту ПлантаПег сортами гороху Готівський, Чекбек та Фаргус було засвоєно 39,7 кг/га, 51,0 кг/га та 38,1 кг/га біологічного азоту відповідно.

Результати наших досліджень показали, що в середньому за 2016 – 2018 рр. найбільшу кількість фіксували азоту з повітря рослини гороху сорту Готівський – 54,0 кг/га, у сорту Чекбек – 65,2 кг/га та Фаргус – 52,8 кг/га за поєднання дози мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятора росту Вимпел. Менш інтенсивно азотфіксація проходила за дії препаратів ПлантаПег та Емістим С.

4.4. Формування листкової поверхні гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту

Фотосинтез рослин – процес перетворення та запасу сонячної енергії, в результаті якого з простих речовин вуглекислоти та води синтезуються вуглеводи і виділяється молекулярний кисень [137, 232].

За результатами досліджень А. В. Веретенникова [25], В. Ф. Петриченка, Р. А. Антипіна [179] та ін. встановлено, що одним із шляхів підвищення загальної продуктивності рослин є посилення їхньої фотосинтетичної діяльності. Тому для цього потрібно підвищити коефіцієнт використання культурою сонячної радіації. Цього можна досягти завдяки збільшенню розмірів листкової поверхні рослин, подовження термінів активної діяльності листя, регулювання густоти стояння рослин.

Площа листкової поверхні сільськогосподарських культур та фотосинтетичний потенціал дуже тісно взаємопов’язані. Активна діяльність листя, прилистків та вусів гороху посівного дає змогу відбуватися продуційним процесам в рослині. Від цього також залежить оптимальний ріст та розвиток рослин, що впливають на накопичення органічної маси. Такі чинники, як світло, температура, вологість ґрунту, рівень постачання елементів мінерального живлення також мають значний вплив на інтенсивність фотосинтезу [106, 183, 197, 223].

А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, С. Н. Чмора [163] вказують, що в початковий період росту рослин площа листя збільшується до фази цвітіння, а згодом починає зменшуватися в більш пізні фази через формування продуктивних органів. Для покращення показників фотосинтетичного апарату важливо враховувати фактор застосування мінеральних добрив та регуляторів росту рослин.

Вплив на фотосинтез азоту, фосфору та калію викликає неабиякий інтерес у багатьох вчених. Дія азоту посилює синтез з’єднання частини білка

та хлорофілу, забезпечує більш повне використання асимілянтів та сприяє кращому їх утворенню. Зокрема, калій збільшує інтенсивність фотосинтезу. Фосфор сприяє швидшому розвитку кореневої системи рослини [146]. Але інтенсивність фотосинтезу може знижуватися не лише через нестачу мінеральних елементів, але й через надлишок одного із них [125, 158].

Вивчення впливу регуляторів росту рослин на формування оптимальної площі листкової поверхні та фотосинтетичного потенціалу посівів гороху в умовах Лісостепу західного сьогодні є актуальним питанням [152, 160, 246].

Встановлено, що на контрольному варіанті ($P_{30}K_{45}$) та без застосування регуляторів росту рослин динаміка площі листкової поверхні у досліджуваних сортів гороху була найменшою впродовж 2016 – 2018 років.

Дослідивши площу асиміляційної поверхні у мікростадії ВВСН 12-13, ми встановили її зростання із збільшенням доз азоту. Якщо на варіанті удобрення $P_{30}K_{45}$ (контроль) площа листкової поверхні становила у сорту гороху Готівський – 11,6 см^2/рослину, Чекбек – 14,7 см^2/рослину та Фаргус – 10,3 см^2/рослину, то на ділянках, де були внесені мінеральні добрива у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$, площа асиміляційної поверхні збільшилася до 13,3; 16,3 та 11,5 см^2/рослину відповідно.

Після внесені азоту N_{30} та N_{45} індекс листкової поверхні збільшувався в середньому на 1,2 – 1,9 см^2/рослину, залежно від сорту.

Продуктивність гороху, як і інших сільськогосподарських культур, має тісну залежність від динаміки наростання площі асиміляційної поверхні. Обприскування посівів регуляторами росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел у мікростадіях ВВСН 60-69 забезпечило активне формування площі листкової поверхні рослин. Якщо порівняти з варіантом без обприскування регуляторами росту, показники площі асиміляційної поверхні збільшувалися в середньому на 21 – 27%, 32 – 36% та 43 – 50% за дії регуляторів росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел відповідно.

У мікростадії ВВСН 51-59 після обприскування регуляторами росту площа листкової поверхні рослин динамічно змінювалася (табл. 4.5.).

Таблиця 4.5.

Динаміка площі листкової поверхні рослин гороху залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту рослин, см^2/рослину (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Фаза розвитку (за шкалою) ВВСН			
			13-19	51-59	60-69	70-79
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Готівський (контроль)	$P_{30}K_{45}$ (к)*	Без обробки (к)	11,6	101,7	145,3	71,8
		ПлантаПег		102,2	176,4	85,0
		Емістим С		103,3	200,1	90,1
		Вимпел		105,1	218,0	96,7
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	13,3	119,5	173,3	84,5
		ПлантаПег		124,7	219,2	102,7
		Емістим С		128,2	226,9	110,5
		Вимпел		134,6	243,7	119,0
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	15,1	133,5	214,9	108,5
		ПлантаПег		138,8	273,1	135,4
		Емістим С		144,9	281,4	141,3
		Вимпел		152,2	290,3	147,2
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	16,8	135,9	270,0	134,2
		ПлантаПег		144,2	330,2	163,9
		Емістим С		152,2	340,9	167,0
		Вимпел		154,7	347,2	173,9
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	14,7	113,5	179,7	97,4
		ПлантаПег		114,4	218,3	117,1
		Емістим С		116,2	247,6	129,8
		Вимпел		118,5	269,7	140,7
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	16,2	133,7	209,5	110,7
		ПлантаПег		140,5	263,3	137,8
		Емістим С		143,8	272,4	142,9
		Вимпел		150,9	292,5	153,4
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	18,1	149,4	255,7	136,7
		ПлантаПег		156,1	329,1	172,1
		Емістим С		162,8	337,2	178,2
		Вимпел		170,8	353,8	184,7

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7
Чекбек	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	19,8	153,1	323,8	170,5
		ПлантаПег		162,4	394,5	205,9
		Емістим С		171,5	407,5	211,7
		Вимпел		174,1	415,1	217,4
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	10,3	93,5	136,5	64,8
		ПлантаПег		94,3	167,2	77,9
		Емістим С		95,4	190,6	83,3
		Вимпел		96,7	208,1	89,9
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	11,5	109,9	163,0	76,3
		ПлантаПег		114,7	208,1	97,1
		Емістим С		117,9	215,4	101,2
		Вимпел		123,8	231,7	109,1
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	12,9	122,9	203,4	96,4
		ПлантаПег		127,8	260,6	124,8
		Емістим С		133,3	268,5	130,0
		Вимпел		140,1	276,8	135,2
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14,1	125,3	258,0	124,0
		ПлантаПег		132,9	317,0	150,7
		Емістим С		140,2	327,1	153,4
		Вимпел		142,5	333,2	159,7

Примітка (к) – контроль*

В оптимальні за погодними умовами 2016 – 2017 рр. ці показники були кращими. Але в середньому за три роки на варіантах удобрення $N_{15}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту ПлантаПег у сортів Готівський (контроль), Чекбек та Фаргус площа асиміляційної поверхі рослин гороху була відповідно 124,7 см^2/рослину, 140,5 см^2/рослину та 114,7 см^2/рослину. Після застосування регулятора росту Емістим С та цієї ж дози мінеральних добрив показники індексу листкової поверхні збільшилися несуттєво – на 8 – 10,1 см^2/рослину, а після застосування регулятора росту Вимпел – на 13,9 – 17,2 см^2/рослину. Із збільшенням доз мінерального азоту до N_{30} та N_{45} площа асиміляційної поверхні рослин досліджуваних нами сортів гороху збільшилася в середньому на 31,3 – 33,7%.

Проаналізувавши динаміку утворення листків, прилистків та вусів, можемо відмітити максимальну площу асиміляційної поверхні у фазі повного цвітіння, тобто у мікростадіях ВВСН 60-69 на всіх варіантах удобрення. Так, на варіанті без азоту ($P_{30}K_{45}$) у цій мікростадії (повне цвітіння) індекс листкової поверхні становив для сортів Готівський, Чекбек та Фаргус 145,3, 179,7 та 136,5 см^2/рослину відповідно. Після обприскування регуляторами росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел впродовж трьох років відбувалося зростання площі асиміляційної поверхні до 176,4 – 254,7; 218,3 – 257,6 та 136,5 – 194,6 см^2/рослину відповідно.

На варіанті живлення $N_{15}P_{30}K_{45}$ та без рістрегуляторів площа листкової поверхні збільшилася на 26,5 – 29,7 см^2/рослину, а після застосування згаданих препаратів ще на 68,7 – 83,0 см^2/рослину, залежно від сортових особливостей гороху посівного. Подібну тенденцію збільшення площі листкової поверхні у всіх сортів гороху Готівський, Чекбек та Фаргус ми отримали і після внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$. Ці показники покращувалися на варіантах, де застосовували ПлантаПег, Емістим С та Вимпел. Найвище значення площі листкової поверхні зафіксовано у сорту Чекбек – 329,1 – 353,8 см^2/рослину, що на 28,7 – 38,4% більше, порівняно з контрольним варіантом. У сорту Готівський площа асиміляційної поверхні коливалася в межах 273,1 – 317,5 см^2/рослину, залежно від регуляторів росту, що на 27,1 – 35,1% більше за контроль. За дії цієї ж дози мінеральних добрив для сорту Фаргус, залежно від регуляторів, показники площі листкової поверхні були в межах 260,6 – 276,8%, що на 28,1 – 36,1% більше за контроль.

Найбільша поверхня формувалася за внесення $N_{45}P_{30}K_{45}$ та регулятора росту Вимпел у гороху посівного сорту Чекбек – 415,1 см^2/рослину. Дещо менше значення поверхні листя зафіксовано у сортів Готівський – 347,2 см^2/рослину та Фаргус – 333,2 см^2/рослину на цьому ж варіанті підживлення. Після внесення цієї ж дози мінеральних добрив та обприскування посівів регуляторами ПлантаПег та Емістим С у сорту Чекбек площа асиміляційної поверхні була 394,5 см^2/рослину та 407,5 см^2/рослину, у

сорту Готівський – 330,2 та 340,9 см^2/рослину і у сорту Фаргус – 317,0 та 327,1 см^2/рослину.

Площа листків у мікростадіях ВВСН 70-79 суттєво зменшувалася, що зумовлено біологічними особливостями культури. Посилений відтік пластичних речовин з вегетативних органів у насіння спричиняв відмирання нижніх ярусів листків під час дозрівання гороху посівного. Встановлений позитивний вплив технологічних заходів, які вивчалися, на площу листкової поверхні досліджуваних сортів гороху. Показники площі асиміляційної поверхні у мікростадіях ВВСН 70-79 зменшувалися в середньому на 49,7 – 51,2% для сорту Готівський, на 52,6 – 54,2% для сорту Чекбек та на 46,8 – 48,0% для сорту Фаргус, залежно від різних доз мінерального азоту. На варіантах, оброблених регулятором росту Вимпел у поєднанні з мінеральними добривами у дозі $N_{45}P_{30}K_{45}$, площа листкової поверхі була найбільшою і становила 173,9 см^2/рослину у сорту Готівський, 217,4 см^2/рослину у сорту Чекбек і 159,7 см^2/рослину у сорту Фаргус. Встановлено несуттєве зменшення показників площі лише після обприскування рослин препаратами ПлантаПег та Емістим С в середньому на 2,7 – 11,5 см^2/рослину, залежно від сортових ознак культури.

4.5. Формування фотосинтетичного апарату залежно від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту

Для отримання максимальної врожайності зерна гороху потрібно досягти оптимального значення листкового апарату, який би зберігав максимальну активність впродовж всього вегетаційного періоду, що в результаті дасть змогу сформувати відповідний фотосинтетичний потенціал та високий коефіцієнт використання ФАР. Фотосинтетична активність – це кількість синтезованої органічної речовини на одиницю площі листкової поверхні за добу [179, 209, 273].

Мінеральне живлення рослин та вплив регуляторів росту на ріст і розвиток, а також проходження процесів дихання і фотосинтезу є єдиним, нероздільним взаємопов'язаним процесом становлення живої протоплазми та її похідних у рослинному організмі. Фотосинтетичний потенціал краще характеризує фактичні можливості агроценозу стосовно асиміляційних процесів, ніж площа листкової поверхні, і залежить від впливу та взаємодії окремих елементів технології [49, 61, 184].

За результатами проведених нами досліджень встановлено, що найбільшого розвитку фотосинтетичний потенціал посівів гороху досягав у фазу цвітіння (мікростадія ВВСН 60-65). Відмирання нижніх ярусів листків надалі призводило до зменшення його активності.

Дослідивши вплив різних доз мінеральних добрив та регуляторів росту рослин на величину ФПП, необхідно зауважити, що найвищі показники були отримані після обприскування рослин регулятором росту Вимпел у сорту гороху Чекбек.

Максимальні показники фотосинтетичного потенціалу у мікростадіях ВВСН 51-69 були на рівні 0,29 – 0,57 млнм^2×діб/га, сформовані на варіантах удобрення $N_{45}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту рослин, що на 0,09 – 0,25 млнм^2×діб/га більше, порівняно з варіантом без обприскування регуляторами росту. Високі показники ФПП на зазначеному варіанті зумовлені значними показниками площі асиміляційної поверхні

За результатами трирічних досліджень, ФПП гороху на варіантах удобрення мінеральними добривами у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ та без регуляторів росту збільшувався, як порівняти з контролем ($P_{30}K_{45}$), на 23,8 – 25,0%. Після обприскування ділянок регуляторами ПлантаПег, Емістим С та Вимпел ці показники збільшилися в середньому на 19,2 – 30,7% для сорту Готівський, на 20,0 – 30,1% для сорту Чекбек та на 16,0 – 24,0% для сорту Фаргус.

Збільшення доз мінерального азоту в мікростадіях ВВСН 51-69 до $N_{30}P_{30}K_{45}$ забезпечило зростання показників ФПП ще на 50,0 – 54,2%, порівняно з варіантом без внесення азоту (табл. 4.6).

Таблиця 4.6.

Фотосинтетичний потенціал посівів гороху залежно від удобрення мінеральними добривами та регуляторів росту, млнм^2×діб/га (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Фактор А	Фактор В	Фаза розвитку (за шкалою) ВВСН							
		51-69				60-79			
		Фактор С*							
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Готівський (к)**	$P_{30}K_{45}$ (к)**	0,21	0,24	0,26	0,27	0,47	0,56	0,62	0,66
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	0,26	0,31	0,32	0,34	0,59	0,74	0,78	0,84
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	0,33	0,39	0,40	0,42	0,78	0,98	1,01	1,05
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	0,41	0,47	0,49	0,50	1,00	1,22	1,26	1,29
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	0,24	0,27	0,30	0,32	0,57	0,69	0,77	0,83
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	0,30	0,36	0,36	0,39	0,71	0,89	0,92	0,99
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	0,37	0,44	0,46	0,48	0,92	1,17	1,21	1,26
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	0,46	0,54	0,56	0,57	1,19	1,46	1,51	1,54
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	0,20	0,22	0,24	0,26	0,44	0,53	0,59	0,64
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	0,25	0,29	0,30	0,31	0,56	0,71	0,73	0,79
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	0,30	0,37	0,38	0,40	0,73	0,93	0,97	1,01
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	0,38	0,45	0,47	0,48	0,96	1,18	1,22	1,25

*Примітка * - I – без обробки (контроль), II – ПлантаПег, III – Емістим С, IV – Вимпел; ** - контроль*

Наші дослідження показали, що у мікростадіях ВВС 60-79 фотосинтетичний потенціал покращився на деяких варіантах живлення вдвічі. Так, на ділянках удобрення $N_{45}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту ПлантаПег показники ФПП коливалися в межах 1,18 – 1,46 млнм^2×діб/га. Внесення рістрегуляторів Емістим С та Вимпел за цієї ж дози мінеральних

добрив забезпечило отримання ФПП на рівні 1,22 – 1,51 млнм^2×діб/га та 1,25 – 1,54 млнм^2×діб/га, залежно від сорту.

Найменшими у мікростадіях ВВСН 60-79 були зафіксовані значення ФПП на контрольному варіанті $P_{30}K_{45}$ для гороху сорту Готівський – 0,47 млнм^2×діб/га, сорту Чекбек – 0,57 млнм^2×діб/га та для сорту Фаргус – 0,44 млнм^2×діб/га. Із збільшенням доз мінерального азоту в цій мікростадії фотосинетичний потенціал збільшувався в середньому до 0,07 – 0,40 млнм^2×діб/га на ділянках гороху без обприскування регуляторами росту, та на 0,13 – 0,64 млнм^2×діб/га на варіантах із обприскуванням.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) є важливим показником фотосинтетичної діяльності гороху, адже відображає кількісну характеристику роботи листкового апарату рослин. Вона виражається кількістю сухої речовини (у грамах), яка формується на одному квадратному метрі листкової поверхні за добу. Мінеральні добрива та регулятори росту сприяли кращому накопиченню органічної речовини [254, 297].

Існують суперечливі твердження [275] щодо накопичення сухої речовини у мікростадіях ВВСН 50-69 та ВВСН 60-79, що пов’язують із чистою продуктивністю фотосинтезу.

У період бутонізація – кінець цвітіння (ВВСН 51-69) показники ЧПФ були меншими за показники в період початку цвітіння – наливу насіння (ВВСН 60-79) на усіх варіантах досліду. На варіантах удобрених мінеральними добривами у дозі $P_{30}K_{45}$ у гороху сорту Готівський ЧПФ в мікростадіях ВВСН 51-69 становила 0,98 г/м^2 за добу, Чекбек – 1,02 г/м^2 за добу та Фаргус – 0,81 г/м^2 за добу. Із збільшенням мінерального азоту в дозі N_{15} та N_{30} показники ЧПФ зростали, а із збільшенням його до N_{45} – дещо зменшувалися, але були вищими за контрольний варіант. В даній мікростадії гороху відбувалося використання поживних речовин для формування генеративних органів. Після обприскування рослин регуляторами росту ЧПФ коливалася від 1,62 г/м^2 за добу до 1,83 г/м^2 за добу для сорту Готівський, від 1,80 до 2,31 г/м^2 за добу для сорту Чекбек та від 1,4 до 1,61 г/м^2 за добу для

сорту Фаргус, залежно від застосування регуляторів росту рослин (рис. 4.8., 4.9., 4.10.).

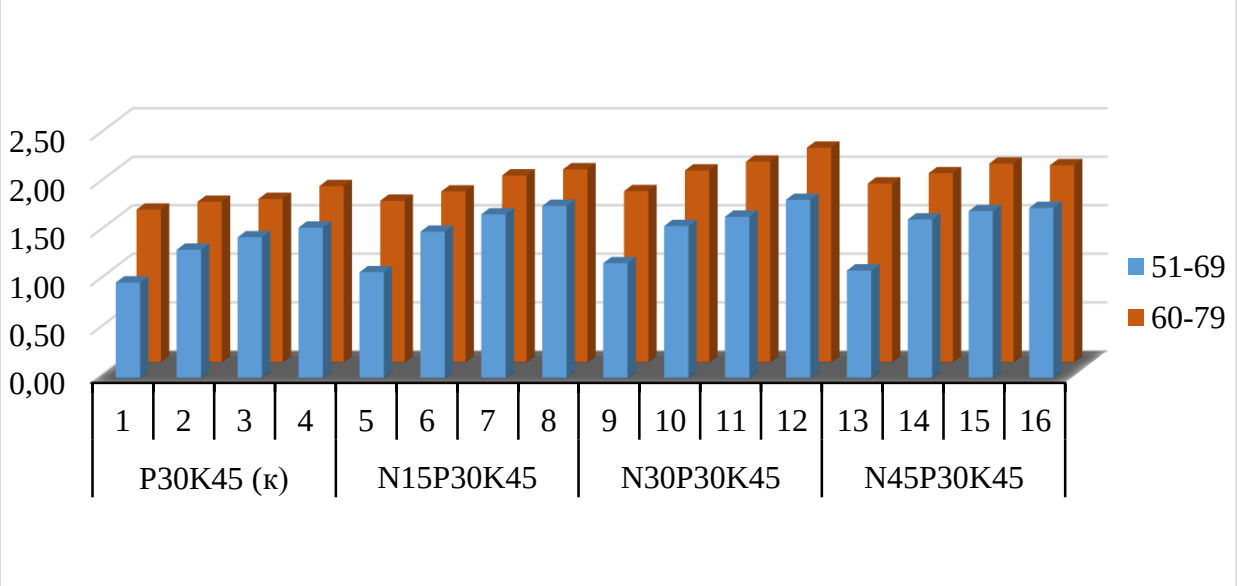


Рис. 4.8. Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу гороху сорту Готівський залежно від удобрення мінеральними добрива та регуляторів росту, г/м² за добу (середнє за 2016 – 2018 рр).

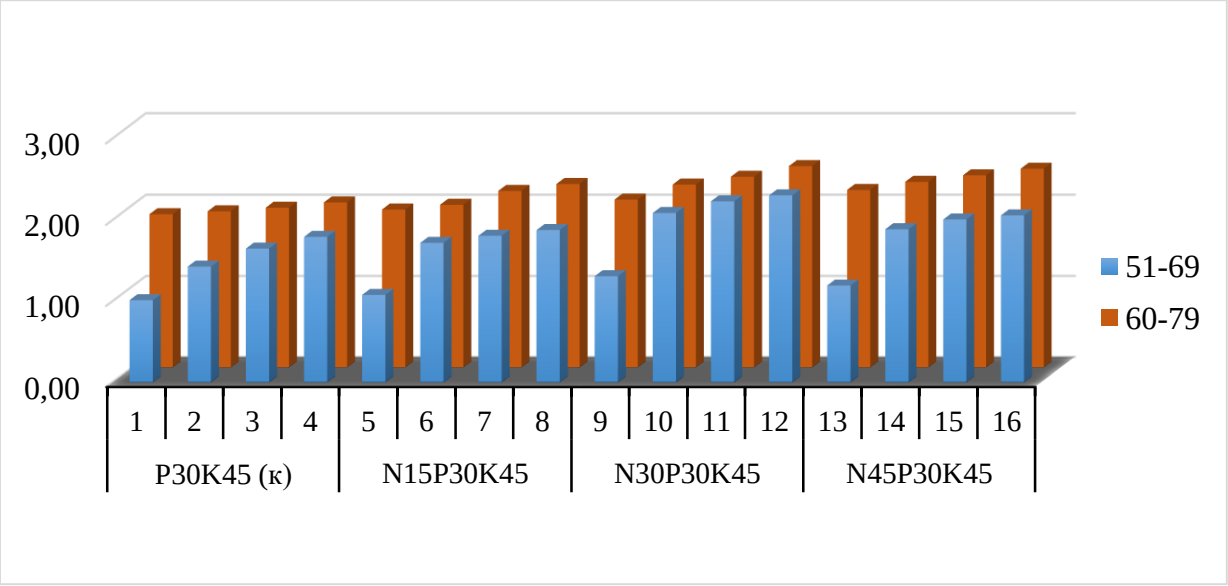
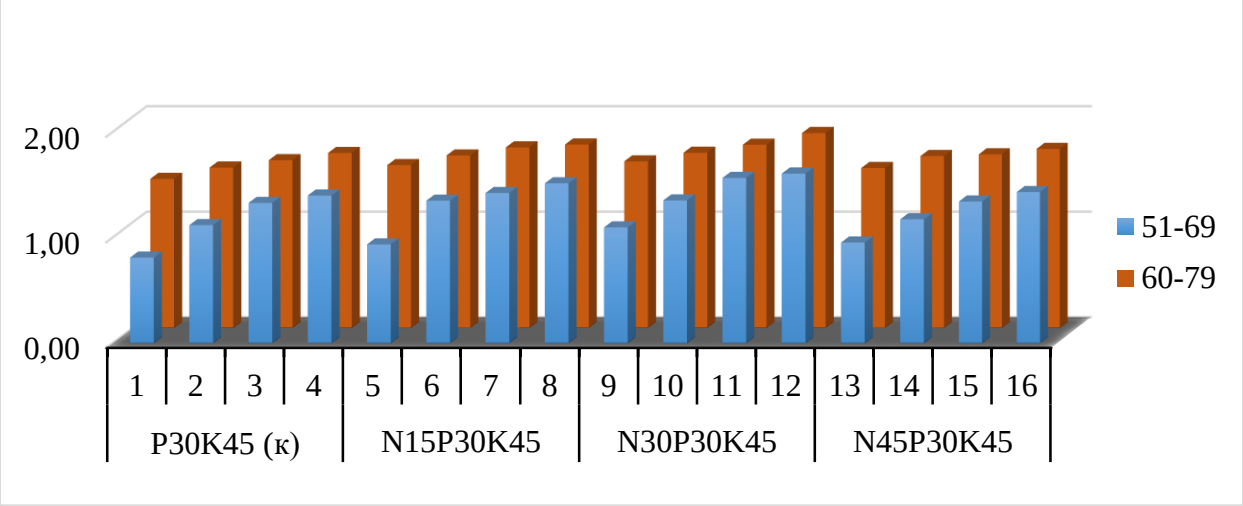


Рис. 4.9. Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу гороху сорту Чекбек залежно від удобрення мінеральними добрива та регуляторів росту, г/м² за добу (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Найкраще себе проявив горох сорту Чекбек на варіанті живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту Вимпел. Його показник ЧПФ

становив 2,31 г/м^2 за добу, дещо меншими були показники у сортів Готівський та Фаргус – 1,83 г/м^2 за добу та 1,61 г/м^2 за добу відповідно.



Примітка * до рис. 4.8, 4.9, 4.10: 1. без обробки (контроль); **2.** ПлантаПег; **3.** Емістим С; **4.** Вимпел; **5.** без обробки; **6.** ПлантаПег; **7.** Емістим С; **8.** Вимпел; **9.** без обробки; **10.** ПлантаПег; **11.** Емістим С; **12.** Вимпел; **13.** без обробки; **14.** ПлантаПег; **15.** Емістим С; **16.** Вимпел

Рис. 4.10. Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу гороху сорту Фаргус залежно від удобрення мінеральними добрива та регуляторів росту, г/м² за добу (середнє за 2016 – 2018 рр.).

В період активного цвітіння посівів гороху показники ЧПФ зменшувалися в зв'язку з тим, що площа листків на той період розвитку та росту рослин суттєво не збільшувалася.

Вивчаючи ЧПФ рослин гороху сортів Готівський, Чекбек та Фаргус, встановлено, що найбільшими показники були у мікростадіях ВВСН 60-79 і становили на варіантах досліду 1,41 – 2,48 г/м^2. На ділянках, де застосовували мінеральне живлення та регулятори росту, показники ЧПФ зростали у всіх досліджуваних нами сортів. Якщо порівнювати з варіантами без обприскування рістрегулюючими препаратами, то за дії ПлантаПегу ці показники збільшилися в середньому на 34-48%, від Емістиму С – на 40-55% та Вимпелу – на 54-62% для сорту Готівський. Тоді як для сорту Чекбек на цьому ж варіанті живлення відповідно на 40 – 59%, 61 – 70% та 71 – 76%, для гороху сорту Фаргус після внесення регулятора росту ПлантаПег показники

ЧПФ збільшилися в середньому на 22-43%, Емістиму С – 41-64% та Вимпелу на 50-61%, порівняно з варіантом без обприскування.

У мікростадіях ВВСН 60-79 впродовж трьох років досліджень величина чистої продуктивності фотосинтезу в сорту Чекбек була в межах 1,89 – 2,48 г/м^2 добу, Готівський – 1,57 – 2,21 г/м^2 та 1,41 – 1,85 г/м^2 у сорту гороху Фаргус, залежно від варіанту підживлення.

Висновки до розділу 4

1. Встановлено, що не всі бульбочки, котрі сформувалися на коренях рослин гороху, є азотфіксуючими, тобто активними. У мікростадіях ВВСН 60-69 зафіксували найбільшу кількість бульбочок на коренях рослин гороху посівного усіх досліджуваних сортів. На варіантах з дозою мінеральних добрив ($P_{30}K_{45}$) у гороху сорту Готівський було нараховано 39,9 шт./рослину, у Чекбек – 48,6 шт./рослину та Фаргус – 38,4 шт./рослину, з них активних – 16,2 шт./рослину, 20,8 та 13,7 шт./рослину відповідно. Із збільшенням доз мінерального азоту кількість бульбочок зменшувалася, проте після обприскування посівів регуляторами росту загальна кількість бульбочок збільшилася на 1,2 – 4,2 шт./рослину, активних на 0,4 – 1,0 шт./рослину, залежно від сорту.

2. Маса бульбочок інтенсивно збільшувалася до мікростадій ВВСН 60-69, але потім у мікростадіях ВВСН 71-79 їхня маса зменшувалася. Обприскування рослин гороху посівного препаратами ПлантаПег, Емістим С та Вимпел мало позитивний вплив на симбіотичний апарат. Найвищі показники загальної маси кореневих бульбочок були на варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту Вимпел. Для сорту гороху Чекбек ці показники становили 5,41 г/10 рослин, для сортів Готівський та Фаргус – 4,85 г/10 рослин та 4,2 г/10 рослин відповідно.

3. Доведено, що за умови збільшення доз мінерального азоту без застосування регуляторів росту впродовж всього вегетаційного періоду маса

активних бульбочок зменшувалася в середньому на 5,0 – 5,9%, залежно від сорту. Після обприскування посівів гороху препаратами, які вивчалися, їхня маса стала максимальною у мікростадіях ВВСН 60-70 – для сорту гороху Чекбек була 525,2 – 550,4 кг/га, Готівський – 459,2 – 484,4 кг/га та Фаргус – 396,0 – 418,0 кг/га.

4. Найефективнішим щодо формування симбіотичного потенціалу було застосування мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ в поєднані з регулятором росту рослин Вимпел. На цьому варіанті живлення для сорту гороху Готівський загальний симбіотичний потенціал становив 10,6 тис. кг*діб/га та активний 7,2 тис. кг*діб/га, для сорту Чекбек ці показники – були 13,1 тис. кг*діб/га та 9,3 тис. кг*діб/га, а для сорту Фаргус – 10,0 та 6,8 тис. кг*діб/га відповідно.

5. Із збільшенням доз мінерального азоту інтенсивність біологічної фіксації азоту покращувалася на 1,2 – 3,0 кг/га. В розрізі сортів гороху Готівський, Чекбек та Фаргус показники відповідно коливалися в межах 28,3 – 31,0 кг/га, 35,5 – 38,4 та 25,9 – 27,3 кг/га. Застосування регуляторів росту на посівах гороху сприяло збільшенню кількості біологічно фіксованого азоту майже вдвічі до 35,6 – 54,0 кг/га у гороху сорту Готівський, 45,5 – 65,2 кг/га у сорту Чекбек та 35,5 – 52,8 кг/га для сорту гороху Фаргус.

6. Площа асиміляційної поверхні упродовж вегетаційного періоду, зростала до мікростадій ВВСН 60-69 за внесення азоту N_{15}, N_{30} та N_{45} в середньому на 1,2 – 1,9 $см^2$/рослину, залежно від сорту. Максимальних показників на рослинах гороху посівного площа листкової поверхні досягла після обприскування посівів регуляторами росту. За дії регулятора ПлантаПег у цій мікростадії сорту Готівський площа листкової поверхні коливалася від 176,4 до 330,2 $см^2$/рослину, Чекбек – від 218,3 до 394,5 $см^2$/рослину та Фаргус – від 167,2 до 317,0 $см^2$/рослину. У рослин, які обприскували препаратом Емістим С, площа листкової поверхні збільшувалася від 190,6 до 407,5 $см^2$/рослину, залежно від сорту, проте регулятор росту Вимпел найкраще

спрацював на усіх досліджуваних сортах гороху – показники сягали від 218,0 до 415,1 см^2/рослину.

7. Фотосинтетичний потенціал залежав від впливу та взаємодії окремих елементів технології та розвиненого листкового апарату впродовж усього вегетаційного періоду. Максимальні показники фотосинтетичного потенціалу у мікростадіях ВВСН 60-79 на рівні 0,56 – 1,54 млнм^2×діб/га були сформовані на варіантах живлення $N_{45}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту рослин, що на 0,09 – 0,25 млнм^2×діб/га більше, як порівняно з варіантом без обприскування регуляторами росту.

8. Встановлено, що площа листкової поверхні рослин гороху посівного в період активного цвітіння (ВВСН 60-65) суттєво не збільшувалася, відповідно показники чистої продуктивності фотосинтезу були низькими. Проте у мікростадіях ВВСН 60-79 ці показники були найвищими та коливалися в межах від 1,41 до 2,48 г/м^2, залежно від сорту та підживлення. Показники чистої продуктивності фотосинтезу на посівах, які обробляли рістрегулюючим препаратом ПлантаПег, збільшилися в середньому на 34 – 48%, біорегулятором Емістим С – на 40 – 55%, регулятором росту Вимпел – на 54 – 62%.

Матеріали розділу опубліковано в наступних працях:

15. Бахмат М. І., Плахтій Д. П., Небаба К. С. Формування симбіотичного апарату гороху посівного залежно від удобрення мінеральними добривами та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. Рослинництво та ґрунтознавство: наук. журн. НУБІП. Вип. 11, №3. Київ, 2020. С. 33–43.

143. Небаба К. С. Вплив регуляторів росту та мінеральних добрив на фотосинтетичну діяльність сортів гороху вусатого типу в умовах Лісостепу Західного. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (присвячена 90-річчю від дня народження проф. Наумова Г. Ф. та 80-річчю заснування кфедри генетики, селекції та насінництва), 23-24 жовт. 2017р. Харків, 2017. С. 241–242.

148. Небаба К. С. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. ПДАТУ. Кам’янець-Подільський. 2020. Вип. 32. С. 54–58.

149. Небаба К. С. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Західного. Аграрна наука та освіта в умовах Євроінтеграції: зб. наук. пр. міжнар. наук.-практ. конф. 20-21 берез. 2019 р., м. Кам’янець-Подільський. Тернопіль: Крок, 2019. Ч. 1. С. 60–62.

151. Небаба К. С. Формування фотосинтетичного апарату гороху посівного залежно від технологічних прийомів в умовах Західного Лісостепу. Науковий журнал: збалансоване природокористування. Київ. 2020. №3. С. 139–145.

РОЗДІЛ 5
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

Формування високих та сталих врожаїв є основною цінністю гороху посівного як зернобобової культури. Якщо порівнювати з іншими бобовими культурами, горох має добрі показники якості зерна та нетривалий вегетаційний період. Він є одним із кращих попередників для озимих зернових культур. Вирощувати бобові дещо складніше, ніж зернові культури. Це пов'язано з стовбурінням рослин в умовах надлишкового зволоження, їхнім виляганням, розтріскуванням бобів та висипанням насіння під час дозрівання [27, 51, 58, 155].

За останні декілька років обсяги виробництва зернобобових дещо зменшилися. Основною причиною цього стала низька врожайність. Серед сучасних інтенсивних технологій значний вплив на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, зокрема й гороху, має система удобрення. Вчені провели значну кількість досліджень – як експериментальних, так і теоретично-прикладних – з питань підживлення гороху. Кожен елемент мінерального живлення відіграє власну роль у цій системі. Нестача будь-якого з них призводить до порушення фізіологічних процесів у рослинах, погіршення їхнього росту й розвитку, зниження врожайності та її якості. Не менш актуальним та перспективним є дослідження особливостей застосування регуляторів росту на посівах цієї культури [5, 94, 275].

Найбільший вплив на продуктивність культури гороху в усіх ґрунтово-кліматичних зонах мають сприятливі погодні умови і температурний режим, які складаються впродовж вегетаційного періоду, особливо від початку закладання генеративних органів до цвітіння [215, 242, 245].

В процесі досліджень перед нами стояла наукова задача вивчити та порівняти посіви сучасних інтенсивних сортів гороху посівного за умови

застосування різних доз мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного.

5.1. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на структурні елементи врожаю рослин гороху посівного

Аналіз структури врожаю – важливий метод оцінювання розвитку культурних рослин. До основних елементів структури врожаю гороху належать: кількість збережених до жнив рослин, число бобів на рослині, кількість насінин в бобі та маса 1000 насінин [14, 286].

Для бобових культур значну роль відіграє волога та оптимальна температура для рослин в критичні періоди розвитку та росту. Відсутність поживних речовин може призвести до опадання квіток та втрати певної частини вже зав'язаних бобів або насінин у бобі, що здатне призвести до зниження врожайності [215, 244].

Підживлені мінеральними добривами та регуляторами росту посіви значно менше піддавалися впливу несприятливих чинників, а досліджувані елементи технології позитивно впливали на розміри рослин, морфологічні показники культури, що зрештою призводило до меншої абортивності генеративних органів гороху [15, 180].

За три роки наших досліджень на варіанті удобрення $P_{30}K_{45}$ та без обприскування регуляторами росту у сорту Готівський (контроль) кількість квіток в середньому становила 12,7 шт./рослину, з них 6,2 шт./рослину бобів у мікростадіях ВВСН 71-77 (утворення бобів) та 4,8 шт./рослину бобів у мікростадіях ВВСН 81-89 (дозрівання бобів і насіння), тобто простежено втрату бобів в середньому на 22,5%.

Після обприскування посівів гороху сорту Готівський регуляторами росту у мікростадіях ВВСН 51-59 (бутонізація – цвітіння) на ділянках удобрених мінеральними добривами $P_{30}K_{45}$ збереженість квіток була дещо кращою, їхня кількість коливалася в межах 12,8 – 13,0 шт./рослину, залежно

від виду та дії регулятора. Кількість бобів під час дозрівання в середньому збільшувалася на 0,2 – 0,3 шт./рослину (рис. 5.1).

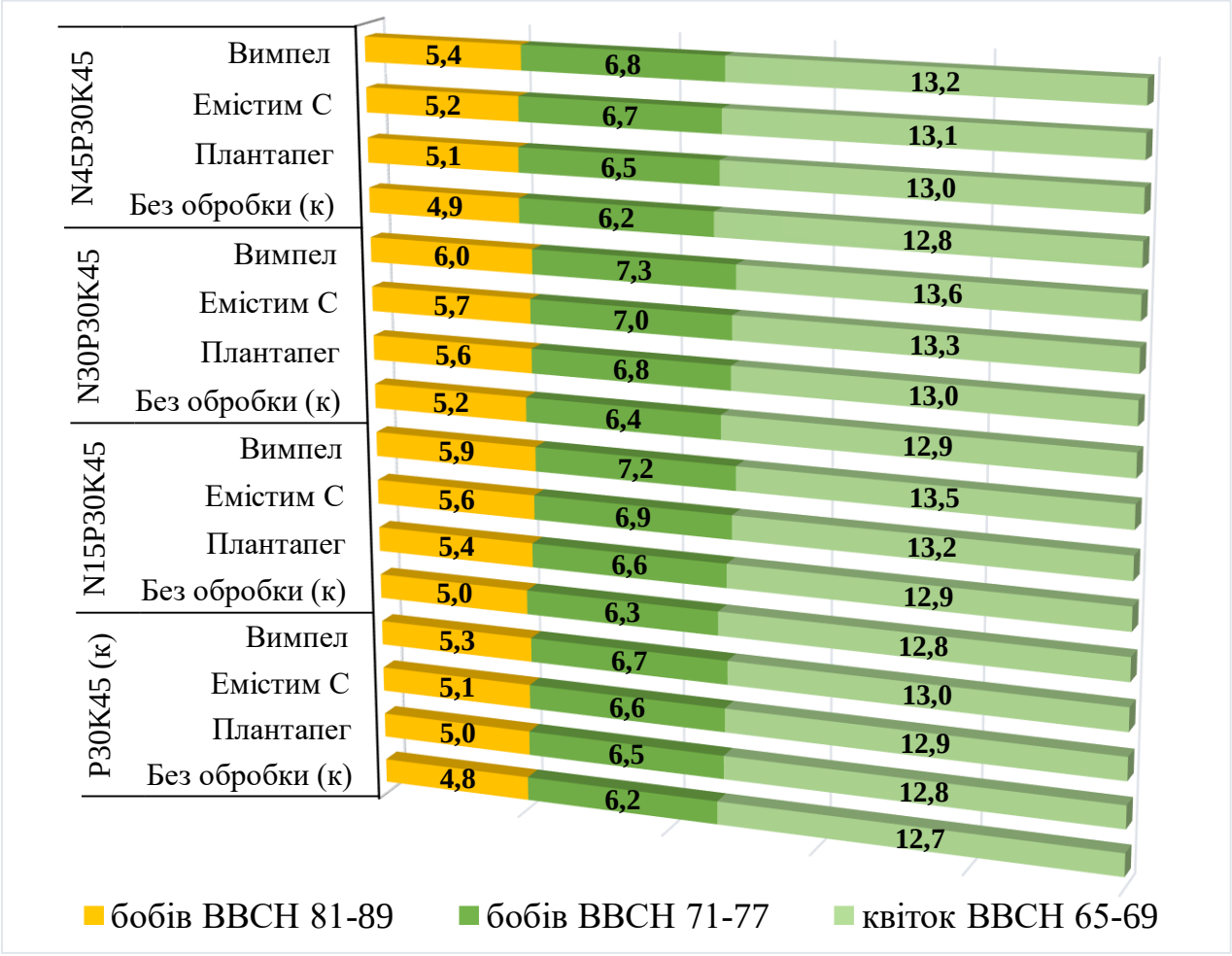


Рис. 5.1 Кількість квіток та бобів на рослинах гороху сорту Готівський залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, шт./рослину (середнє за 2016 – 2018 рр.)

На варіантах удобрених мінеральними добривами у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$ та $N_{30}P_{30}K_{45}$ ми зафіксували у сорту Готівський збільшення кількості квіток на 1 – 2%, бобів у мікростадіях ВВСН 81-89 – на 4 – 8%, порівняно з контрольним варіантом. За дії регуляторів росту ПланатаПег, Емістим С та Вимпел кількість квіток на одній рослині збільшилася ще на 1,5 – 4,6%, що забезпечувало кращу збереженість бобів на одній рослині під час збирання урожаю. Ці показники варіювали на згаданих варіантах удобрення в межах 5,4 – 6,0 шт./рослину (Рис.5.2).

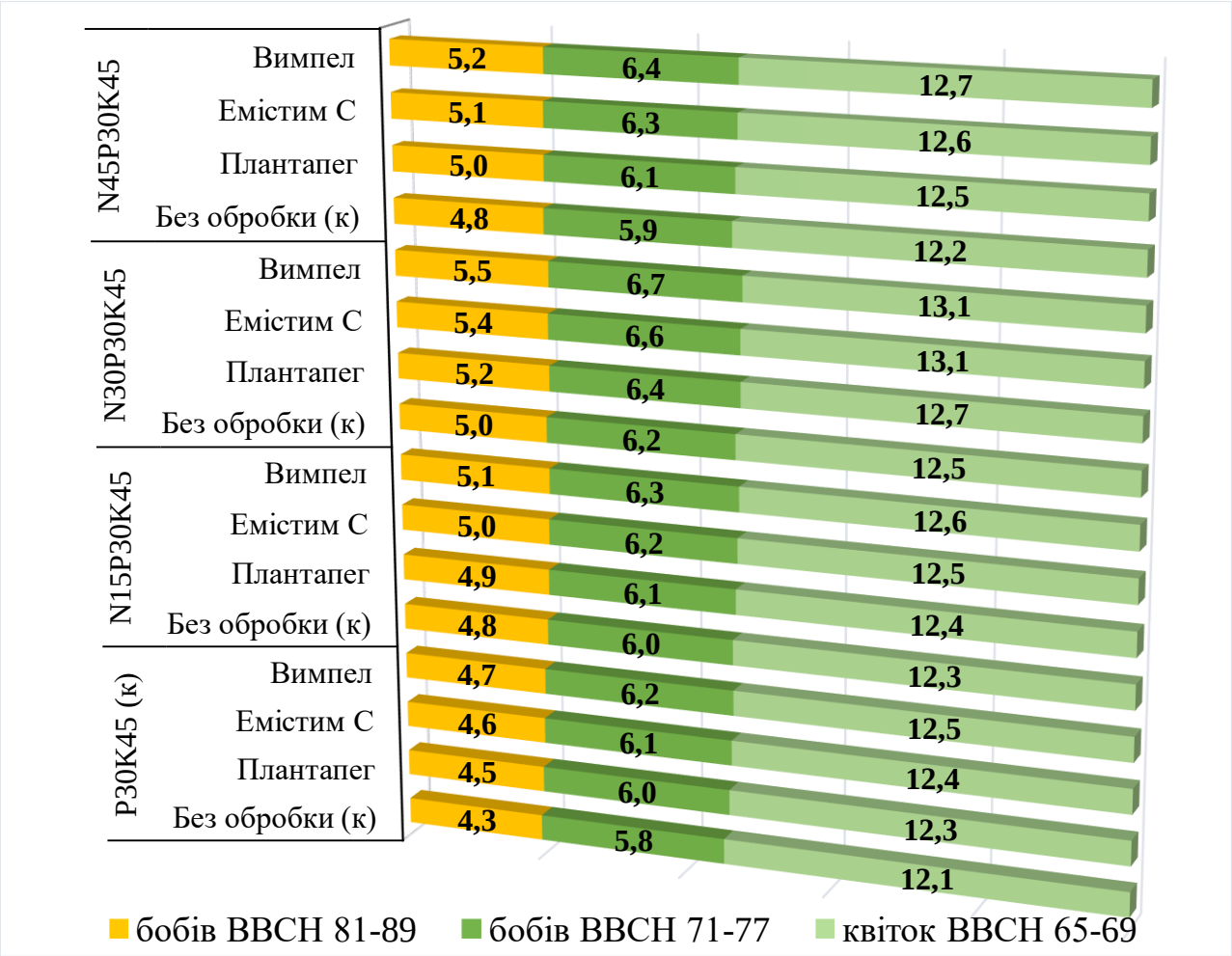


Рис. 5.2 Кількість квіток та бобів на рослинах гороху сорту Чекбек залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, шт./рослину (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Проаналізувавши показники на ділянках посівів, які були підживлені мінеральними добривами у дозі $N_{45}P_{30}K_{45}$, простежуємо зменшення кількості квіток на одній рослині, а відповідно і бобів, порівняно з попередніми варіантами живлення. На контрольному варіанті (без обприскування регуляторами росту) у гороху сорту Готівський було нараховано 12,8 шт./рослину квіток, бобів у мікростадіях ВВСН 71-77 – 6,2 шт./рослину та у мікростадіях ВВСН 81-89 – 4,9 шт./рослину. Після обприскування рослин рістрегуляторами ці показники збільшувалися на 0,4 шт./рослину квіток та 0,5 шт./рослину бобів після повного достигання насіння гороху посівного на ділянках досліду.

Впродовж 2016 – 2018 рр. нами було зафіксовано дещо меншу кількість квіток та бобів на рослинах сорту гороху Чекбек, порівняно з сортом Готівський (контроль), але це ніяк не вплинуло на високу урожайність цього сорту, забезпечену більш крупним зерном.

Максимальна кількість квіток на одній рослині на варіантах, підживлених мінеральними добривами у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту Вимпел та Емістим С, становила в середньому 13,1 шт./рослину, з регулятором росту ПлантаПег – 12,7 шт./рослину. Кількість бобів на цьому ж варіанті удобрення у мікростадії ВВСН 71-77 була 6,7 шт./рослину, 6,6 шт./рослину, 6,4 шт./рослину відповідно. Збереженість бобів у мікростадіях ВВСН 81-89 також була найкращою на цьому варіанті живлення і варіювала в межах 5,2 – 5,5 шт./рослину, залежно від застосування регуляторів росту.

За внесення мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ та без обприскування регуляторами росту спостерігалося збільшення квіток та бобів на рослині, що зрештою вплинуло на урожайність. Так, на вказаному варіанті удобрення нами було зафіксовано в середньому 12,3 квіток на рослину, вже у мікростадіях ВВСН 71-77 – 6,0 бобів на рослину, а в мікростадіях ВВСН 81-88 на рослині збереглося лише 4,8 бобів. Обприскування ділянок регуляторами росту ділянок забезпечило збільшення показників на 2 – 6%.

Нами також встановлено, що на кількість квіток та бобів на одній рослині впливало підживлення азотом у різних дозах. Із збільшенням кількості мінерального азоту до N_{45} абортивність квіток зростала, але ці показники всеодно були вищими за варіант без азоту. У мікростадіях ВВСН 65-69 на ділянках удобрення $N_{45}P_{30}K_{45}$ кількість квіток становила 12,2 шт./рослину, бобів у мікростадіях ВВСН 71-77 – 5,9 шт./рослину та 4,8 шт./рослину у мікростадіях ВВСН 81-89. На посівах, де застосовували досліджувані регулятори росту, ці показники збільшувалися в середньому на 4,1 – 8,5%.

Порівнявши досліджувані сорти гороху, можна простежити найменшу кількість квіток, а відповідно і бобів, у гороху сорту Фаргус. Якщо на варіанті $P_{30}K_{45}$ без обприскування регуляторами росту у гороху сортів Готівський та

Чекбек на одній рослині було зафіксовано в середньому 12,2 – 12,8 квіток, то у сорту Фаргус їх було лише 11,6 шт./рослину. Що стосується кількості бобів у мікростадіях ВВСН 71-77, нами було нараховано у гороху сорту Фаргус 5,2 шт./рослину, що на 0,7 – 1,0 шт./рослину менше, порівняно з попередніми двома сортами. Аналогічна ситуація складалася й з кількістю бобів у мікростадіях ВВСН 81-89 – у сорту Фаргус середня їх кількість була 3,7 шт./рослину, що на 0,5 – 1,1 шт./рослину менше від інших сортів (Рис.5.3).

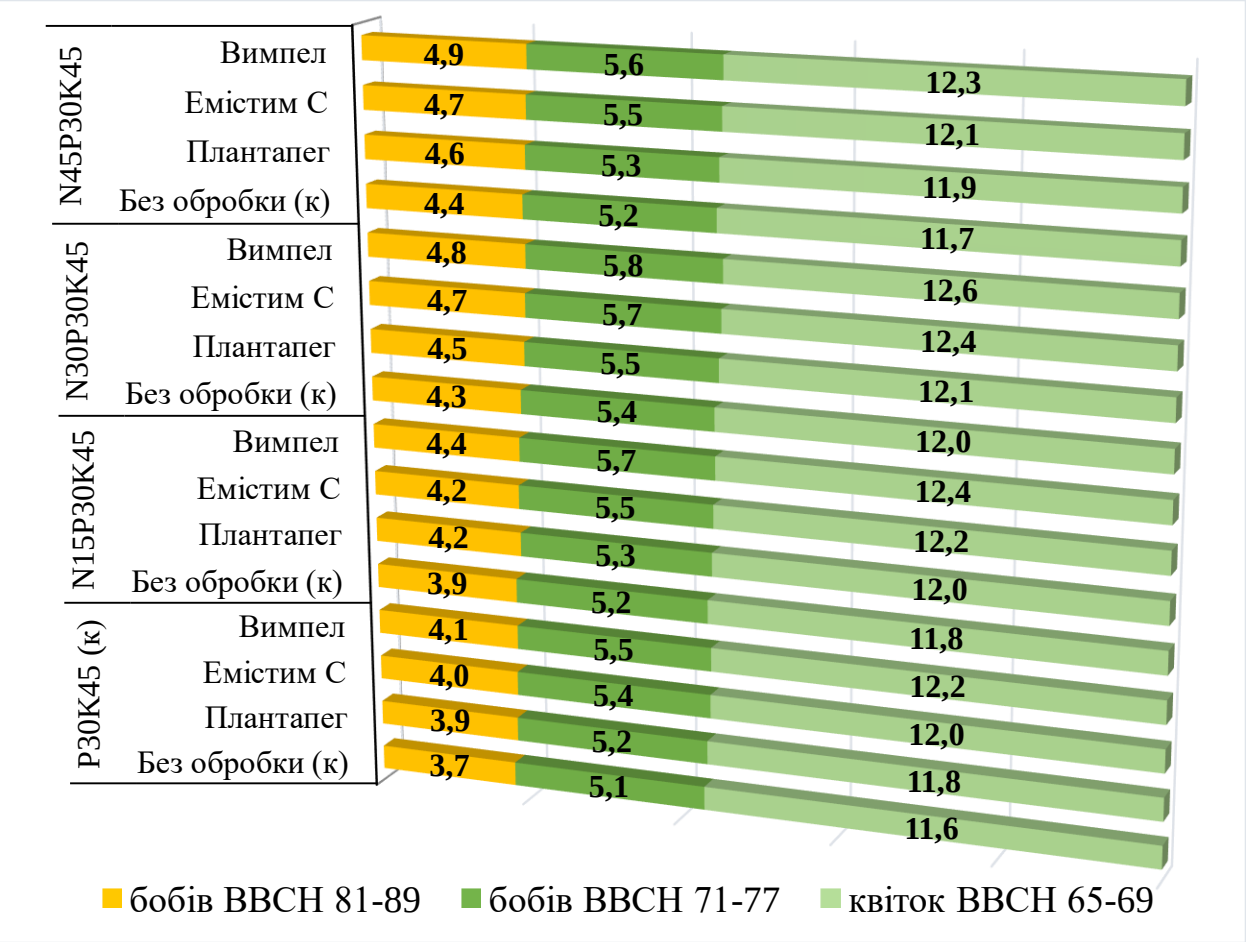


Рис. 5.3 Кількість квіток та бобів на рослинах гороху сорту Фаргус залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, шт./рослину (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Після обприскування рослин сорту Фаргус регуляторами росту квітки на одній рослині зберігалися краще, що позитивно впливало на збереженість бобів перед збиранням. Найкраще спрацював регулятор росту Вимпел, як і для

попередніх двох досліджуваних нами сортів. За його дії (після внесення мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$) кількість квіток на одній рослині становила до 12,4 шт., бобів у мікростадіях ВВСН 71-77 – 5,7 шт./рослину та у мікростадіях ВВСН 81-89 – 4,4 шт./рослину. Найбільше квіток та бобів було зафіксовано за дії цього ж регулятора росту на ділянках, де вносили мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$, – показники складали 12,6 шт./рослину, 5,8 шт./рослину та 4,8 шт./рослину відповідно. На посівах, які обприскували біорегулятором росту Емістим С, кількість квіток та бобів на одній рослині була більшою за варіанти без обприскування, але дещо меншою, ніж на варіантах, оброблених регулятором росту Вимпел. Зокрема, поєднання $P_{30}K_{45}$ та Емістиму С забезпечило формування на одній рослині в середньому 12,0 квіток, бобів у мікростадіях ВВСН 71-77 – 5,4 шт./рослину та у мікростадіях ВВСН 81-89 – 4,0 шт./рослину. Після внесеня мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ ці показники збільшувалися до 12,2 шт./рослину, 5,5 шт./рослину та 4,2 шт./рослину, а за внесення $N_{30}P_{30}K_{45}$ кількість квіток, як і кількість бобів на одній рослині, збільшилися на 0,2 – 0,5 шт./рослину.

Формування бобів у гороху є процесом поступового цвітіння рослин, тому залежно від технологічних факторів кількість бобів та маса насіння з одного бобу може змінюватися в широких межах. Проте в наших дослідженнях за роки проведення дослідів кількість бобів на рослинах гороху посівного та маса насіння змінювалися, але не особливо.

На період достигання рослин у мікростадіях ВВСН 97-99 (старіння) кількість насінин на одній рослині у сорту гороху Готівський коливалася в межах 14,3 – 17,6 шт., маса зерна з одного бобу – 0,7 – 0,9 г на варіантах підживлення мінеральними добривами, але без застосування регуляторів росту. Після обприскування посівів регуляторами росту на встановлених ділянках кількість насінин збільшувалася в середньому на 18 – 30%, а маса зерна з одного бобу – на 22 – 28%. Композиція $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел була найбільш вдалою – за її застосування кількість насінин на одній рослині зросла до 23,0 шт., а маса зерна з одного бобу – до 1,1 г. Меншу кількість насінин з

однієї рослини, а відповідно і меншу їхню масу з одного бобу ми отримали після обприскування посівів регуляторами росту ПлантаПег та Емістим С у поєднанні з різними дозами мінеральних добрив – в середньому на 1,4 – 3,4 шт./рослину та на 0,1 – 0,2 г.

Проведені дослідження показали, що індивідуальна продуктивність рослин сорту Чекбек була найкращою з усіх сортів, які вивчалися. В середньому за три роки досліджень на варіантах удобрення без азоту $P_{30}K_{45}$ у сорту Чекбек було зафіксовано15,4 шт. насінин на рослину з масою зерна з одного бобу – 0,9 г. Після обприскування регуляторами росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел ці показники збільшувалися на 2,8 – 4,6 шт./рослину, а маса зерна з одного бобу зросла на 0,2 – 0,3 г (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на індивідуальну продуктивність гороху посівного (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Кількість насінин на рослині, шт.	Маса зерна з одного бобу, г	Маса 1000 насінин, г
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (к)*	Без обробки (к)	14,3	0,7	249,5
		ПлантаПег	16,5	0,8	252,4
		Емістим С	17,0	0,8	253,9
		Вимпел	18,7	0,9	254,3
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	15,2	0,8	251,1
		ПлантаПег	18,2	0,9	254,7
		Емістим С	19,2	0,9	256,2
		Вимпел	22,2	1,0	257,3
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	17,6	0,9	253,0
		ПлантаПег	20,7	1,0	257,2
		Емістим С	21,5	1,0	259,2
		Вимпел	23,0	1,1	260,6
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	16,7	0,8	250,3
		ПлантаПег	18,4	0,9	253,6
		Емістим С	18,8	1,0	255,8
		Вимпел	19,8	1,0	258,3

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	15,4	0,9	261,1
		ПлантаПег	17,2	1,0	262,3
		Емістим С	18,6	1,1	262,8
		Вимпел	20,0	1,1	263,9
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	17,4	1,0	262,5
		ПлантаПег	19,9	1,1	263,7
		Емістим С	22,3	1,2	264,9
		Вимпел	24,6	1,3	265,2
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	21,8	1,2	263,8
		ПлантаПег	25,4	1,3	264,9
		Емістим С	26,9	1,3	265,7
		Вимпел	28,3	1,4	266,4
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	18,0	1,0	261,7
		ПлантаПег	20,1	1,1	263,9
		Емістим С	21,0	1,2	264,5
		Вимпел	22,7	1,2	265,1
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	9,9	0,6	231,4
		ПлантаПег	12,3	0,7	233,4
		Емістим С	13,4	0,8	234,0
		Вимпел	14,4	0,8	235,1
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	12,0	0,7	232,9
		ПлантаПег	14,3	0,8	234,7
		Емістим С	16,0	0,9	235,9
		Вимпел	17,1	0,9	236,6
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14,6	0,8	234,0
		ПлантаПег	16,3	0,9	235,1
		Емістим С	18,0	0,9	236,8
		Вимпел	19,5	1,0	238,4
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	13,6	0,7	232,3
		ПлантаПег	15,3	0,8	234,0
		Емістим С	16,2	0,9	235,2
		Вимпел	17,7	0,9	236,4
НІР $_{0,5}$ фактор А			*0,203*	*0,016*	*0,715*
НІР $_{0,5}$ фактор В			*0,235*	*0,019*	*0,826*
НІР $_{0,5}$ фактор С			*0,235*	*0,019*	*0,826*

*Примітка * - (к) – контроль*

Менша кількість насінин з рослини і маса зерна з одного бобу, була сформована на варіанті із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{30}K_{45}$. Ці показники варіювали в межах 15,3 – 22,7 шт./рослину та 0,8 – 1,2 г з бобу, залежно від дії регуляторів росту.

Провівши аналіз структури врожаю рослин гороху сорту Фаргус, ми зафіксували зменшення цих показників, порівняно з сортами Готівський та Чекбек. Так, на варіанті $P_{30}K_{45}$ кількість насінин на одній рослині становила 9,9 шт./рослину, а маса зерна з одного бобу – 0,6 г. Із збільшенням доз азотних добрив на варіантах без обприскування регуляторами росту показники кількості зерна на одній рослині збільшувалися в середньому на 4,0 – 5,1 шт., а показники маси зерна з одного бобу на 0,1 – 0,2 г.

Обприскування ділянок регуляторами росту збільшувало ці показники в середньому на 4,0 – 5,1 шт./рослину та 0,1 – 0,2 г з одного бобу відповідно. Максимальна кількість насінин з однієї рослини у сорту гороху Чекбек була зафіксована на варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел і становила 28,3 шт./рослину та 1,4 г зерна з одного бобу. Аналогічну тенденцію до найвищих показників на зазначеному варіанті удобрення простежено у сортів Готівський та Фаргус.

Одним із важливих показників структури врожаю є маса 1000 насінин, яка залежить від сортових ознак культури, внесення мінеральних добрив та регуляторів росту. У сорту гороху Готівський маса 1000 насінин коливалася в межах 249,5 – 260,6 г, Чекбек – 261,1 – 266,4 г та Фаргус – 231,4 – 238,4 г, залежно від застосованих технологічних прийомів вирощування.

В середньому за три роки досліджень структура врожаю позитивно залежала від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту, які істотно збільшували масу1000 насінин.

На варіантах удобрення $P_{30}K_{45}$ без обприскування рослин рістрегуляторами сорт гороху Готівський забезпечив масу 1000 насінин 249,5 г, Чекбек – 261,1 г та Фаргус – 231,4 г. Після обприскування посівів регуляторами росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел маса 1000 насінин

збільшилася несуттєво – в середньому на 2,8 – 4,8 г, залежно від сорту. Із додаванням азоту у нормі N_{15}, N_{30} та N_{45}, але без регуляторів росту, для сорту Готівський маса зростала на 1,6 – 3,5 г, для сорту Чекбек на 1,4 – 2,7 г та Фаргус на 1,5 – 2,6 г.

Максимальні показники маси 1000 насінин зафіксовані в гороху сорту Чекбек на ділянках живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел – 266,4 г; за цієї ж дози мінеральних добрив та регуляторів росту Емістим С та ПлантаПег – 265,7 г та 264,9 г відповідно. Ця композиція удобрення також мала позитивний вплив і для сортів Готівський та Фаргус, але показники були меншими на 2,2 – 2,9% та 10,5 – 11,3% відповідно і становили 257,2 – 260,6 г та 235,1 – 238,4 г.

5.2. Урожайність сортів гороху посівного залежно від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту

Урожайність зерна є інтегрованим показником дії всіх чинників життя на рослинний організм протягом його росту та розвитку. Значною мірою вона залежить від біологічних особливостей сорту, забезпеченості рослини вологою та елементами живлення, технологічних прийомів вирощування, а також природно-кліматичних умов [233, 255, 292].

Нові сорти гороху інтенсивного типу мають високий потенціал урожайності та адаптовані до умов вирощування в умовах Лісостепу Західного. Розроблення сучасних конкурентоспроможних сортових технологій вирощування сприятиме максимальній реалізації генетичного потенціалу продуктивності, збільшенню виробництва високобілкових ресурсів і, відповідно, вирішенню проблеми рослинного білка [103]. Регулятори росту на основі гумінових речовин включаються в природні ланцюги перетворень та легко розщеплюються. Застосування їх спільно з мінеральними добривами в органомінеральній формі є ефективним засобом підвищення врожайності та якості продукції гороху посівного [243, 276, 287].

Встановлено, що показники продуктивності в 2018 році були найменшими, що пов'язано із значними коливаннями температур повітря та затяжними дощами в період вегетації (табл. 5.2).

Так, на варіантах без внесення азоту урожайність коливалася в межах 1,60 – 2,49 т/га, а за дії регуляторів росту вона збільшилася в середньому на 0,61 – 0,85 т/га, залежно від сорту.

В середньому за три роки досліджень врожайність зерна варіювала від 2,11 до 3,79 т/га за внесення мінеральних добрив та регуляторів росту у сорту Готівський, у сорту Чекбек – від 2,68 т/га до 4,32 т/га та у сорту Фаргус – від 1,82 до 3,30 т/га.

Таблиця 5.2

Урожайність зерна гороху залежно від підживлення мінеральними добривами та регуляторами росту, т/га (за 2016 – 2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Роки			Середнє за 2016-2018 рр.	Приріст урожаю т/га
			2016	2017	2018		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки (к)	2,10	2,26	1,98	2,11	-
		ПлантаПег	2,52	2,78	2,37	2,55	0,63
		Емістим С	2,66	3,00	2,56	2,74	0,74
		Вимпел	2,74	3,16	2,66	2,85	0,56
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,69	2,78	2,54	2,67	1,06
		ПлантаПег	3,13	3,37	3,02	3,17	1,23
		Емістим С	3,34	3,57	3,11	3,34	1,42
		Вимпел	3,48	3,91	3,20	3,53	0,97
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	3,07	3,28	2,91	3,08	1,49
		ПлантаПег	3,58	3,88	3,33	3,60	1,60
		Емістим С	3,66	4,09	3,38	3,71	1,68
		Вимпел	3,78	4,13	3,46	3,79	0,87
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,82	3,42	2,69	2,98	1,17
		ПлантаПег	3,10	3,69	3,05	3,28	1,31
		Емістим С	3,27	3,82	3,17	3,42	1,41
		Вимпел	3,33	3,98	3,25	3,52	0,57

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,62	2,93	2,49	2,68	-
		ПлантаПег	3,01	3,38	2,77	3,05	0,37
		Емістим С	3,10	3,53	2,91	3,18	0,50
		Вимпел	3,18	3,65	3,09	3,31	0,63
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	3,16	3,64	2,90	3,23	0,56
		ПлантаПег	3,69	4,19	3,37	3,75	1,07
		Емістим С	3,76	4,35	3,51	3,87	1,19
		Вимпел	3,87	4,43	3,62	3,97	1,29
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	3,45	3,86	3,12	3,47	0,80
		ПлантаПег	4,07	4,48	3,46	4,00	1,32
		Емістим С	4,15	4,69	3,60	4,15	1,47
		Вимпел	4,24	4,93	3,79	4,32	1,64
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,87	3,43	2,71	3,00	0,32
		ПлантаПег	3,19	3,89	2,94	3,34	0,66
		Емістим С	3,28	4,21	3,31	3,60	0,92
		Вимпел	3,36	4,34	3,41	3,70	1,02
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,72	2,13	1,60	1,82	-
		ПлантаПег	2,46	2,65	2,14	2,42	0,60
		Емістим С	2,51	2,80	2,23	2,51	0,70
		Вимпел	2,57	2,89	2,45	2,64	0,82
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,55	2,66	2,31	2,50	0,69
		ПлантаПег	2,90	3,27	2,69	2,95	1,14
		Емістим С	2,97	3,38	2,82	3,06	1,24
		Вимпел	3,01	3,50	2,93	3,15	1,33
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,98	3,04	2,51	2,84	1,03
		ПлантаПег	3,01	3,55	2,85	3,13	1,32
		Емістим С	3,20	3,53	2,93	3,22	1,40
		Вимпел	3,23	3,67	3,01	3,30	1,48
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,48	2,78	2,17	2,48	0,66
		ПлантаПег	2,94	3,35	2,75	3,01	1,20
		Емістим С	3,05	3,47	2,86	3,13	1,31
		Вимпел	3,11	3,59	2,95	3,21	1,40
НІР $_{05}$ для фактора А			*0,083*	*0,050*	*0,068*	*0,0346*	-
НІР $_{05}$ для фактора В			*0,096*	*0,058*	*0,078*	*0,0399*	-
НІР $_{05}$ для фактора С			*0,096*	*0,058*	*0,078*	*0,0399*	-

*Примітка * - (к) – контроль*

Найсприятливіші умови для росту та розвитку і реалізації біологічної продуктивності гороху, створювалися після внесення мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$, з обробленням посівів регуляторами росту, які виключно у

малих концентраціях суттєво змінювали процеси життєдіяльності рослинного організму та сприяли зростанню урожайності зерна гороху. Найкраще себе проявив варіант живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у комплексі з регуляторами росту Емістим С та Вимпел. Показники урожайності на цих варіантах в середньому за три роки становили 3,71 – 3,79 т/га для сорту Готівський, 4,15 – 4,32 т/га для сорту Чекбек, найменшою була урожайність у сорту Фаргус – 3,22 – 3,30 т/га. Дія регулятора росту ПлантаПег мала менший ефект, але показники біологічної продуктивності гороху посівного були вищими за варіант без обприскування регуляторами росту і коливалися в межах 3,13 – 4,0 т/га, залежно від сорту.

Внесення вищих норм азотних добрив $N_{45}P_{30}K_{45}$ менш ефективно впливало на біологічну урожайність зерна гороху, адже внесення мінерального азоту у більшій дозі призводило до пригнічення симбіотичного та фотосинтетичного апаратів, що є основними показниками для формування урожайності зернобобових культур. Так, на варіантах удобрення $N_{45}P_{30}K_{45}$ без обприскування регуляторами росту урожайність зерна в середньому за три роки у сортів гороху Готівський, Чекбек та Фаргус становила 2,98 т/га, 3,00 та 2,48 т/га відповідно. Після обприскування рослин рістрегуляторами урожайність зросла на 18 – 19%, порівняно з варіантом $P_{30}K_{45}$. Водночас, на варіантах удобрення, де вносили мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту, ці показники збільшувалися на 23 – 25%. Через це внесення лише мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{30}K_{45}$ виявилося менш ефективним.

На основі статистичного аналізу було визначено частку впливу досліджуваних факторів на врожайність гороху посівного, достовірну на п’ятивідсотковому рівні значимості (рис. 5.4.).

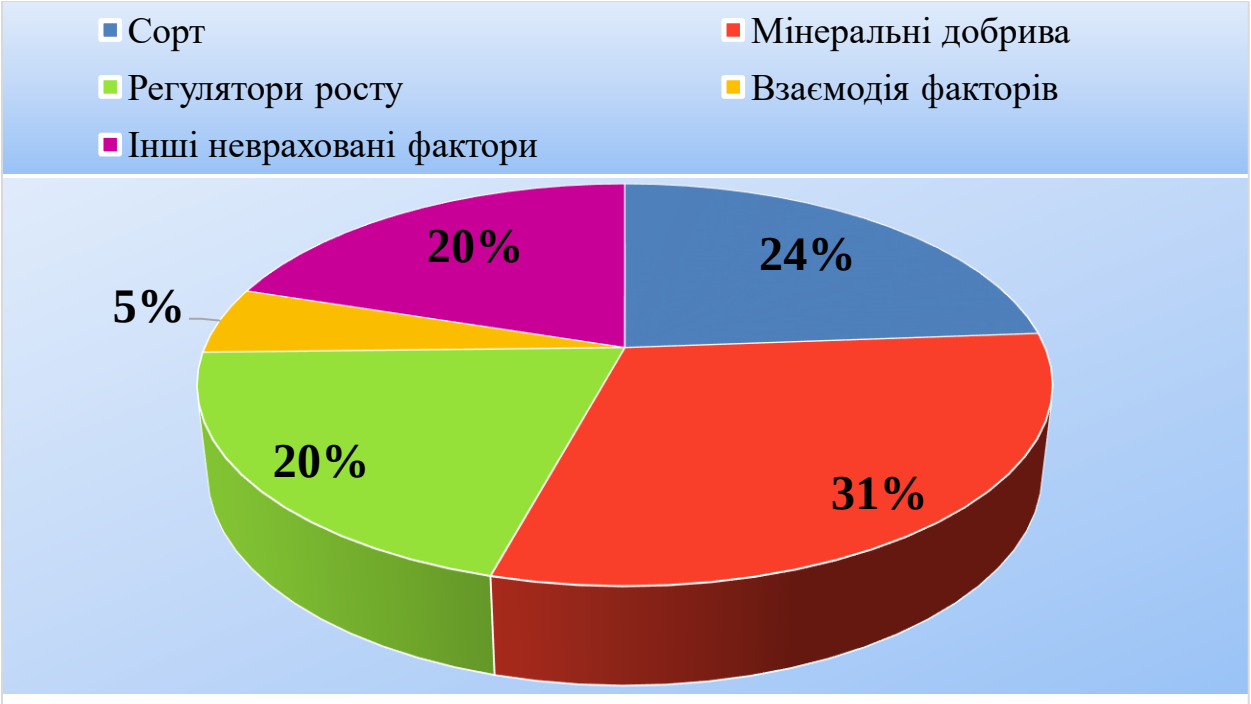


Рис. 5.4. Частка впливу факторів у формуванні врожайності зерна гороху посівного впродовж 2016 – 2018 рр.

Встановлено, що мінеральні добрива (фактор В) мали найістотніший вплив і забезпечували формування 31% урожайності зерна гороху посівного, 24% урожайності забезпечували обрані нами сорти (фактор А), частка впливу регуляторів росту (фактор С) складала 20%, інші невраховані фактори – 20%, взаємодія досліджуваних факторів – лише 5%.

У зв'язку з вище висвітленими закономірностями, проведений кореляційно-регресійний аналіз підтверджує прямолінійну кореляційну залежність між внесенням мінеральних добрив, застосуванням регуляторів росту та урожайністю гороху. (Додатки І.1, І.2, І.3, І.4, І.5)

На основі експериментальних даних розроблені математичні моделі залежності врожайності гороху від фону живлення та використання регуляторів росту та є достовірними на 95%-му рівні ймовірності за критерієм Фішера і Стьюдента та свідчать про високий рівень впливу мінеральних добрив та застосування регуляторів росту на урожайність гороху.

Математичні моделі залежності результативного показника урожайності від досліджуваних факторів описуються наступними рівняннями регресії, де: y – результативна ознака урожайність, т/га; x – фактор впливу:

вплив внесення мінеральних добрив на урожайність гороху: $y = 0,0171x + 1,8866$ $R^2 = 0,948$;

вплив обробки посіву регулятором росту ПлатаПег на урожайність гороху: $y = 0,0147x + 2,4509$ $R^2 = 0,9434$;

вплив обробки посіву регулятором росту Емістим С на урожайність гороху: $y = 0,0151x + 2,5733$ $R^2 = 0,9584$;

вплив обробки посіву регулятором росту Вимпел на урожайність гороху: $y = 0,0153x + 2,6774$ $R^2 = 0,9561$;

вплив внесення мінеральних добрив та обробки посіву регуляторами росту на урожайність гороху: $y = 0,0154x + 2,5462$ $R^2 = 0,9602$.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що в межах дослідів урожайність гороху більшою мірою залежала від комплексного застосування мінеральних добрив та регуляторів росту на посіві гороху. Проведені розрахунки свідчать про те, що між урожайністю та внесенням мінеральних добрив із обробкою посіву регуляторами росту існує прямий тісний кореляційний зв'язок – $R^2 = 0,9602$.

5.3. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на якість зерна сортів гороху посівного

Якість врожаю – комплексний показник, який формується в процесі вирощування культури. Вона залежить від сорту, типу ґрунту, агротехніки, метеорологічних умов та характеру їхньої взаємодії [56, 62, 98, 108, 126, 156].

Найбільший інтерес у розробників нових інтенсивних сортів гороху посівного викликає одержання зерна з високим вмістом білка, сирого протеїну, жиру, вуглеводів та вітамінів. У насінні гороху залежно від сорту і погодних умов міститься у 2,0 – 2,5 рази більше білка, ніж у зерні злаків, більше жирів, безазотових екстрактивних речовин, клітковини, значна кількість сирого протеїну, велика кількість вітамінів [98, 241, 300].

Аналіз формування сирого протеїну в зерні гороху після внесення мінеральних добрив у різних дозах та регуляторів росту за період росту та розвитку рослин сортів Готівський, Фаргус та Чекбек показав, що його величина була нестабільною і коливалася в межах 21,2 – 25,5%.

Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ забезпечило збільшення вмісту протеїну у зерні гороху, порівняно з варіантом $P_{30}K_{45}$ (контроль), до 23,7 – 25,4% у сорту Чекбек, де цей показник виявився найвищим; у сорту Готівський – до 22,5 – 24,1% та Фаргус – до 21,4 – 23,0% (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Вміст сирого протеїну в зерні гороху залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту,% (за 2016 – 2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Роки досліджень			Середнє за 2016-2018 рр
			2016	2017	2018	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Готівський	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки (к)	23,1	23,8	22,2	23,0
		ПлантаПег	23,6	24,3	22,7	23,5
		Емістим С	23,7	24,4	22,8	23,6
		Вимпел	23,9	24,6	22,9	23,8
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	23,4	24,1	22,5	23,3
		ПлантаПег	23,8	24,5	22,8	23,7
		Емістим С	23,9	24,6	23,1	23,9
		Вимпел	24,3	25,0	23,7	24,3
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	23,7	24,4	22,8	23,6
		ПлантаПег	23,9	24,6	23,2	23,9
		Емістим С	24,2	24,9	23,6	24,2
		Вимпел	24,5	25,2	23,9	24,5
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	23,1	24,0	22,4	23,2
		ПлантаПег	23,8	24,5	23,0	23,6
		Емістим С	23,9	24,6	23,4	23,9
		Вимпел	24,1	24,8	23,6	24,1

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	24,4	25,1	23,2	24,2
		ПлантаПег	24,6	25,3	23,6	24,5
		Емістим С	24,8	25,5	23,8	24,7
		Вимпел	24,9	25,6	23,9	24,8
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	24,7	25,4	23,7	24,6
		ПлантаПег	25,2	26,0	24,2	25,1
		Емістим С	25,5	26,3	24,5	25,4
		Вимпел	25,7	26,5	24,7	25,6
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	25,4	26,2	24,4	25,3
		ПлантаПег	26,0	26,8	25,0	25,9
		Емістим С	26,3	27,1	25,2	26,2
		Вимпел	26,6	27,6	25,7	26,6
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	24,8	25,5	23,8	24,7
		ПлантаПег	25,1	25,9	24,1	25,0
		Емістим С	25,3	26,3	24,3	25,3
		Вимпел	25,5	26,7	24,5	25,6
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	22,1	22,8	21,2	22,0
		ПлантаПег	22,4	23,1	21,5	22,3
		Емістим С	22,5	23,2	21,6	22,4
		Вимпел	22,7	23,4	21,8	22,6
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	22,3	23,0	21,4	22,2
		ПлантаПег	22,6	23,3	21,7	22,5
		Емістим С	22,8	23,5	21,9	22,7
		Вимпел	23,0	23,7	22,1	22,9
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	22,6	23,3	21,7	22,5
		ПлантаПег	23,0	23,8	22,0	22,9
		Емістим С	23,2	23,9	22,3	23,1
		Вимпел	23,5	24,5	22,5	23,5
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	22,4	23,1	21,5	22,3
		ПлантаПег	22,7	23,4	21,8	22,6
		Емістим С	22,9	23,6	22,0	22,8
		Вимпел	23,2	23,9	22,3	23,1
					НІР $_{0,5}$ для фактора А	*0,030*
					НІР $_{0,5}$ для фактора В	*0,035*
					НІР $_{0,5}$ для фактора С	*0,035*

*Примітка * (к) - контроль*

Після обприскування рослин регуляторами росту у мікростадіях ВВСН 55-65 показники вмісту сирого протеїну істотно зростали. Застосування комплексного природно-синтетичного препарату контактно-системної дії Вимпел сприяло зростанню вмісту сирого протеїну у зерні гороху на 6 – 7%, залежно від сорту. Збалансована композиція біологічно активних речовин природного походження у складі рістрегулятора Емістим С та регулятора росту ПлантаПег, який містить фульвокислоти та солі гумінових кислот, сприяла збільшенню вмісту сирого протеїну в середньому на 5 – 6%.

Максимальний вміст сирого протеїну був отриманий у сортів Чекбек – 25,5 – 27,4%, Готівський – 23,9 – 25,2% та Фаргус – 22,6 – 24,2% за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту Вимпел. На цьому ж варіанті живлення мінеральними добривами у комплексі з регуляторами росту Емістим С та ПлантаПег показники сирого протеїну були меншими в середньому на 0,4 – 0,8%.

Згідно з результатами наших досліджень, збільшення дози мінерального азоту до N_{45}, призводить до пригнічення нодуляційного апарату, а відповідно знижує показники зального та активного потенціалів, що своєю чергою негативно впливає на врожайність та якість зерна гороху. На ділянках, підживлених $N_{45}P_{30}K_{45}$ без внесення регуляторів росту вміст сирого протеїну становив 21,5 – 23,1% для сорту гороху Фаргус, 22,4 – 24,0% для сорту Готівський та 23,8 – 25,5 для гороху сорту Чекбек. Обприскування посівів гороху регуляторами росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел сприяло зростанню вмісту сирого протеїну в середньому на 0,3 – 0,9% залежно від сорту. Ці показники збільшилися, якщо порівняти з варіантом без застосування регуляторів росту, але зменшились, якщо порівняти із варіантом удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$.

Вміст жиру в зерні гороху також залежав від сорту і технологічних прийомів вирощування. Встановлено позитивний вплив мінеральних добрив із сумісним застосуванням регуляторів росту на збільшення вмісту жиру в зерні гороху посівного. На варіантах $P_{30}K_{45}$ без застосування рістрегуляторів,

залежно від сорту, показники вмісту жиру коливалися в межах 1,13 – 1,32%. Після обприскування синтетичним препаратом ПлантаПег у сортів гороху Готівський, Чекбек та Фаргус ці показники зросли і становили 1,40 – 1,51%, 1,90 – 2,06%, 1,13 – 1,22% відповідно. На посівах, оброблених регуляторами Емістим С та Вимпел, вміст жиру збільшився в середньому на 0,8 – 1,6%, як порівняти з варіантом без застосування рістрегуляторів (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Вміст сирого жиру в зерні гороху залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту,% (за 2016 – 2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Роки досліджень			Середнє за три роки
			2016	2017	2018	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Готівський	$P_{30}K_{45}$ (к)*	Без обробки (к)	1,36	1,43	1,32	1,37
		ПлантаПег	1,43	1,50	1,39	1,44
		Емістим С	1,49	1,56	1,45	1,50
		Вимпел	1,54	1,62	1,49	1,55
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,44	1,51	1,40	1,45
		ПлантаПег	1,51	1,59	1,46	1,52
		Емістим С	1,56	1,64	1,51	1,57
		Вимпел	1,62	1,70	1,57	1,63
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,57	1,65	1,52	1,58
		ПлантаПег	1,66	1,74	1,61	1,67
		Емістим С	1,72	1,81	1,67	1,73
		Вимпел	1,80	1,89	1,75	1,81
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,47	1,54	1,43	1,48
		ПлантаПег	1,54	1,62	1,49	1,55
		Емістим С	1,61	1,69	1,56	1,62
		Вимпел	1,67	1,75	1,62	1,68
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,81	1,90	1,76	1,82
		ПлантаПег	1,90	2,00	1,84	1,91
		Емістим С	1,95	2,05	1,89	1,96
		Вимпел	2,04	2,14	1,98	2,05

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5	6	7
Чекбек	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,96	2,06	1,90	1,97
		ПлантаПег	2,05	2,15	1,99	2,06
		Емістим С	2,13	2,24	2,07	2,14
		Вимпел	2,27	2,38	2,20	2,29
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,13	2,24	2,07	2,14
		ПлантаПег	2,26	2,37	2,19	2,28
		Емістим С	2,31	2,43	2,24	2,33
		Вимпел	2,39	2,51	2,32	2,41
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,08	2,18	2,02	2,09
		ПлантаПег	2,19	2,30	2,12	2,20
		Емістим С	2,25	2,36	2,18	2,27
		Вимпел	2,29	2,40	2,22	2,31
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,16	1,22	1,13	1,17
		ПлантаПег	1,23	1,29	1,19	1,24
		Емістим С	1,29	1,35	1,25	1,30
		Вимпел	1,34	1,41	1,30	1,35
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,24	1,30	1,20	1,25
		ПлантаПег	1,31	1,38	1,27	1,32
		Емістим С	1,36	1,43	1,32	1,37
		Вимпел	1,40	1,47	1,36	1,41
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,35	1,42	1,31	1,36
		ПлантаПег	1,46	1,53	1,42	1,47
		Емістим С	1,52	1,60	1,47	1,53
		Вимпел	1,62	1,70	1,57	1,63
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,27	1,33	1,23	1,28
		ПлантаПег	1,32	1,39	1,28	1,33
		Емістим С	1,38	1,45	1,34	1,39
		Вимпел	1,46	1,53	1,42	1,47
НІР $_{0,5}$ для фактора А			*0,004*			
НІР $_{0,5}$ для фактора В			*0,005*			
НІР $_{0,5}$ для фактора С			*0,005*			

*Примітка * (к) - контроль*

Результати проведених досліджень засвідчили позитивну реакцію досліджуваних сортів гороху на внесення мінеральних добрив у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$ та $N_{30}P_{30}K_{45}$. Показники вмісту жиру в зерні гороху сорту Готівський за цього варіанта живлення зростали до 1,40 – 1,65%, у сорту Чекбек – до 1,90 – 2,24%, у сорту Фаргус – до 1,20 –1,42%, що на 0,2 – 0,34% більше, порівняно з варіантом без азотних добрив.

Внесення регуляторів росту сприяло збільшенню вмісту жиру в зерні гороху усіх досліджуваних сортів. Так, за дії препарату ПлантаПег на ділянках, де вносили мінеральні добрива у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$, у сорту Готівський показник збільшення вмісту жиру становив від 1,46 до 1,59%, у сорту Фаргус – 1,27 – 1,38% та у сорту Чекбек – 1,99 – 2,15%. Така ж тенденція спостерігалася після обприскування посівів біорегулятором Емістим С, де вміст жиру в зерні збільшився на 0,2 – 0,4%, залежно від сортових ознак культури. За дії цих самих доз мінеральних добрив найбільший вміст жиру зафіксували в зерні гороху сорту Чекбек – 2,20 – 2,38% проти 1,36 – 1,47% сорту Фаргус, що відмічено на варіанті за обприскування рослин регулятором росту Вимпел.

Максимальні показники вмісту жиру у зерні зафіксовані на ділянках удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$. За варіантами досліду в зерні гороху сорту Готівський вміст жиру становив 1,52 – 1,89%, у сорту Фаргус – 1,31 – 1,70%, та у сорту Чекбек – 2,07 – 2,51%, залежно від дії регуляторів росту. Для усіх досліджуваних інтенсивних сортів за внесення регулятора росту рослин Вимпел вміст жиру збільшувався в середньому на 0,23 – 0,27%, препарат Емістим С сприяв збільшенню даних показників на 0,15 – 0,19%, а ПлантаПег – лише на 0,11 – 0,14%.

Вивчення впливу мінеральних добрив $N_{45}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту в єдиному технологічному процесі впродовж 2016 – 2018 рр. показало, що дія кожного з факторів залежала від ефективності їхньої взаємодії. Тому зазначені дози мінеральних добрив за роки досліджень

впливали на вміст жиру без чітко вираженої закономірності, а вміст сирого жиру та сирого протеїну був мінімальним навіть після застосування регуляторів росту рослин.

Висновки до розділу 5

1. У рослин гороху сортів Готівський, Чекбек та Фаргус, підживлених мінеральними добривами у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$ та $N_{30}P_{30}K_{45}$, кількість квіток збільшилася на 6 – 8%, бобів у міжфазному періоді ВВСН 81-89 – на 24 – 27%, порівняно з контрольним варіантом. За дії регуляторів росту ці показники збільшилася ще на 1,5 – 4,6%, що призводило до кращої збереженості бобів гороху на рослині під час збирання урожаю.

2. На період стиглості рослин маса зерна з одного бобу гороху була найбільшою на варіантах, де застосовували мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятор росту рослин Вимпел, що призвело до збільшення показників у середньому на 22 – 28%, залежно від сорту.

3. Маса 1000 насінин залежала від сортових ознак культури, внесення мінеральних добрив та регуляторів росту. У сорту гороху Готівський, який ми обрали за контроль, маса 1000 насінин знаходилась в межах 249,5 – 260,6 г, у сорту Чекбек – 261,1 – 266,4 г та Фаргус – 231,4 – 238,4 г, залежно від застосованих технологічних прийомів.

4. Найкращий вплив на біологічну продуктивність гороху мали внесенні мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ у комплексі з регуляторами росту Емістим С та Вимпел. Показники урожайності на цих варіантах в середньому за три роки становили 3,71 – 3,79 т/га для сорту Готівський, 4,15 – 4,32 т/га для сорту Чекбек, та 3,22 – 3,30 т/га для сорту Фаргус.

5. Вміст сирого протеїну в зерні гороху посівного збільшувався в середньому на 0,7% у гороху сорту Чекбек, на 1,4% у сорту Готівський та на 0,9% у сорту Фаргус за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту Вимпел, якщо порівняти з варіантом на

контролі. На цьому ж варіанті живлення мінеральними добривами у комплексі з регуляторами росту Емістим С та ПлантаПег, показники сирого протеїну були меншими в середньому на 0,4 – 0,8%, залежно від сорту.

Матеріали розділу опубліковано у наукових працях:

13. Бахмат М. І., Небаба К. С. Вплив елементів удобрення на збереженість бобів гороху в умовах Лісостепу Західного. Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 7-8 черв. 2018 р. Житомир, 2018. С. 5-7.

14. Бахмат М. І., Небаба К. С. Структурні елементи врожаю гороху посівного залежно від удобрення та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. Науковий вісник НУБіП України. Серія Агрономія.Київ, 2018. № 294. С. 24-31.

17. Бахмат М.І., Небаба К. С. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на продуктивність гороху посівного в умовах Лісостепу Західного. Розвиток агарної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво : матеріали доповідей ІІІ міжнар. наук.-практ. конф., 4-6 лист. 2020 р. Миколаїв, 2020. С. 40-41.

145. Небаба К. С. Особливості росту і розвитку рослин гороху посівного в умовах Поділля. Інноваційні технології в рослинництві : наукова інтернет-конф. 15 травня 2018 р., Кам’янець-Подільський. 2018. С. 119-120.

146. Небаба К. С. Продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив і регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. Зрошуване землеробство : міжв. тем. наук. зб. Херсон, 2020. Вип. 74. С. 65-68.

147. Небаба К. С. Продуктивність сортів гороху посівного залежно від технологічних заходів в умовах Лісостепу Західного. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва : матеріали ІІІ міжнар. наук.-практ. конф., 30-31 жовт. 2019 р. Харків, 2019. С. 95-97.

РОЗДІЛ 6
ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ПОСІВНОГО

6.1. Економічна ефективність вирощування гороху залежно від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту

Технології вирощування сільськогосподарських культур повинні забезпечувати оптимальне використання потенціалу продуктивності сортів, раціональну систему живлення, впровадження у виробництво високоефективних штамів азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих бактерій. У технології вирощування гороху досить високі затрати припадають на паливо-мастильні матеріали, насіння, мінеральні добрива, пестициди, оплату праці, тому процес виробництва зерна потребує значних фінансових витрат. Тож аграріїв цікавлять елементи технологічного процесу, що здатні забезпечити суттєвий приріст урожайності зерна та, відповідно, одержання прибутку від виробничої діяльності. У розрахунках економічної ефективності вирощування гороху враховуються показники урожайності зерна, вартість урожаю, матеріальні затрати на його вирощування, оплату праці, амортизацію, ремонт тощо. Складність розрахунків економічної ефективності полягає в нестабільності й диспаритеті цін на промислову (сільськогосподарська техніка, мінеральні добрива, пестициди, паливо-мастильні матеріали) та сільськогосподарську продукцію [47, 86, 102].

Як показали результати досліджень, економічна ефективність прибуткового вирощування гороху, як і більшості інших сільськогосподарських культур, значною мірою залежить від ціни продукції на ринку. Що більшою вона буде, то вищою буде рентабельність виробництва. Однак значний вплив на кінцеві фінансово-економічні результати господарської діяльності має собівартість продукції. Адже вона формується із

різних статей витрат, окремі із яких залежать безпосередньо від дотримання технології виробництва та правильного догляду за посівами.

На рисунку 6.1. показано загальну структуру собівартості гороху (у сорту Чекбек на фоні удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ та застосування регулятора росту Вимпел).

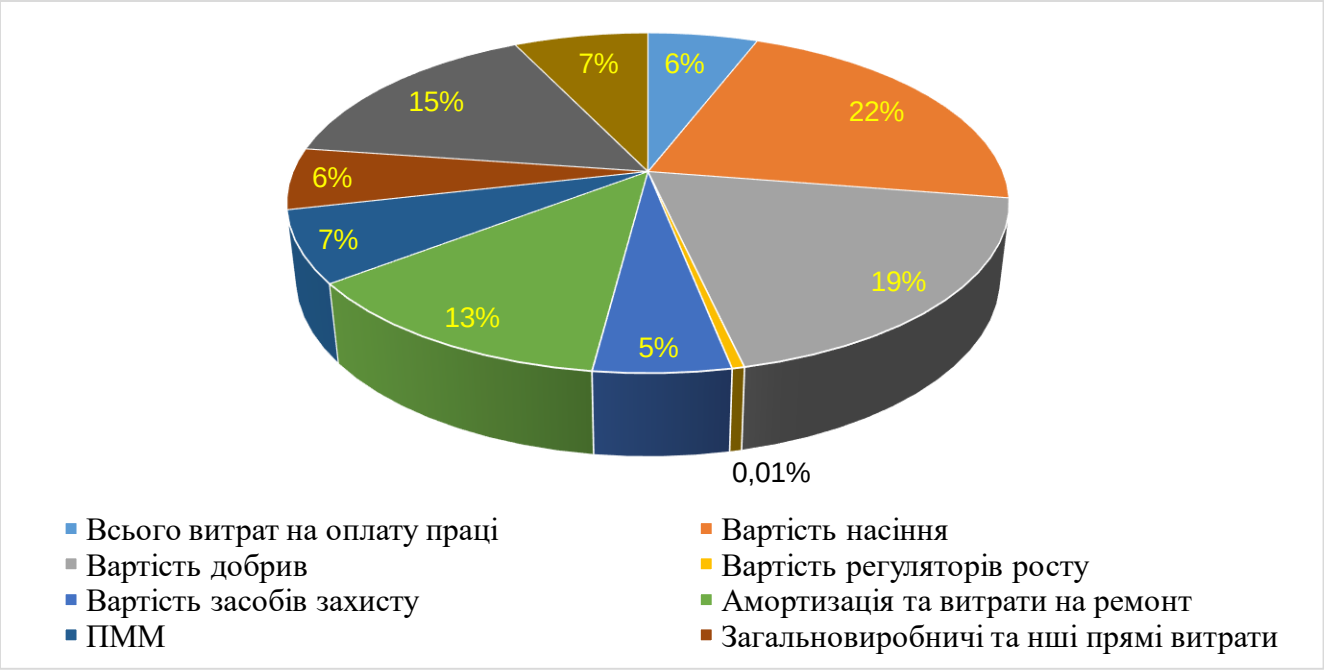


Рис. 6.1. Структура собівартості вирощування гороху посівного сорту Чекбек (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Найбільшу питому вагу в структурі собівартості складають: витрати на насіннєвий матеріал (22%), вартість добрив (19%), плата за оренду земельної ділянки (15%), амортизація та витрати на ремонт (13%), ПММ, інші поточні витрати (по 7%), оплата праці, загальновиробничі та інші прямі витрати (по 6%), вартість засобів захисту (5%). А от застосування на посіві регуляторів росту рослин складало 0,01% у загальній структурі собівартості.

Економічне оцінювання результатів досліджень здійснене відповідно до загальноприйнятих методик, розроблених в Інституті зернових культур НААН та ННЦ «Інститут аграрної економіки» НААН.

Для економічних розрахунків основними критеріями ефективності були прийняті: собівартість одиниці продукції, прибуток на 1 га посіву, а також рівень рентабельності.

Витрати на 1 га посіву та собівартість одиниці продукції під час застосування різних елементів технології вирощування гороху розраховували на основі складених технологічних карт і чинних методичних рекомендацій (Методичні рекомендації з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств. Затверджено Наказом Міністерства агарної політики України від 18.05.2001 р.). Ці показники були розраховані за нормативами і розцінками, чинними в підприємствах Лісостепової зони. Вартість зерна гороху з розрахунку на 1 га площі визначена за середньо ринковими цінами в період 2016 – 2018 рр. Чистий прибуток розрахований як різниця між вартістю урожаю і виробничими витратами (собівартістю) на його одержання [112, 114].

В основу аналізу економічної ефективності моделей технології вирощування гороху закладено варіанти використання регуляторів росту та підживлення комплексними добривами впродовж вегетації, які показали певні відмінності економічних характеристик [159].

Економічне оцінювання результатів трирічних дослідів показало, що горох дуже добре реагує на внесення мінеральних добрив та використання регуляторів росту. Водночас, відмінності в контексті ефективності наведених варіантів зумовлені як рівнем продуктивності сорту, якості продукції, так і витратами на її формування. Між цими показниками спостерігаємо досить тісну залежність [114].

Розгорнута характеристика продуктивності та економічної ефективності сортів гороху за даними дослідів у середньому за 2016 – 2018 роки показує, що використання мінеральних добрив (фактор В) підвищує врожайність у середньому по всіх сортах на 3,62 т/га (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування сортів гороху посівного залежно від мінеральних добрив та регуляторів росту (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Середня урожайність	Всього витрат, грн/га	Собівартість, грн/т	Валовий дохід, грн/га	Прибуток/збиток, грн/га	Рівень рентабельності/збитковості, %
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$(к)*	Без обробки*	2,11	16576,6	7856,2	18990,0	2413,4	14,56
		ПлантаПег	2,55	16745,3	6566,8	22950,0	6204,7	37,05
		Емістим С	2,74	16834,2	6143,9	24660,0	7825,6	46,49
		Вимпел	2,85	16841,6	5909,3	25650,0	8808,4	52,30
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,67	17220,9	28811,3	24030,0	6809,0	39,54
		ПлантаПег	3,17	17403,6	5490,1	28530,0	11126,2	63,93
		Емістим С	3,34	17487,8	5235,9	30060,0	12572,1	71,89
		Вимпел	3,53	17513,7	4961,4	31770,0	14256,3	81,40
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	3,08	17830,7	5789,2	27720,0	9889,3	55,46
		ПлантаПег	3,6	18017,9	5004,9	32400,0	14382,1	79,82
		Емістим С	3,71	18088,4	4875,6	33390,0	15301,7	84,59
		Вимпел	3,79	18088,8	4772,8	34110,0	16021,2	88,57
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,98	18265,5	6129,4	26820,0	8554,5	46,83
		ПлантаПег	3,28	18401,9	5610,3	29520,0	11118,1	60,42
		Емістим С	3,42	18479,2	5403,3	30780,0	12300,8	66,57
		Вимпел	3,52	18484,3	5251,2	31680,0	13195,7	71,39
Чекбек	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,68	17142,9	6396,6	24120,0	6977,1	40,70
		ПлантаПег	3,05	17295,5	5670,7	27450,0	10154,5	58,71
		Емістим С	3,18	17370,5	5462,4	28620,0	11249,5	64,76
		Вимпел	3,31	17382,6	5251,5	29790,0	12407,5	71,38
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	3,23	17785,0	5506,2	29070,0	11284,9	63,45
		ПлантаПег	3,75	17972,2	4792,6	33750,0	15777,8	87,79
		Емістим С	3,87	18044,9	4662,8	34830,0	16785,1	93,02
		Вимпел	3,97	18050,0	4546,6	35730,0	17679,9	97,95
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	3,47	18355,5	5289,8	31230,0	12874,5	70,14
		ПлантаПег	4,0	18545,0	4636,3	36000,0	17454,9	94,12
		Емістим С	4,15	18624,7	4487,9	37350,0	18725,3	100,54
		Вимпел	4,32	18645,9	4316,2	38880,0	20234,1	108,52

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Чекбек	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	3,0	18704,8	6234,9	27000,0	8295,2	44,35
		ПлантаПег	3,34	18850,4	5643,8	30060,0	11209,5	59,47
		Емістим С	3,6	18955,4	5265,4	32400,0	13444,5	70,93
		Вимпел	3,7	18960,5	5124,5	33300,0	14339,4	75,63
Фаргус	$P_{30}K_{45}$	Без обробки	1,82	16384,9	9002,7	16380,0	-4,9	-0,03
		ПлантаПег	2,42	16590,6	6855,6	21780,0	5189,4	31,28
		Емістим С	2,51	16656,4	6636,0	22590,0	5933,6	35,62
		Вимпел	2,64	16668,4	6313,8	23760,0	7091,6	42,55
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,5	17057,0	6822,8	22500,0	5442,9	31,91
		ПлантаПег	2,95	17228,1	5840,0	26550,0	9321,9	54,11
		Емістим С	3,06	17298,8	5653,1	27540,0	10241,5	59,20
		Вимпел	3,15	17301,3	5492,4	28350,0	11048,7	63,86
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,84	17650,6	6215,0	25560,0	7909,4	44,81
		ПлантаПег	3,13	17784,7	5682,0	28170,0	10385,3	58,39
		Емістим С	3,22	17850,5	5543,6	28980,0	11129,5	62,35
		Вимпел	3,3	17850,9	5409,4	29700,0	11849,0	66,38
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,48	18007,7	7261,2	22320,0	4312,3	23,95
		ПлантаПег	3,01	18214,8	6051,4	27090,0	8875,2	48,73
		Емістим С	3,13	18287,5	5842,7	28170,0	9882,5	54,04
		Вимпел	3,21	18288,0	5697,2	28890,0	10602,0	57,97

*Примітка * (к) - контроль*

Отже, застосування обґрунтованої системи мінерального живлення на посівах гороху, забезпечувало вищий рівень прибутковості, порівняно з контрольним варіантом. Зауважимо, що використання фону живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$ забезпечує вищий економічний ефект, ніж в середньому отримано на інших досліджуваних фонах живлення, та дозволяло отримати рівень рентабельності для сорту Готівський – 55,46%, Чекбек – 70,14%, та Фаргус – 44,81%, порівняно з середнім значенням усіх фонів живлення – 31,25%.

Важливою складовою системи заходів з підвищення продуктивності, поліпшення якості й ефективності вирощування гороху посівного, поряд з унесенням мінеральних добрив, є застосування регуляторів росту.

Аналіз даних щодо врожайності гороху показав, що обприскування посівів гороху регуляторами росту (фактор С) забезпечувало вагомий приріст

урожаю зерна, порівняно з контрольними варіантами, в середньому за варіантами досліду до 4,02 ц/га. Водночас, краще реагували на обприскування посіву регуляторами росту сорти Чекбек і Готівський – приріст урожаю у них становив – 3,81 та 3,80 ц/га відповідно.

Економічне оцінювання одержаних даних дозволяє стверджувати, що на варіантах, де проводилось оброблення посівів гороху досліджуваних сортів регулятором росту Вимпел, якщо порівняти із варіантами з внесенням регуляторів росту Емістим С та ПлантаПег, отримані вищі економічні показники. Також виявлено суттєвий вплив фонів підживлення на економічний ефект вирощування гороху – найвищі показники за всіма сортами та варіантами застосування регуляторів росту було отримано на варіанті мінерального живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$.

Із даних досліджень і розрахунків видно, що найвищий економічний ефект виробництва зерна гороху – рівень рентабельності – 108,52%, було досягнуто під час вирощування сорту Чекбек на інтенсивному фоні живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$ із застосуванням регулятора росту Вимпел. Прибуток з одиниці площі склав 20234,06 грн/га.

Максимальний рівень прибутку з вирощування досліджуваних сортів гороху визначала вартість технології вирощування загалом. Застосування менш затратних технологічних елементів забезпечувало вищий рівень прибутковості, тоді як використання більш затратних елементів, лише зменшувало прибуток, оскільки отриманий приріст врожаю не міг достатньою мірою компенсувати виробничі затрати.

Отже, економічне оцінювання технології вирощування досліджуваних сортів гороху із застосуванням різних комплексів догляду за рослинами показало їхню високу економічну вигоду. Проте за низьких показників рентабельності прибутковий результат господарської діяльності може опинитися в небезпеці через вплив ризикових ринкових факторів: коливань цін на продукцію, зміну кон’юнктури ринку, коливання курсу гривні до провідних світових валют тощо. Тому варіант вирощування гороху сорту

Чекбек із застосуванням мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ та в поєднанні з регулятором росту Вимпел є найбільш економічно вигідним і прибутковим, здатним забезпечити стабільне отримання прибутку за невисоких затрат на виробництво.

6.2. Енергетична ефективність вирощування сортів гороху залежно від застосування мінеральних добрив та регуляторів росту

В умовах ринкової економіки, яка характеризується різкою нестабільністю цін на матеріально-технічні ресурси, для оцінювання ефективності вирощування сільськогосподарських культур, на наш погляд, найбільш прийнятним є такий об'єктивний показник як енергетична ефективність [89, 121].

Розрахунок енергетичної ефективності передбачає врахування всіх енерговитрат на вирощування культури та виявлення ступеня окупності енергетичних витрат енергією, одержаною з урожаєм. Водночас, таке енергетичне оцінювання може бути, за необхідності, переведене і в грошовий еквівалент за умови, що відома собівартість 1 ГДж.

Для збільшення обсягів виробництва продукції однією з найважливіших умов є раціональне використання енергії. Це спонукає до аналізу обсягів енергетичних витрат у процесі вирощування культури. Такий аналіз дає змогу оцінити ефективність ресурсо- та енергоощадних технологій вирощування інтенсивних сортів гороху посівного [81].

За допомогою енергетичного аналізу можливо досить точно визначити основні чинники впливу технологій вирощування на рівень родючості, передусім ті, що позитивно або негативно впливають на формування врожаю: рівень ефективності використання природних ресурсів, ґрунту, клімату, сонячної радіації, тепла зони або регіону загалом.

Такий баланс ми визначали за технологічними картами вирощування гороху шляхом підрахунку витрат енергії на одиницю площі та енергоємності

одиниці отриманого врожаю зерна гороху з урахуванням конкретних факторів досліду. Під час оцінювання енергетичної ефективності окремих технологічних операцій зі складеної технологічної карти ми брали витрати на певні види робіт. Використовуючи технологічну карту, ми також визначили витрати ПММ, електроенергії, витрати на оплату праці механізаторів, а також енерговитрати на одиницю площі посіву і продукції [235].

Розрахунок енергетичної ефективності проводили за методикою О. К. Медведовського, а також застосовували методичні підходи П. І. Іваненка [142]. Основним показником, який найкраще характеризує енергетичну ефективність вирощеної продукції, є коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее), який розраховують як співвідношення виходу енергії з отриманим урожаєм зерна гороху до обсягу енергії, витраченого на технологію вирощування культури.

Внесення різних доз повного мінерального добрива (фактор В) як основний захід сприяло значному збільшенню накопиченої енергії з надбавкою урожаю. Однак при цьому збільшувалися витрати на застосування добрив, збирання, дороблення та реалізацію приросту врожаю.

У наших дослідженнях з-поміж усіх фонів добрив найкращою енергетичною ефективністю характеризувався фон $N_{30}P_{30}K_{45}$. Кее у досліджуваних сортів на даному фоні живлення складав у середньому за період досліджень для сорту Готівський – 1,81, Чекбек – 2,03, та Фаргус – 1,67. Водночас, на фонах $P_{30}K_{45}$, $N_{15}P_{30}K_4$ та $N_{45}P_{30}K_{45}$ коефіцієнт енергетичної ефективності характеризувався значно нижчими значеннями. Тобто за менших доз мінерального живлення та за підвищення рівня внесення мінеральних добрив енергетична ефективність згаданих варіантів знижувалася.

Результати впливу регуляторів росту на формування врожаю гороху (фактор С) засвідчили, що сумісне застосування регуляторів росту із внесенням мінеральних добрив сприяло зростанню врожайності та коефіцієнта енергетичної ефективності, якщо порівняти з контрольним варіантом (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Енергетична ефективність вирощування гороху посівного (середнє за 2016 – 2018 рр.)

Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Готівський (к)*				Чекбек				Фаргус			
		Середня урожайність за 3 роки т/га	Енергетичні затрати, МДж/га	Вміст енергії у врожаї гороху, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Середня урожайність за 3 роки т/га	Енергетичні затрати, МДж/га	Вміст енергії у врожаї гороху, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Середня урожайність за 3 роки т/га	Енергетичні затрати, МДж/га	Вміст енергії у врожаї гороху, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	2,11	34648,4	43402,7	1,25	2,68	34835,1	55127,6	1,58	1,82	34549,8	37437,4	1,08
	Плантапег	2,55	34824,6	52453,5	1,51	3,05	34989,2	62738,5	1,79	2,42	34776,1	49779,4	1,43
	Емістим С	2,74	34884,2	56361,8	1,62	3,18	35030,0	65412,6	1,87	2,51	34804,3	51630,7	1,48
	Вимпел	2,85	34918,7	58624,5	1,68	3,31	35070,8	68086,7	1,84	2,64	34845,1	54304,8	1,56
$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,67	34857,4	54921,9	1,58	3,23	35040,9	66441,1	1,90	2,5	34796,8	51425,0	1,48
	Плантапег	3,17	35052,4	65206,9	1,86	3,75	35242,2	77137,5	2,19	2,95	34975,6	60681,5	1,73
	Емістим С	3,34	35105,8	68703,8	1,96	3,87	35279,8	79605,9	2,26	3,06	35010,2	62944,2	1,80
	Вимпел	3,53	35165,4	72612,1	2,06	3,97	35311,2	81662,9	2,31	3,15	35038,4	64795,5	1,85
$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	3,08	35019,3	63355,6	1,81	3,47	35149,4	71377,9	2,03	2,84	34936,3	58418,8	1,67
	Плантапег	3,6	35220,6	74052,0	2,10	4,00	35353,8	82280,0	2,33	3,13	35065,3	64384,1	1,84
	Емістим С	3,71	35255,1	76314,7	2,16	4,15	35400,9	85365,5	2,41	3,22	35093,6	66235,4	1,89
	Вимпел	3,79	35280,2	77960,3	2,21	4,32	35454,3	88862,4	2,51	3,3	35118,7	67881,0	1,93
$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	2,98	35017,4	61298,6	1,75	3,00	35031,4	61710,0	1,76	2,48	34824,6	51013,6	1,47
	Плантапег	3,28	35149,6	67469,6	1,92	3,34	35176,1	68703,8	1,95	3,01	35057,1	61915,7	1,77
	Емістим С	3,42	35193,5	70349,4	2,00	3,6	35257,7	74052,0	2,10	3,13	35094,8	64384,1	1,83
	Вимпел	3,52	35224,9	72406,4	2,06	3,7	35289,1	76109,0	2,16	3,21	35119,9	66029,7	1,88

Примітка * (к) – контроль

Із даних таблиці 6.2 видно, що коефіцієнт енергетичної ефективності у всіх досліджуваних сортів був найвищим серед варіантів із застосуванням регуляторів росту і складав в середньому для сорту Готівський – 2,21, для сорту Чекбек – 2,51 та для сорту Фаргус – 1,93.

Найбільший вихід енергії з одного гектара 88862,40 МДж забезпечувало застосування регулятора росту Вимпел на фоні живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у сорту Чекбек, за енерговитрат 35454,33, де Кее склав 2,51. Застосування регулятора росту Вимпел на посівах гороху забезпечило отримання максимального рівня рентабельності та енергетичної ефективності, що підкреслює важливість використання в технології вирощування досліджуваної культури цього регулятора росту.

Отже, здійснення біоенергетичного оцінювання досліджуваних агрозаходів під час вирощування гороху посівного показало, що раціональне застосування мінеральних добрив та регуляторів росту на посівах цієї культури в умовах Лісостепової зони України забезпечує високу окупність енергетичних витрат.

Висновки до розділу 6

1. Для сортів гороху Готівський та Чекбек за внесення мінеральних добрив та без внесення регуляторів росту умовно чистий прибуток становив 2413,4 – 12874,5,1 грн/га, рентабельність – 14,6 – 70,1% відповідно. Після обприскування рослин регуляторами росту урожайність зерна підвищувалася, а відповідно й зростав умовно чистий прибуток та рівень рентабельності. Для сорту Фаргус на контрольному варіанті ($P_{30}K_{45}$) економічна ефективність була збитковою і становила -4,92 грн/га, а рівень рентабельності -0,03%. Сорт гороху Чекбек високу економічну ефективність забезпечував за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту Вимпел, що давало приріст урожаю 0,85 т/га і чистий прибуток 20234,1 з рівнем

рентабельності 108,5%. Економічна ефективність вирощування гороху посівного суттєво знижувалася на фоні високої дози добрив $N_{45}P_{30}K_{45}$.

2. Найвищий енергетичний коефіцієнт 1,79 – 2,51 отримано на варіантах, де вносили добрива у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятори росту рослин. За внесення мінеральних добрив у максимальних дозах у поєднанні з регуляторами росту збільшувалися енергетичні затрати енергії до 35193,8 МДж/га для гороху сорту Готівський, 35454,7 МДж/га для сорту Чекбек та 35118,7 МДж/га сорту Фаргус.

Матеріали розділу опубліковано в наукових працях:

1. Небаба К. С. Сучасні технології та економічна ефективність виробництва зерна гороху посівного в умовах Лісостепу Західного. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 лист. 2020 р. Харків, 2020. С. 92-94.

168

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі науково обґрунтовано та практично, вивчено проходження процесів росту, розвитку та формування урожайності і якості насіння гороху посівного за оптимізації елементів технології вирощування з врахуванням погодно-кліматичних умов Лісостепу західного.

1. Показники польової схожості насіння усіх досліджуваних нами сортів гороху були найвищими за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{30}K_{45}$ і становили для сорту гороху Готівський – 93,6 %, Чекбек – 95,3 % та Фаргус 91,7 %.

2. Густота стояння рослин та показники їх виживаності у мікростадії ВВСН 97 були кращими за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту Вимпел. У рослин сорту Готівський за цієї композиції живлення, густота стояння рослин була 101,8 шт/м^2 з виживаністю 91,2 %, у гороху сорту Чекбек відповідно 106,7 шт/м^2 та 92,3 %, а у сорту Фаргус при густоті рослин 100,7 шт/м^2 виживаність становила 90,9 %.

3. Тривалість вегетаційного періоду досліджуваних сортів гороху залежала від сортових особливостей, доз мінеральних добрив і регуляторів росту та погодно-кліматичних умов. В середньому за три роки досліджень, найдовший вегетаційний період був за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{30}K_{45}$ та регуляторів росту. Для сорту гороху Фаргус цей показник становив – 92 доби, Готівський – 86 діб та Чекбек – 81 доба.

4. Встановлено, що із збільшенням доз мінерального азоту, симбіотичний апарат на коренях гороху посівного пригнічувався. Загальна кількість, а відповідно й кількість активних бульбочок була меншою на контрольних варіантах живлення (без обробки регуляторами росту). Показники загальної кількості та кількості активних бульбочок на коренях рослин гороху посівного усіх досліджуваних нами сортів були найвищими у мікростадіях ВВСН 60-69 за внесення $N_{45}P_{30}K_{45}$ та регулятора росту Вимпел.

На цих варіантах живлення у гороху сорту Готівський всього було встановлено 39,9 шт/рослину, у сорту Чекбек – 48,6 шт/рослину та Фаргус – 38,4 шт/рослину, з них активних відповідно 16,2 шт/рослину, 20,8 та13,7 шт/рослину.

5. Маса бульбочок залежала від їх кількості і технологічних заходів. Обприскування рослин гороху регуляторами росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел мало позитивний вплив на симбіотичний. Найвищими показники загальної маси кореневих бульбочок були на варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту Вимпел. Для сорту гороху Чекбек ці показники становили – 5,41 г/10 рослин, а для сортів Готівський та Фаргус загальна маса кореневих бульбочок була 4,85 та 4,2 г/10 рослин, відповідно.

6. Показники симбіотичного потенціалу, були максимальними на ділянках де застосовували мінеральні добрива та обприскували рослини регуляторами росту. Найефективнішим було застосування мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел. На даному варіанті живлення для сорту гороху Готівський загальний симбіотичний потенціал становив 10,6 тис. кг*діб/га та активний 7,2 тис. кг*діб/га, для гороху сорту Чекбек ці показники відповідно були 13,1діб/га та 9,3 тис. кг*діб/га, а найнижчими вони були у сорту гороху Фаргус – 10,0 та 6,8 тис. кг*діб/га, відповідно.

7. Збільшення доз мінерального азоту у поєнанні з регуляторами росту, суттєво впливало на інтенсивність біологічної фіксації азоту. Найкращими ці показники були у сорту гороху Чекбек – 65,2 кг/га, для сортів гороху Готівський та Фаргус вони відповідно становили 54,0 та 52,8 кг/га.

8. Площа листкової поверхні у всіх сортах гороху була максимальною у мікростадіях ВВСН 60-69 за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{30}K_{45}$ та регулятора росту Вимпел. Найвищі ці показники зафіксувано у гороху сорту Чекбек – 415,1 $см^2$/рослину, тоді як для сортів Готівський та Фаргус площа листкової поверхні становила 347,2 та 333,2 $см^2$/рослину, відповідно.

9. Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу рослин гороху у мікростадіях ВВСН 60-79 на рівні 1,25 – 1,54 млн.м^2×діб/га залежно від сорту, були сформовані на варіантах живлення $N_{45}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регулятором росту Вимпел.

10. У мікростадіях ВВСН 60-79 показники чистої продуктивності фотосинтезу за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{30}K_{45}$ були найвищими та коливалися в межах від 1,41 до 2,19 г/м^2 залежно від сорту. Показники величини чистої продуктивності фотосинтезу на посівах які обробляли регулятором росту Вимпел були максимальними і становили 2,48 г/м^2 у рослин сорту Чекбек, 2,21 г/м^2 для гороху сорту Готівський та у сорту Фаргус – 1,85 г/м^2.

11. На масу зерна сортів гороху посівного в досліді, суттєвий вплив мали мінеральні добрива та регулятори росту. Найбільшою вона була на варіантах де застосовували мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятор росту Вимпел. За цієї композиції живлення в рослин гороху сорту Чекбек маса зерна з одного бобу в середньому була 1,4 г, сорту Готівський – 1,1 г та Фаргус 1,4 г.

12. Маса 1000 насінин залежала від сортових ознак культури і внесення різних доз мінеральних добрив та регуляторів росту. У сорту гороху Готівський маса 1000 зерен коливалася в межах 249,5 – 260,6 г, Чекбек 261,1 – 266,4 г та Фаргус 231,4 – 238,4 г, залежно від застосованих технологічних прийомів.

13. Продуктивність зерна гороху посівного залежала від внесення різних доз мінеральних добрив у комплексному поєднанні з регуляторами росту. Максимальною врожайність була на варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ та з регулятором росту Вимпел. В середньому за три роки, цей показник становив відповідно 3,79 т/га для сорту Готівський, 4,32 т/га – для сорту Чекбек, а найменшою урожайність була у сорту Фаргус – 3,30 т/га.

14. Найбільше сирого протеїну та жиру містилося в зерні гороху усіх досліджуваних нами сортів за умов внесення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з

регулятором росту Вимпел. На цьому варіанті живлення в зерні сорту Готівський білка містилося 24,5 %, Чекбек – 26,6 % та у Фаргус 23,5 %. Даний варіант живлення, найкраще спрацював і для показників вмісту сирого жиру. В зерні гороху сорту Чекбек ці показники були найвищими – 2,41 %, у сортів Готівський та Фаргус вони становили 1,81 % та 1,63 % відповідно.

15. Управління оптимізацією формування продуктивністю гороху посівного за умов внесення мінеральних добрив та регуляторів росту забезпечувало підвищення економічної ефективності вирощування даної культури. Загальні витрати на технологію вирощування гороху посівного складали в середньому 16576,5 – 18960,5 грн/га. Найвищий прибуток з 1-го гектару зерна гороху, за внесення мінеральних добрив та регуляторів росту складав 16021,0 грн/га для сорту гороху Готівський, 20234,1 грн/га для гороху сорту Чекбек та 11849,1 грн/га для сорту Фаргус.

16. Енергетичні витрати на вирощування гороху посівного становили в середньому 34549,7 – 35454,3 МДж/га. При внесенні мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та обприскування рослин регулятором росту Вимпел був найбільший вміст енергії у врожаї гороху сорту Чекбек – 88862,4 МДж/га де коефіцієнт енергетичної ефективності становив 2,32.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі отриманих результатів досліджень економічного і біоенергетичного аналізу, з метою вирощування гороху посівного на рівні 3,3 – 4,3 т/га в зоні Лісостепу західного рекомендується:

- висівати інтенсивний сорт гороху посівного Чекбек;
- вносити восени під оранку фосфорні та калійні добрива у дозах $P_{30}K_{45}$, азотні навесні перед сівбою у дозі N_{30};
- у фазі бутонізації на початку цвітіння обприскувати посіви гороху регулятором росту Вимпел (30 мл/га) та Емістим С (30 мл/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко С., Огурцов Ю., Цехмейструк М. [та ін]. Формування високої врожайності гороху. *Агробізнес сьогодні*. – URL: http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/events/406-2011-05-13-05-48-20.html.

2. Адамень Ф. Ф., Турін Є. М. Взаємодія сортів сої зі штамами бульбочкових бактерій. *Бюлетень Інституту зернового господарства* / УААН. Дніпропетровськ, 2005. № 23–24. С. 103–106.

3. Алімов Д. М., Білоножко М. А., Бобро М. А. Рослинництво. Лабораторно-практичні заняття: навчальний посібник для вищих аграрних закладів освіти II-IV рівнів акредитації з напрямку «Агрономія» / за ред. М. А. Бобро. Київ: Урожай, 2001. 392 с.

4. Амелин А. В. Морфобиологические особенности растений гороха в связи с созданием сортов усатого типа. *Селекция и семеноводство*. 1997. № 2. С. 9–13.

5. Андрушко М., Лихочвор В., Андрушко О. Урожайність зерна гороху залежно від елементів системи удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Серія Агрономія. Львів, 2019. № 23. С. 67–71.

6. Анішин Л. А. Ефективність регуляторів росту за різних доз та способів їх внесення на посівах озимої пшениці. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 105–106.

7. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої: монографія. Київ: Урожай, 1993. 432 с.

8. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ: Аграрна наука, 2011. 548 с.

9. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Фотосинтетична продуктивність посівів та урожайність зерна сої залежно від елементів технології вирощування. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Київ: Урожай, 1991. Вип. 31. С. 7–9.

10. Балаур Н. С., Тетю А. В. Энергетическая оценка выращивания гороха. Кишинев: Штиинца, 1988. 115 с.

11. Барбер С. А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. Механистический подход / под ред. Э. Е. Хавкина. Москва: Агропромиздат, 1988. 376 с.

12. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої: Монографія. Камянець-Подільський: Видавець Зволейко Д. Г. 2012. 436 с.

13. Бахмат М. І., Бахмат О. М. Формування сортової врожайності сої в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 138–144.

14. Бахмат М. І., Небаба К. С. Вплив елементів удобрення на збереженість бобів гороху в умовах Лісостепу Західного. *Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 7-8 черв. 2018 р. Житомир, 2018. С. 5–7.

15. Бахмат М. І., Небаба К. С. Структурні елементи врожаю гороху посівного залежно від удобрення та регуляторів росту в умовах Лісостепу західного. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія Агрономія. Київ, 2018. № 294. С. 24–31.

16. Бахмат М. І., Плахтій Д. П., Небаба К. С. Формування симбіотичного апарату гороху посівного залежно від удобрення мінеральними добривами та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Рослинництво та ґрунтознавство*: наук. журн. НУБІП. Вип. 11, №3. Київ, 2020. С. 33–43.

17. Бахмат М., Чинчик О. Особливості вирощування гороху посівного в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрна наука та освіта в умовах Євроінтеграції*: зб. наук. пр. міжнар. наук.-практ. конф. 20-22 берез. 2018 р., м. Кам'янець-Подільський. Тернопіль: Крок, 2018. Ч. 1. С. 54–56.

18. Бахмат М.І., Небаба К. С. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на продуктивність гороху посівного в умовах Лісостепу Західного. *Розвиток агарної галузі та впровадження наукових досліджень у*

виробництво: матеріали доповідей III міжнар. наук.-практ. конф., 4-6 лист. 2020 р. Миколаїв, 2020. С. 40–41.

19. Бахмат М.І., Небаба К. С. Густота стояння рослин гороху посівного залежно від добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. 25-26 жовт. 2018 р. Харків, 2018. С. 36–37.

20. Босак В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерновоподзолистых легкосуглинистых почвах. Минск, 2003. 176 с.

21. Бочевар О. В., Кулик А. А. Агротехнические приемы повышения устойчивости растений гороха в условиях северной Степи Украины. *Вестник Прикаспия*. Соленое Займище. 2014. № 3. С. 8–12.

22. Буряк Ю. І., Чернобаб О. В., Бондаренко Л. В. Застосування регуляторів росту при вирощуванні насіння ярого ячменю. *Вісник Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва в Харківській області*. Харків, 2006. Вип. 4. С. 14–21.

23. Бушулян О., Коблай С. Володар бобового царства, або знову про горох. *Пропозиція*. 2019. № 2. С. 54–58.

24. Вербицкий Н. М., Шурупов В. Г., Илюшечкин А. В. Горох – высокобелковая культура. *Вестник РАСХН*. Москва. 2006. № 5. С. 11–13.

25. Веретенников А. В. Физиология растений: учебник. Москва: Академический Проект, 2006. 480 с.

26. Вильдфлуш И. Р., Пироговская Г. В., Мишура О.И., [и др.]. Влияние новых комплексных удобрений и регуляторов роста на биометрические показатели, урожайность и качество гороха полевого. *Почвоведение и агрохимия*. 2016. № 1 (56). С. 129–137.

27. Вишнівський П.С., Фурман О.В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Вип. 11, № 1. С. 13–22.

28. Влияние стимуляторов роста растений на Rhizobium leguminosarum bv. Viciae 263б и эффективность симбиотической азотфиксации у растений гороха. Косенко Л. В. и др. *Мікробіологічний журнал*. 2001. Т. 63, № 5. С. 59–66.

29. Вовченко А. М., Пономаренко М. І., Власова Н. А. [та ін.]. Порівняльна продуктивність сортів гороху та придатність їх до збирання прямим комбайнуванням. *Агроном*. 2007. № 3. С. 86–87.

30. Волкогон В. В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур: монографія. Київ: Аграрна наука, 2007. 144 с.

31. Волкогон В. В., Дулънев П. Г. Влияние стимуляторов роста растений на процесс биологической азотфиксации / за ред. В. П. Кухаря. *Елементи регуляції в рослинництві*: зб. наук. пр. Київ: ВВП Компас, 1998. С. 17–24.

32. Волкодав В. В., Андрущенко А. В., Пількевич А. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Київ, 2000. 100 с.

33. Вплив скоростиглості гібридів кукурудзи на морфологічні показники і продуктивність в умовах НВЦ «Поділля». Рихлівський І. П., Вахняк В. С., Бурдига В. М., Строяновський В. С. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2017. Вип. 26. С. 158–174.

34. Гамаюнова В. В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в Південному Степу. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський, 2016. Вип. 24(1). С. 46–57.

35. Гамбург К. З. и др. Регуляторы роста растений. Киев: Колос, 1979. 264 с.

36. Гафуров Р. Г. Стратегия направленного химического синтеза фиторегуляторов и стресспротекторов нового поколения и результаты их

исследований в биотехнологиях. *Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях*: тезисы IV Междунар. конф. Москва, 2001. С. 87–88.

37. Геркіял О. М., Господаренко Г. М., Коларьков Ю. В. Агрохімія. Умань, 2008. 300 с.

38. Гирка А.Д., Ткаліч І.Д., Сидоренко Ю.Я. [та ін.]. Актуальні аспекти технології вирощування гороху в умовах північного Степу України. Вісник аграрної науки. Київ, 2018. №2. С.31–35.

39. Гончар Л. М., Пилипенко В. С. Польова схожість насіння та густота стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія: Агрономія. Київ, 2017. № 269. С. 30–36.

40. Гончар Т. М. Удосконалення технології вирощування гороху на зерно в умовах правобережного Лісостепу України: дис. … канд. с.-г. наук 06.01.09. Київ. 2008. 250 с.

41. Горбатенко А., Судак В., Чабан В. Горох завжди прибутковий, і на схилах теж. *Пропозиція*. 2019. № 1. С. 56–59.

42. Городній М. М. Агрохімія. Київ: Мастер Принт, 2015. 437 с.

43. Городній М. М., Мельник С. І., Маліновський А. С. [та ін.]. Агрохімія. Київ: Алефа, 2003. 778 с.

44. Городній М.М. Агрохімія. Київ: Арістей, 2008. 936 с.

45. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2013. 406 с.

46. Гудзь В. П., Примак І. Д., Рибак М. Ф. [та ін]. Адаптивні системи землеробства: підручник. Київ: Центр учбової л-ри, 2007. 333 с.

47. Гулидова В. А. Экономия затрат энергии при выращивании гороха. *Земледелие*. 2003. № 1. С. 21–22.

48. Гусев М. В. Минеева Л. А. Микробиология: ученик. Москва: Изд-во МГУ, 1992. 448 с.

49. Данильченко О. М. Формування фотосинтетичного апарату та врожайності зерна гороху в умовах північно-східного Лісостепу України.

Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія ; Вип. 9. Суми, 2016. С. 88–91.

50. Дарвин Ч. Способность к движению у растений. Москва; Ленинград, 1941. Т. 8. С. 161–517.

51. Дворецька С. П., Рябокінь Т. М., Єфіменко Г. М. [та ін.]. Особливості формування елементів продуктивності рослин гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування культури. *Збірник наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ, 2014. Вип. 3. С. 56–66.

52. Деева В. П., Шеленг З. И., Санько Н. В. Избирательное действие химических регуляторов роста на растения. Физиологические основы. Минск: Наука и техника, 1988. 255 с.

53. Демчук Н. Посівні площі основних сільськогосподарських культур за 2010-2019 роки. URL : SuperAgronom.comhttps://superagronom.com-/blog/657-posivni-ploschi-osnovnih-silskogospodarskih-kultur-za-2010-2019-roki (дата звернення : 11.02.2020 р.).

54. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні: (витяг станом на 27.08.2020 р.) / Український інститут експертизи сортів України. Київ, 2020. С. 176-178.

55. Деркач Ф. А. Хімія. Львів : Львівський ун-т, 1968. 312 с.

56. Дідора В. Г., Деребон І. Ю., Бондар О. Є. та ін. Вплив елементів органічної технології вирощування на продуктивність сої в умовах Полісся України. Наукові горизонти. Житомир, 2018. № 7–8. С. 36–41.

57. Дідора В. Г., Бондар О. Є., Власюк М. В. [та ін.]. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. *Наукові горизонти*. Житомир, 2019. № 1. С. 33–39.

58. Дідора В. Г., Ступніцька О. С., Баранов О. В. [та ін.]. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2013. № 1(1). С. 80–83.

59. Дідора В. Г., Баранов О. В., Ступніцька О. С. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від норм висіву та строків посіву в умовах Полісся України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія».* Суми, 2013. Вип. 3 (25). С. 138–140.

60. Дідора В. Г., Бондар О. Є., Власюк М. В. [та ін.]. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. Наукові горизонти. Житомир, 2019. № 1. С. 33–39.

61. Дідора В. Г., Баранов О. В., Ступніцька О. С. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від норм висіву та строків посіву в умовах Полісся України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». Суми, 2013. Вип. 3 (25). С. 138–140.

62. Дідур І. М. Оптимізація моделей технології вирощування гороху на зерно в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Вінниця, 2008. Вип. 63. С. 251–256.

63. Довідник з агрокліматичних ресурсів України / гол. ред. М. П. Скрипник. Київ: УкрГМЦ, 1993. Ч. 2.: Агрокліматичні умови росту та розвитку основних сільськогосподарських культур 718 с.

64. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур. В. В. Лихочвор та ін. Львів: Українські технології, 1999. 408 с.

65. Доля В. С., Заришняк А. С. Влияние хлорхолинхлорида на устойчивость растений сахарной свеклы к пониженным температурам. Сборник науч. тр. ТСХА. Москва, 1986. 151 с.

66. Доросинский Л. М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. Ленинград: Колос. 1970. 191 с.

67. Дорохов В. І., Складенко Т. В. Природні стимулятори росту рослин. Житомир: ЖНАЕУ, 2014. 113 с.

68. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

69. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1979. 416 с.

70. ДСТУ 4115:2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА. [Чинний від 2005-05-30]. Київ. Держспоживстандарт України, 2006. 18 с. (Національний стандарт України).

71. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфільда. [Чинний від 2016-07-01]. Київ. ДП УкрНДНЦ, 2016. 5 с. (Національний стандарт України).

72. Ефимов В. Н., Донских И. Н., Синицин Г. И. Система применения удобрений. Москва: Колос, 1984. 272 с.

73. Жуйков О. Г., Лагутенко К. В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*: Таврійський наук. вісник. Херсон, 2017. №98. С. 65–70.

74. Жогалева О.С., Стрельцова Л.Г. Влияние хелатных микроудобрений на элементы структуры урожая гороха. Зерновое хозяйство России. 2019. №4(64). С. 66–71.

75. Жуков М. С. Методы определения размера фиксации атмосферного азота бобовыми культурами. *Материалы науч.-метод. совещания «Методы исследований с зернобобовыми культурами»*. Орел, 1971. Т. 2. С. 252–260.

76. Зединг Г. Ростовые вещества растений. Москва, 1955. 387 с.

77. Зубов А. Е., Катюк А. И. Урожайность сортов гороха различного морфотипа. *Достижение науки и техники АПК*. 2005. № 9. С. 12–14.

78. Иващенко И. Н. Влияние регуляторов роста на устойчивость к стрессовым факторам, урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Ставрополь, 2010. 26 с.

79. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. Киев: Урожай, 1976. 200 с.

80. Ионас В. А., Вильдфлуш И. Р., Кукреш С. П. Система удобрения сельскохозяйственных культур: учебное пособие для вузов. Минск: Ураджай, 1998. 287 с.

81. Ісичко О., Бовсуновський О. Горох – це не тільки найкращий попередник, а ще й... *Пропозиція*. 2004. № 11. С. 48–49.

82. Іщенко В. А. Ефективність застосування мінеральних та бактеріальних добрив при вирощуванні гороху вусатого типу в умовах північного Степу україни. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 54–60.

83. Іщенко В. А. Продуктивність сортів гороху в господарствах Кіровоградської області. *Сучасні інтенсивні технології в рослинництві в умовах Північного степу України*: матеріали конф. присвяченої 10-й річниці заснування кафедри загального землеробства КНТУ. Кіровоград. 2007. С. 83–88.

84. Іщенко В. А. Урожайність насіння гороху при застосуванні біологічно активних речовин в умовах Північного Степу України. *Вісник Донецького нац. ун-ту. Серія А: Природничі науки.* Донецьк, 2009. Вип. 1. С. 557-561.

85. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О. Удобрення гороху за всіма правилами. *Агробізнес Сьогодні* : Інформ.-аналіт. газета. 2018. № 24. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/ item/12390 udobrennia – horokhu-za-vsima-pravylamy.html. (дата звернення: 11.03.2019).

86. Казакова І. В. Економічна та енергетична оцінка ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур *Інноваційна економіка*: всеукр. наук.-виробн. журн. 2012. № 2. С. 113–116.

87. Калінін Л. Ф. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. Київ: Урожай, 1989. 168 с.

88. Каленська С.М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Поліщук М. І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві:

Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.

89. Каленська С. М., Новицька Н. В., Гарбар Л. А. Біоенергетична оцінка елементів технології вирощування сої. *Наукові доповіді НУБіП*. Київ, 2011. № 6 (28). URL: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2011_6/11ksm.pdf.

90. Калитка В. В., Капінос М. В. Вплив регуляторів росту і активних штамів ризобій на пігментний комплекс та продуктивність гороху посівного (Pisum sativum L.) *Вісник ХНАУ.* Серія Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання. Харків, 2015. Вип. 2. С. 8–18.

91. Каменєва І. О., Дідович С. В., Мельничук Т. М. [та ін.] Мікробіологічні препарати – ключ до біологізації технологій вирощування зернових і бобових культур. Проблеми виробництва зерна в Україні: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів, (м. Київ 30 трав. 2002 р.) / УААН, Ін-т зерн. господарства. Дніпропетровськ, 2002. С. 77–78.

92. Каминский В. Ф., Дворецкая С. П., Рябоконь Т. М. Влияние факторов интенсификации на динамику содержания елементов питания в растениях гороха при различных технологиях выращивания. *Сборник научных трудов «Земледелие и селекция в Беларуси».* Минск, 2014. Вып. 50. С. 146–154.

93. Камінський В. Ф. Мартинюк О. М. Особливості інтенсивної технології вирощування гороху. *Збірник наук. пр. Інституту землеробства УААН*. Чабани, 2010. Вип. 3. С. 79–82.

94. Камінський В. Ф., Дворецька С. П. Вплив метеорологічних умов на продуктивність гороху та ефективність факторів інтенсифікації. *Вісник ДААУ*. 2000. № 1: Агроекологія. С. 75–79.

95. Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Костина Т. П. Вплив передпосівної обробки насіння мікроелементами та біологічними препаратами на урожайність гороху. *Землеробство*. 2012. Вип. 84. С. 82–87.

96. Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Костина Т. П. Вплив погодних умов та системи удобрення на формування продуктивності сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*: міжвід. темат. зб. Вінниця, 2013. Вип. 75 С. 79–87.

97. Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Рябокінь Т. М. Формування урожаю сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування у Північному Лісостепу. *Збірник наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Чабани, 2007. Вип. 4. С. 59–65.

98. Карпова Л. В. Продуктивность и кормовая ценность зернобобовых культур при выращивании на разных фонах питания. *Нива Поволжья*. 2010. № 3 (16). С. 22–26.

99. Кашукоев М. В., Гажев Х. А. Содержание, сбор белка и жира с семян сои и гороха. *Зерновое хозяйство*. 2006. № 7. С. 24–26.

100. Кефели В. И. Природный ингибитор роста – абсцизовая кислота / В. И. Кефели и др. Москва: Наука, 1989. 184 с.

101. Кирієнко А. Де вирощують горох і чому на нього росте попит. Які в Україні з ним проблеми? 2020. URL: https://agroportal.ua/ua/publishing/infografika/gde-vyrashchivayut-gorokh-i-pochemu-na-nego-rastet-spros-kakie-v-ukraine-s-nim-problemy/#

102. Клищенко С. Современные технологии и экономическая эффективность выращивания гороха. *Агроном*. 2004. № 4. С. 88–95.

103. Кобак С. Я., Дудченко В. І. Формування урожаю зеленої маси та зерна гороху польового (пелюшки) за різних норм висіву насіння при вирощуванні у Західному Поліссі. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Вінниця, 2017. Вип. 84. С. 108–113.

104. Ковшакова Т.С., Аверчев О.В. Розробка адаптивних технологій вирощування гороху в умовах півдня України. *Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку»*. Херсон, 2019. С. 39–45.

105. Колесніков М. О., Пащенко Ю. П., Пономаренко С. П. Продукційний процес гороху посівного за умов застосування біопрепаратів. *Наук. вісник НУБіП України*. Серія Біологія, біотехнологія, екологія. Київ, 2016. Вип. 234. С. 30–40.

106. Колісник С. І., Кобак С. Я., Сереветник О. В. Вплив прийомів сортової технології на формування симбіотичної та насіннєвої продуктивності сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Віниця, 2013. Вип 76. С. 134–145.

107. Колісник С. І., Кобак С.Я., Дідович С. В. [та ін.]. Саєнко М. П. Бактеріальні добрива для оптимізації азотного і фосфорного живлення сої, нуту, гороху, чини і сочевиці. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 145–152.

108. Костин О. В., Костин В. И., Дозоров А. В. Эколого-энергетическая эффективность биопрепаратов и микроэлементов-синергистов под горох и сою. *Нива Поволжья*. 2008. № 3. С. 31–34.

109. Коць С.Я., Якимчук Р.А. Фактори, які визначають симбіотичні взаємостосунки бобових рослин і бульбочкових бактерій. Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Тернопіль, 2004. № 1(23). С. 111–118.

110. Коць С. Я., Моргун В. В., Патика В. Ф. [та ін]. Біологічна фіксація азоту: бобово-ризобіальна симбіоз. Київ : Логотипи, 2010. 508 с.

111. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2005. 150 с.

112. Крайняк О. К. Економічний та енергетичний аналіз технологій вирощування зернобобових культур. *Інноваційна економіка*: всеукр. наук.-виробн. журн. 2012. № 2. С. 109–113.

113. Креславский В. Д., Лось Д. А., Аллахвердиев С. И. [та ін.] Сигнальная роль активных форм кислорода при стрессе у растений. *Физиология растений*. Москва, 2012. Т. 59, № 2. С. 163–178.

114. Крижанівський В. Г. Економічна та енергетична ефективність вирощування гороху, пшениці озимої та буряку цукрового за різних заходів основного обробітку ґрунту. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 27–31.

115. Крикунов В. Г. Ґрунти і їх родючість: підручник. Київ: Вища школа, 1993. 287 с.

116. Крикунов В. Г. Полупанов Н. И. Почвы УССР и плодородие. Киев: Вища школа, 1987. 380 с.

117. Кругова О. Д. Фізіологічні особливості азотного живлення рослин гороху в симбіозі з бульбочковими бактеріями. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. Київ, 2001. № 1. С. 256–258.

118. Крушельницька О. В. Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник. Київ: Кондор, 2003. 192 с.

119. Кузнецов Вл. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений: учебник. Москва: Высшая школа, 2006. 742 с.

120. Кулешов Н. Н. Агрономическое семеноведение. Москва: Сельхозиздат. 1963. С. 238.

121. Кулик А. П., Бойко П. О. Енергетичний аналіз в сільськогосподарському виробництві: підручник / за ред. А. П. Кулика. Київ: Урожай, 2010. 201 с.

122. Кур'ята В. Г. Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур: дис. … д-ра біол. наук: 03.00.12. Київ, 1999. 318 с.

123. Кушнір О. М. Оцінка показників якості зерна гороху залежно від впливу технологічних прийомів. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2005. С. 8–10.

124. Лавриненко Ю. А., Вожегова Р. А., Клубук В. В. [та ін.]. Прояв і мінливість ознак «висота рослин» і «висота кріплення нижнього бобу» у сортів та гібридів сої різних груп стиглості при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2013. № 83. С. 67–74.

125. Лапа В. В. Босак В. Н. Влияние минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность зерновых культур. *Весці НАН Беларусі*. Серія біял. навук. 2004. № 2. С. 35–39.

126. Лапа В. В., Босак В. Н. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности. Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2002. 184 с.

127. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. Науковий журнал *«Вісник аграрної науки Причорномор'я»*. Миколаїв, 2020. Вип. 2. С. 71–85.

128. Лихочвор В. В. Особливості вирощування гороху. *Пропозиція*. 2004. № 4. С. 34–35.

129. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: Українські технології, 2002. 800 с.

130. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології. 2006. 730 с.

131. Лихочвор В., Проць Р., Долежал Я. Горох. Львів: Українські технології. Львів, 2003. 64 с.

132. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравчеко С. М. Система застосування добрив. Київ: Вища школа, 2002. 317 с.

133. Лобанова К. І., Шестопал О. Л., Ігнатова С. О. Абсцизова кислота як екзогенний фактор підвищення регенераційного потенціалу в культурі пиляків м'якої пшениці. *Вісник Харківського Національного аграрного університету*. Серія: Біологія. Харків, 2007. Вип. 1 (10). С. 102–110.

134. Мазур О.В., Роїк М.В., Паламарчук В.Д. Порівняльна оцінка сортозразків квасолі звичайної за комплексом цінних господарських ознак. Сільське господарство та лісівництво. 2015. № 1. С. 68–77.

135. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С. [та ін.]. Новітні агротехнології у рослинництві : підручник. Вінниця, 2017. 602 с.

136. Макрушин М. М. Насіннєзнавство польових культур. Київ : Урожай. 1994. С. 208.

137. Малашевская О. В. Влияние макро-, микроудобрений, регулятора роста и ризобиального инокулянта на динамику роста, накопление биомассы растений, фотосинтетическую деятельность и урожайность посевного гороха. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 4. С. 105–110.

138. Малеванная М. М. Регуляторы роста растений на природной основе с использованием последних достижений российской науки. *Главный агроном*. Москва, 2005. № 12. С. 23–27.

139. Малышева А. В. Роль бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроэлементов в формировании урожая гороха. *Вестник мясного скотоводства*. Оренбург, 2010. Т. 2, № 63. С. 122–126.

140. Манаєва Н. Н. Урожайність гороху залежно від строків і способів застосування азотних добрив та системи захисту рослин. *Карантин і захист рослин*: наук.-виробн. журн. Київ: Інститут захисту рослин. 2004. № 12. С. 4–5.

141. Медведовський О. В., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1991. 217 с.

142. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1989. 206 с.

143. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. Москва, 1988. 72 с.

144. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) / за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. 69 с.

145. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / редкол.: Ю. К. Новоселов, Г. Д. Харьков, Н. С. Шеховцова. Москва: ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, 1983. 197 с.

146. Мишура О. И., Вильдфлуш И. Р., Лапа В. В. Минеральные удобрения и их применение при современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: пособие. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. 176 с.

147. Молчанов И. Б., Григоренко И. В., Стукалов М. Ю. [и др.] Горох в севообороте с озимой пшеницей. *Земледелие*. 2009. № 3. С. 38–39.

148. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин. 2-ге вид., доп. і перероб. Київ: Либідь, 2005. С. 541–546.

149. Надкерничная Е. Я., Ковалевская Т. М. Влияние свободноживущих азотфиксирующих бактерий на формирование и функционирование бобово-ризобильного симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур. *Физиология и биохимия культурных растений*. Київ, 2001. № 4. С. 355–362.

150. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці, 2003. 400 с.

151. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / редкол.: М. В. Зубець (голова) та ін. Київ: Логос, 2004. 776 с.

152. Небаба К. С. Вплив регуляторів росту та мінеральних добрив на фотосинтетичну діяльність сортів гороху вусатого типу в умовах Лісостепу Західного. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (присвячена 90-річчю від дня народження проф. Наумова Г. Ф. та 80-річчю заснування кфедри генетики, селекції та насінництва), 23-24 жовт. 2017 р. Харків, 2017. С. 241–242.

153. Небаба К. С. Енергія проростання і польова схожість сортів гороху в мовах Лісостепу Західного. *2016: зернобобові культури та соя для сталого розвитку агарного виробництва України*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (присвяченої 80-річчю з дня народження академіка НААН А. О. Бабича), 11-12 серп. 2016 р. Вінниця, 2016. С. 80–81.

154. Небаба К. С. Особливості росту і розвитку рослин гороху посівного в умовах Поділля. *Інноваційні технології в рослинництві*: наукова інтернет-конф. 15 травня 2018 р., Кам’янець-Подільський. 2018. С. 119–120.

155. Небаба К. С. Продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив і регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Зрошуване землеробство*: міжв. тем. наук. зб. Херсон, 2020. Вип. 74. С. 65–68.

156. Небаба К. С. Продуктивність сортів гороху посівного залежно від технологічних заходів в умовах Лісостепу Західного. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали III міжнар. наук.-практ. конф., 30-31 жовт. 2019 р. Харків, 2019. С. 95–97.

157. Небаба К. С. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* ПДАТУ. Кам'янець-Подільський. 2020. Вип. 32. С. 54–58.

158. Небаба К. С. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Західного. *Аграрна наука та освіта в умовах Євроінтеграції:* зб. наук. пр. міжнар. наук.-практ. конф. 20-21 берез. 2019 р., м. Кам'янець-Подільський. Тернопіль: Крок, 2019. Ч. 1. С. 60–62.

159. Небаба К. С. Сучасні технології та економічна ефективність виробництва зерна гороху посівного в умовах лісостепу західного. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 лист. 2020 р. Харків, 2020. С. 92–94.

160. Небаба К. С. Формування фотосинтетичного апарату гороху посівного залежно від технологічних прийомів в умовах Західного Лісостепу. *Науковий журнал*: збалансоване природокористування. Київ. 2020. №3. С. 139–145.

161. Ничипорович А. А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. Москва, 1969. 93 с.

162. Ничипорович А. А. Световое и углеродное питание растений (фотосинтез). Москва: Агропромиздат. 1988. 540 с.

163. Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Чмора С. Н. [и др.]. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва: АН СССР, 1961. 135 с.

164. Нідзельський В. А. Динаміка росту гороху залежно від погодних умов року. *Рослинництво та ґрунтознавство*: наук. журн. Київ, 2015. № 210. С. 67–74.

165. Нідзельський В. А. Урожайність фенологічно різних сортів гороху залежно від добрив. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2001. № 5. С. 80–81.

166. Новикова Н. Е., Фомин Д. М. Влияние морфотипа листа у гороха на показатели водного обмена, определяющие устойчивость растений к засухе. *Вестник Орел ГАУ*. 2011. № 3 (30). С. 13–17.

167. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, П. В. Костогриз, В. П. Опришко; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця: Едельвейс і К, 2014. 332 с.

168. Основи наукових досліджень у рослинництві : методичні вказівки по виконанню лабораторно-практичних занять для студентів сільськогосподарських вузів (спеціальність 7.130102 – «Агрономія») / Е. Р. Ермантраут, В. П. Гудзь, Ю. П. Манько, О. А. Цюк. 2-е вид., перероб. Київ, 2000. 56 с.

169. Павленко Г. В. Ефективність мінеральних добрив та біопрепаратів у технології вирощування сої в Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2012. № 11. С. 68–79.

170. Павло К. В., Новиков М. М. Влияние локального внесения калийных удобрений в чернозем на урожайность ячменя. *Агрохимия*. Москва, 2013. № 4. С. 48–54.

171. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Єрмакова Л. М., Каленська С.М. 392 Системи сучасних інтенсивних технологій (2-ге видання виправлене та доповнене). Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 370 с.

172. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Навчальний посібник. Вінниця, 2011. 381 с.

173. Панин В. Савмохвалов С. Роль азотных удобрений в получении планируемых урожаев гороха. *Действие минеральных удобрений на*

некоторых почвах Нечерноземной зоны: труды Горьковского СХИ. Горький, 1978. Т. 119. С. 62–64.

174. Панников В. Д., Минеев В. Г. Почва, климат, удобрение и урожай. Москва: Агропромиздат, 1987. 511 с.

175. Пат. 101606 С2 Україна, МПК (2013.01) A01G 9/00; G01N 13/00. Спосіб визначення асиміляційної поверхні посіву гороху з вусатим типом листка / Демидась Г. І.; Міжнародний ін-т новітніх технологій. № a 2009 08178; заявл. 03.08.2009; опубл. 25.04.2013, Бюл. № 8.

176. Пат. 44315 Україна, МПК (2009) A01C 1/00. Спосіб визначення маси 1000 насінин сої, гороху і вики / Нагорний В. І.; Ін-т кормів УААН. № u 200905203; заявл. 25.05.2009; опубл. 25.09.2009, Бюл. № 18.

177. Патика В. П., Волкогон В. В. Можливості використання біологічного азоту в сучасному землеробстві. *Збірник наук. пр. Інституту землеробства УААН*. Київ : ЄКМО, 1997. Вип. 2. С. 72–75.

178. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні в 2014 році : Офіційне вид. Київ: Юнивест Медиа, 2014. 832 с.

179. Петриченко В. Ф., Антипін Р. А. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від впливу технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Вінниця, 2006. Вип. 57. С. 3–14.

180. Петриченко В. Ф., Кирилюк Н. Б. Вплив агротехнічних заходів на формування урожайності і біохімічних показників насіння сої. *Корми і кормовиробництво*: міжв. темат. наук. зб. Вінниця, 2001. № 47. С. 107–108.

181. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Темрієнко О. О. Особливості симбіотрофного живлення та формування урожайності сортів сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Вінниця, 2018. Вип. 86. С. 77–86.

182. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Чорна В. М. [та ін.] Формування азотфіксувального потенціалу та продуктивності сортів сої селекції Інституту

кормів та сільського господарства Поділля. *Мікробіологічний журнал*. 2018. № 5. С. 63–75.

183. Пилипенко В. Каленська С., Гончар Л. Формування асиміляційної поверхні листя гороху залежно від рівня мінерального живлення та інокуляції насіння. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2016. Вип. 20. С. 364–371.

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

185. Піскорська Т. В. Вплив ретардантів з різним механізмом дії на ріст, розвиток і продуктивність баклажанів. *Актуальні питання географічних, хімічних і біологічних наук: основні наукові проблеми та перспективи дослідження*: зб. наук. пр. ВДПУ / відп. ред. А. В. Гудзевич. Вінниця, 2014. С. 136–137.

186. Плотніков В. В., Гильчук В. Г., Гуменний М. Б. Урожайність та якість зерна гороху при комплексному застосуванні системи агрохімікатів в сучасних конкурентоспроможних технологіях його вирощування. *Корми і кормовиробництво*: міжв. тем. наук. зб. Вінниця, 2008. Вип. 62. С. 250–163.

187. Полевой В. В. Фитогормоны. Ленинград: ЛГУ, 1982. 248 с.

188. Пономаренко Н. О., Яропуд В. М., Зозуляк О. В. [та ін.] Прийоми локального внесення добрив. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2016. № 3 (83). С. 139–142.

189. Пономаренко С. П. Биорегуляция роста и развития растений. *Биорегуляция микробно-растительных систем*: монография. Киев: Ничлава, 2010. 464 с.

190. Пономаренко С. П. Українські регулятори росту рослин. *Елементи регуляції в рослинництві*. Київ : Компас, 1998. С. 10–16.

191. Попов Б. К. Селекция технологичных сортов гороха. *Вестник РАСХН*. Москва, 2006. С. 22–23.

192. Посыпанов Г. С. Методологические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях. *Известия ТСХА*. 1983. Вып. 5. С. 17–26.

193. Посыпанов Г. С. Основные направления исследований по симбиотической азотфиксации. *Известия Московской СХА им. Тимирязева*. Москва. 1988. № 5. С. 101–110.

194. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухов, Л. А. Паничкин и др. Москва: Агропроиздат, 1990. 271 с.

195. Присяжнюк О. І., Сергєєв Л. А, Конащук О. П. Вирощування насіннєвого гороху на півдні України. *Агроном*. 2018. №4. С. 138–140.

196. Присяжнюк О. І., Калюжна Е. А., Українець В. В. [та ін.]. Оцінка сортів гороху за комплексом господарськоцінних ознак. *Цукрові буряки*. 2013. № 5. С. 16–17. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb_2013_5_7

197. Присяжнюк О. І., Король Л. В. Фотосинтетична діяльність гороху залежно від впливу агротехнічних прийомів в умовах Лісостепу України. *Наукові пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ, 2017. Вип. 25. С. 57-71.

198. Прянишников Д. Н. Химия растения. Москва: Типо-литография В. Ф. Рихтер, 1917. 185 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id (дата обращения: 19.09.2020). Текст: электронный.

199. Радцева Г. Е., Радцев В. С. Физиологические аспекты действия химических регуляторов роста на растения. Москва: Наука, 1982. 148 с.

200. Регулятори росту рослин в землеробстві: зб. наук. пр. / за ред. А. О. Шевченка. Київ, 1998. 143 с.

201. Рекомендации по технологии возделывания современных сортов гороха в условиях Витебской области / Н. П. Лукашевич и др. Витебск: ВГАВМ, 2008. 41 с.

202. Рогач В. В. Вплив ретардантів на морфогенез, продуктивність і склад вищих жирних кислот олії ріпаку озимого: дис. ... канд. біол. наук: 03.00.12. Вінниця, 2009. 174 с.

203. Розвадовський А. М. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. [та ін]. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві / за ред. А. М. Розвадовського. Київ: Урожай, 1990. 176 с.

204. Розвадовський А. М. Інтенсивна технологія вирощування гороху. Київ: Урожай. 1988. 96 с.

205. Розвадовський А. М., Кузь В. В., Калюжна Є. А. Стійкий до полягання горох сорту Улус. *Аграрна наука – виробництву*: наук.-інформ. бюлетень завершених наукових розробок. 2010. № 1. 11 с.

206. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В., Корнійчук О. В. за ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка. 3-є вид., випр., доп. Львів: Українські технології, 2010. 1088 с.

207. Рубин Б. А. Арциховская Е. В., Озерецковская О. Л. Дыхание растений. *Физиология сельскохозяйственных растений*. Москва: МГУ, 1967. Т. 1. С. 354-493.

208. Рудніченко Н. Природні ліки для ґрунту і джерело білка для людства. *Пропозиція*. 2019. № 1. С. 24–29.

209. Рябокінь Т. М. Вплив факторів інтенсифікації на фотосинтетичну діяльність посівів гороху. *Збірник наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ, 2015. Вип. 1. С. 47–56.

210. Рябокінь Т. М., Дворецька С. П., Єфіменко Г. М. Продуктивність сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. Харків, 2014. Вип. 16. С. 212–217.

211. Селекція і насінництво гороху посівного / І. М. Безуглий, П. М. Чекригін, О. М. Безугла, А. О. Василенко. *Спеціальна селекція і насінництво польових культур* : навчальний посібник / за ред. В. В. Кириченка. Харків, 2010. С 280–335.

212. Січкар В. І. Горох, соя, нут. Роль зернобобових у продуктивності землеробства. *Насінництво*. 2009. № 4. С. 10–13.

213. Смурнов С. И. Григоров О. В., Шелухина Н. В. Влияние элементов агротехники на урожай зернобобовых культур. *Аграрный вестник Урала*. Урал, 2011. № 5. С. 17–18.

214. Столяров О. В., Жбанов Д. В. Сортовая агротехнология гороха. *Аграрная наука*. Москва, 2010. № 10. С. 16–17.

215. Сухова Г. І. Формування елементів продуктивності сочевиці залежно від особливостей сорту. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва*. Серія Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво. Харків, 2012. № 2. С. 106–111.

216. Таранухо В. Г. Камасин С. С. Горох: значение, биология, технология: пособие. Горки, 2009. 52 с.

217. Тараріко О. Г. Вплив систематичного застосування органічних і мінеральних добрив на біологічні процеси та гумусовий стан чорноземів. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2002. № 11. С. 8–19.

218. Тараріко О. Г., Греков В. О., Дацько Л. В. Агроекологічний стан ґрунтів та контроль за їх родючістю. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 3. С. 39–44.

219. Тараріко Ю. О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Київ: НораПрінт, 2001. 380 с.

220. Тарасович Л. В. До питання про світовий досвід застосування засобів хімізації URL: http://www.rusnauka.com /10_NPE_2008/Economics/29376.doc.htm

221. Тедеева А. А., Хохоева Н. Т. Полевая всхожесть семян гороха и выживаемость растений к уборке. *Совершенствование адаптивно ландшафтных систем земледелия и современных агротехнологий в горных и предгорных районах Центрального Кавказа*: сб. науч. тр. Владикавказ, 2012. С. 133–134.

222. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету "Сільське господарство та лісівництво". 2019. Випуск 13. С.84–93.

223. Телекало Н. В. Фотосинтетична продуктивність гороху посівного залежно від впливу передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. *Збірник наук. пр. Вінницького нац. ун-ту*. Вінниця, 2016. № 3. С. 65–75.

224. Технологія вирощування гороху : навчальний посібник / за ред. В. В. Кириченка, Ю. Є. Огурцов, В. М. Костромітін та ін. Харків, 2011. 99 с.

225. Тимошенко І. І., Майщук З. М., Косилович Г. О Основи наукових досліджень в агрономії. Львів: ЛДАУ, 2004. 111 с.

226. Титов А. Ф., Таланова В. В. Устойчивость растений и фитогормоны. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 206 с.

227. Ткачук О. О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі: дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12. Київ, 2007. 164 с.

228. Третьякова С. О., Чинчик О. С., Оліфірович С. Й [та ін.] Перспективи біологізації вирощування зернобобових культур в Україні. *Збірник наук. пр. УНУС*. Умань, 2019. № 94. С. 198–207.

229. Туріна О. Підвищення продуктивності та якості гороху в умовах Криму. *Тваринництво України*. 2011. № 1-2. С. 26–28.

230. Уліч Л. І. Адаптивні властивості, технологічність і продуктивність сучасних сортів гороху різних морфотипів. *Збірник наук. пр. Уманського нац. ун-ту садівництва*. Умань, 2010. Вип. 74, ч. 1: Агрономія. С. 143–152.

231. Урожай онлайн 2020. Как идет уборка урожая в Украине / Компания «Суффле Агро Украина». URL: https://latifundist.com/urozhaj-online-2020.

232. Физиология сельскохозяйственных растений. Физиология растительной клетки. Фотосинтез. Дыхание / Отв. ред. А. И. Опарин. Москва: МГУ, 1967. Том. 1. 496 с.

233. Филатова И. А. Продуктивность гороха и элементы структуры урожая в зависимости от норм высева. *Земледелие*. 2019. № 2. С. 36–38.

234. Холодный Н. Г. Фитогормоны. *Избранные труды*. Киев, 1957. Т. 2. С. 153.

235. Хомчак О. М., Хомчак М. Ю., Полторецький С. П. Енергетична ефективність різних норм мінеральних добрив при вирощуванні овочевого гороху на різних ґрунтах. *Вісник ПДАА*. Полтава, 2006. № 2. С. 78–80.

236. Центило Л. В. Функціонування азотфіксувального симбіозу та продуктивність гороху за різних видів і рівнів удобрення. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 37–42.

237. Чекалин Е. И., Кондыков И. В., Амелин А. В. Устойчивость гороха посевного и полевого к экстремальным факторам погоды. *Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве*: сб. научных материалов. Орел, 2011. С. 297–303.

238. Чекригін П. М. Результати і перспективи селекції безлисточкових (вусатих) сортів гороху в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. *Селекція і насінництво*. Харків, 2003. Вип. 87. С. 42–48.

239. Чернюк А. П. Перспективи та технологія вирощування гороху. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*: зб. наук. пр. Київ: Корзун Д. Ю., 2013. Вип. 18. 122 с.

240. Чинчик А. Состояние и перспективы возделывания зернобобовых культур в условиях южной части западной Лесостепи Украины. *Rezultatele şi perspectivele cercetărilor la culnura plantelor de cĭmp ĭn republica Moldova*: materialele conferintei ştiitifico-practice consacrate aniversării A 70-a A Fondarii ICCC «Selecţia», Bălţi, 20 iunie 2014. Chişinău, 2014. P. 227231.

241. Чинчик А. С. Влияние удобрений на качество зерна сортов гороха в условиях Западной Лесостепи Украины. *Аграрная наука – сельскому хозяйству*: IX междунар. науч.-практ. конф., 5-6 февр. 2014 г.: сб. статей в 3-х кн. Алтайский ГАУ. Барнаул: РИО АГАУ, 2014. Кн. 2. С. 326–327.

242. Чинчик О. С. Вплив біопрепаратів на розвиток бульбочкових бактерій і зернову продуктивність сортів гороху. *Збірник наук. пр. ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2015. Вип. 23: с.-г. науки. С. 60–67.

243. Чинчик О. С. Вплив мінеральних добрив та ризогуміну на урожайність гороху в умовах Лісостепу західного. *Збірник наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. НААНУ, Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків. Київ, 2012. № 15. С. 182–184.

244. Чинчик О. С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на показники структури урожаю та урожайність сортів гороху. *Збірник наук. пр. ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2016. Вип. 24, ч. 1 : С. г. науки. С. 222–229.

245. Чинчик О. С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на тривалість вегетаційного періоду та урожайність сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*: міжвід. темат. наук. зб. Ін-т кормів та с.-г. Поділля НААН. Вінниця: Діло, 2015. Вип. 81. С. 74–77.

246. Чинчик О. С., Вороніна Т. В. Вплив системи удобрення на фотосинтетичну діяльність сортів гороху. *Збірник наук. пр. ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2014. Вип. 22. С. 11–16.

247. Чкаников Д. И. Возможный механизм ретардантного действия этефона. *Регуляторы роста растений*. Москва, 1989. С. 22–27.

248. Шевелуха В. С., Блиновский И. К. Состояние и перспективы исследований и применения фиторегуляторов в растениеводстве. *Регуляторы роста растений*. Москва: Агропромиздат, 1990. С. 6–35.

249. Шевелуха В. С., Ковалев В. М., Груздев Л. Г. [и др]. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве. *Вестник с.-х. науки*. 1985. № 9. С. 57–65.

250. Шевчук О. А. Вплив паклобутразолу на активність гіберелінів, вміст різних форм абсцизової кислоти та накопичення азоту в органах рослин цукрового буряка. *Наукові записки Тернопільського педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка*. Серія Біологія. Тернопіль, 2008. № 2 (36). С. 37–42.

251. Шелепина Н. В. Морфобиологические и биохимические особенности новых форм гороха и перспективы их селекционного использования: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: 06.01.05. Брянск, 2000. 15 с.

252. Шелепина Н. В. Оценка потребительских свойств зерна различных морфотипов гороха. *Ученые записки Орловского государственного университета*. 2012. № 3. С. 333–337.

253. Шикула М. К. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Київ : Оранта, 1998. 662 с.

254. Шпаар Д., Эллмер Ф., Постников А., Таранухо Г. [и др.] Зернобобовые культуры. Минск: ФУАинформ, 2000. 264 с.

255. Шульга М. С. Горох. Киев: Урожай, 1971. 140 с.

256. Щетенин В. Ю. Перспективы улучшения рассеченнолисточкового морфотипа гороха. *Селекция и семеноводство полевых культур*. Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К. Д. Глинки. Воронеж, 2007. Ч. 2. С. 25–28.

257. Энергосберегающая технология возделывания полевых культур / Р. Р. Исмагилов и др.; Башк. гос. аграр. ун-т. Уфа: Гилем, 2011. 245 с.

258. Ягодин Б. А. Агрохимия: учебник для вузов. Москва: Колос, 1989. 635 с.

259. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред. Д. Мельничука, Дж. Хофман, М. Городнього. Київ. Арістей. 2004. 488 с.

260. Яхин О. И., Лубянов А. А., Калимуллина З. Ф. Антистрессовая активность регулятора роста растений Эпинэкстра. *Агрохимия*. 2009. № 3. С. 25–27.

261. BBCH-Monograph. Growth stages of plants. Ed. U. Meier. Berlin, Wien: Blackwell, Wissenschafts-Verlag, 1997. 622 p.

262. Boise-Jensen P. Growth hormones of plants. M.-L., 1938.

263. Breska H., Lebrowski Z. Plant growth regulators. *Bull. Asad. Polon. Sci*. 1966. Vol. 14, № 5. P. 618-700.

264. Caulfield F., Bunce J. Comparative responses of photosynthesis to growth temperature in soybean (Glycine max (L.) Merrill) cultivars. *Canad. J. Plant Sc*. 1988. T. 68, № 2. P. 419–425.

265. Dencescu S., Miclea E., Butica A. Cultura soiei. 1982. 227 p.

266. Dyachenko E. A., Ryzhova N. N., Kochieva E. Z., Vishnyakova M. A. Molecular genetic diversity of the pea (Pisum sativum L.) from the Vavilov Research Institute collection by the AFLP analysis. *Russ. J. Genet*. 2017. Vol. 50, Iss. 9. P. 916–924.

267. FAO (Ed.) Yearbook Production 2014. Food and Agricultural Organization of United Nations. Rome. 2015. 394 p. URL : www.faostat.fao.org.

268. Fernandes M. S., Pereyra Rossiello R. O. Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. *Critical reviews in plant sciences*, 1995. Vol. 14 (2). P. 11-148.

269. Flectcher R. Gilley A., Sankhla N., Davis T. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Hortic. Rev*., 1999. Vol. 223, № 5. P. 55-138.

270. Gabriel I., Quillien L., Cassecuelle F. [et al.]. Variation in seed protein digestion of different pea (Pisum Sativum L.) genotypes by cecectomized broiler chickens. *Livestock Science*, 2008. Vol. 113. P. 262-274.

271. Gianfagna T. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic cropt. *See Ref*. 1995. Vol. 32, № 2. P. 67-74.

272. Glagoleva O. B., Kovalskaya N. U., Umarov M. M. Endosymbiosis formation between nitrogen-fixing bacteria Pseudomonas caryophylli and rape root cells. *Endosymbiosis Cell Res*. 1996. Vol. 11. P. 147-158.

273. Guy S., Berger M., Planchon C. Response to low temperature in dinitrogen fixing soybeans. *Plant Sci*. 1997. № 1/2. P. 67-75.

274. Heath M. C., Hebblethwaite P. D. Solar radiation interception by liafless, semileafless and 210 leafedpeas (Pisum sativum). *Ann. Appl. Biol*. 1985. № 2. P. 309-318.

275. Hillocks R. J., Maruthi M. N. Grass pea (Lathyrus sativus): Is there a case for further crop improvement. *Euphytica*. 2012. № 186. P. 647–654.

276. Jensen E. S. Symbiotic N2 fixation in pea and field bean estimated by ^{15}N fertilizer dilution in field experiments with barley as a reference crop. *Plant Soil*. 1986. № 92. P 3–13.

277. Kamishvili N., Jgenti M., Samadashvili M. Influence of inoculation and different doses of mineral nitrogen on soybean productivity. *Bull. Georg. Acad. Sci*. 2001. № 1. P. 174–177.

278. Keys for Mono- and Dicotyledonous Plants. Extended BBCH scale. 2nd Edition1997 electronic version elaborated by M. Enz and Ch. Dachler, Novartis.

279. Khan T. N., Meldrum, A. Croser J. S. Pea Overview. *Reference Module in Food Science.* 2016.

280. Kindie Y., Bezabih A., Beshir W. Field Pea (Pisum sativum L.). Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture*. Volume 2019. 6 p.

281. Körnerleguminosen – Gesunder Wachstum für Betrieb und Umwelt. *Vogel Wolfgang.Raps*. 2013. № 3. P. 2-4.

282. Kumar K., Goh K. M. Biological nitrogen fixation, accumulation of soil nitrogen and nitrogen balance for white clover (Trifolium repens L.) and field pea (Pisum sativum L.) grown for seed. *Field Crop. Res*. 2000. № 68. P 49–59.

283. Matus A., Derksen D. A., Walley F. L. et al. The influence of tillage and crop rotation on nitrogen fixation in lentil and pea. *Can. J. Plant Sci*. 1997. Vol. 77. P. 197–200.

284. Monti M, Pellicanò A, Santonoceto C, Preiti G, Pristeri A. Yield components and nitrogen use in cereal-pea intercrops in Mediterranean environment. Field Crop Res. 2016. V. 196. P. 379–88.

285. Niklas K. J. Functional adaptation and phenotypic plasticity at the cellular and whole plant level. *J. Biosci*. 2008. Vol. 33. P. 613–620.

286. Pasko T. Uprawa grochu siewnego. Boguchwala : osrodek doradztwa rolniczego, 2001. 16 s.

287. Plaza-Bonilla D, Nolot J-M, Raffaillac D, Justes E. Innovative cropping systems to reduce N inputs and maintain wheat yields by inserting grain legumes and cover crops in southwestern France. Eur J Agron. 2016. P. 331-341.

288. Rademacher W. Growth Retardants : Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol*. 2000. Vol. 51. P. 501-531.

289. Reckling M, Hecker J. M, Bergkvist G. [et al.] A cropping system assessment framework—evaluating effects of introducing legumes into crop rotations. Eur J Agron. 2016. V. 76. 186–197.

290. Saimbbi M. S., Dhillon G. S. Plant density studies in earlypeas (Pisum sativum). *Res. Punjah Agr. Univ*. 1985. № 3. P. 458-462.

291. Schaefer H., Hechenleitner P., Santos-Guerra A. [et al.]. Systematics, biogeography, and character evolution of the legume tribe Fabeae with special focus on the middle-Atlantic island lineages. *BMC Evol. Biol*. 2012. Vol. 12, iss. 1. P. 250.

292. Schnug B., Beuerlin J. Harvesting, drying, handling and storage. *The Soybean in Ohio*. USA, 1987. P. 96–100.

293. Shibairo Solomin I. Effect of Rhizobium inoculation and nitrogen fertilizer application on growth, nodulation and yield of two garden pea genotypes. *Jour. Anim. and Plant Sci*, 2012. № 15 (2). P. 2147–2156.

294. Shtilman M. I. Phytoactive polimers polymeric derivatives of plant growth regulation. *Ibid.* 1993. Vol. 20. P. 208–209.

295. Smykal P, Aubert G, Burstin J. [et al.]. Pea (*Pisum sativum* L.) in the genomic era. *Agronomy*. Vol. 2. No. 4. P. 74–115.

296. Spaink H. Root nodulation and infection factors produced by Rhizobial bacteria. *Microbiology*. 2000. Vol. 54. P. 257-288.

297. Streeter J. G. Effekts of drought on nitrogen fixation in soybean root nodules. *Plant Cell Environ*. 2003. Vol. 26. P. 1199-1202.

298. Swanson Sarah J. Jones Russell L. Gibberellic acid induces vacuolar acidification in barley aleurone. *Plant Cell*. 1996. Vol. 8, № 12. P. 2211-2221.

299. Tsyganov A., Vildflush I., Mishyra O. The infl unce of microfertilizers on productivity and quality of peas grain on sward-podzolic soid. *Annales universitatis* / Marial Curie-Skladowska. Lublin, 2004. Vol. lix, № 4. P. 1527–1532.

300. Xin, Li. Genetic Analysis of ele Mutants and Comparative Mapping of ele l Lokus in the Control of Organ Internal Asymmetry in Garden Pea. *Journal of integrative Plant Biology*. 2010. Vol. 52. № 6. P. 528–535.

ДОДАТКИ

Додаток А

Стадії розвитку гороху, за шкалою Задокса Zadoks scale

Код	Стадії
	МАКРОСТАДІЯ 0: ПРОРОСТАННЯ
00	Сухе Насіння
01	Початок набрякання насіння
03	Початок набубнявіння насіння
05	Вихід зародкового корінця з насіння
07	Пагін пробив шкіру насіння
08	Проросток підійшов до поверхні ґрунту, сім'ядолі стали видимі
09	Сходи: гіпоктиль і сім'ядолі пробили поверхню землі
	МАКРОСТАДІЯ 1: ФОРМУВАННЯ ЛИСТКІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)
10	Поява покриваючих листочків
11	Перший справжній листок із прилистками і вусиками (або перший вусик) розпустився;
12	Другий справжній листок із прилистками і вусиками (або другий вусик) розпустився;
13	Третій справжній листок із прилистками і вусиками (або третій вусик) розпустився;
14-18	Продовження розвитку…
19	Дев'ять і більше справжніх листків і вусиків розпущені.
	МАКРОСТАДІЯ 2-3: РІСТ В ДОВЖИНУ(ГОЛОВНИЙ ПАГІН)
30	Початок видовження стебла
31	Поява першого бічного міжвузля
32	Поява другого бічного міжвузля
33	Поява третього бічного міжвузля
3…	Стадії продовжуються до…
39	Поява дев'ятого бічного міжвузля
	МАКРОСТАДІЯ 4-5: ПОЧАТОК ФОРМУВАННЯ КВІТІВ (ГОЛОВНИЙ ПАГІН)
51	Помітні перші бруньки квітів
55	Перші квітки помітні але ще закриті
59	Перші пелюстки помітні; квітки ще закриті
	МАКРОСТАДІЯ 6: ЦВІТІННЯ
60	Перші квітки відкриті
61	Початок цвітіння: 10 % квітів відкриті
62	20 % квітів відкриті
63	30 % квітів відкриті
64	40 % квітів відкриті
65	Повне цвітіння: 50 % квітів відкриті
67	Цвітіння закінчується

69	Кінець цвітіння
	МАКРОСТАДІЯ 7: УТВОРЕННЯ ПЛОДІВ
71	10 % бобів досягли видо- або сортотипової довжини, виділяється сік при їх натисканні
72	20 % бобів досягли видо- або сортотипової довжини, виділяється сік при їх натисканні
73	30 % бобів досягли видо- або сортотипової довжини, виділяється сік при їх натисканні
74	40 % бобів досягли видо- або сортотипової довжини, виділяється сік при їх натисканні
75	50 % бобів досягли видо- або сортотипової довжини, виділяється сік при їх натисканні
76	60 % бобів досягли видо- або сортотипової довжини, виділяється сік при їх натисканні
77	70 % бобів досягли видо- або сортотипової довжини, виділяється сік при їх натисканні і
79	Боби досягли видо- або сортотипового розміру (зелена стиглість); насіння повністю розвинуте
	МАКРОСТАДІЯ 8: ДОЗРІВАННЯ ПЛОДВ І НАСІННЯ
81	10 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
82	20 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
83	30 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
84	40 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
85	50 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
86	60 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
87	70 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
88	80 % насіння видо- або сортоподібно забарвлені, сухі та тверді
89	Повна стиглість: всі боби на рослині сухі та тверді. Насіння сухе та тверде (рослина відмерла)
	МАКРОСТАДІЯ 9: ВІДМИРАННЯ
97	Рослина відмерла та засохла
99	Зібраний урожай

Додаток Б.1

Густота та збереженість рослин гороху залежно від технології вирощування (у 2016 р.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Польова схожість насіння, %	Густота стояння рослин, шт/м^2		Виживаність рослин, %
				ВВСН 09	ВВСН 97	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (контроль)	Без обробки	91,9	110,3	94,7	85,86
		ПлантаПег	-	-	95,0	86,13
		Емістим С	-	-	95,3	86,40
		Вимпел	-	-	95,6	86,67
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	92,5	111,0	95,2	85,77
		ПлантаПег	-	-	96,0	86,49
		Емістим С	-	-	96,4	86,85
		Вимпел	-	-	96,9	87,30
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	93,0	111,6	96,8	86,74
		ПлантаПег	-	-	98,0	87,81
		Емістим С	-	-	98,3	88,08
		Вимпел	-	-	99,2	88,89
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	93,3	111,9	96,6	86,33
		ПлантаПег			97,3	86,95
		Емістим С			97,8	87,40
		Вимпел			98,2	87,76
Чекбек	$P_{30}K_{45}$ (контроль)	Без обробки	91,4	115,3	99,0	85,86
		ПлантаПег	-	-	100,6	87,25
		Емістим С	-	-	100,8	87,42
		Вимпел	-	-	101,1	87,68
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	92,8	115,7	99,6	86,08
		ПлантаПег	-	-	101,9	88,07
		Емістим С	-	-	102,1	88,25
		Вимпел	-	-	102,8	88,85
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	93,2	116,1	100,3	86,39
		ПлантаПег	-	-	105,6	90,96
		Емістим С	-	-	105,9	91,21
		Вимпел	-	-	106,4	91,65
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	94,9	116,3	99,8	85,81
		ПлантаПег			102,7	88,31
		Емістим С			102,9	88,48
		Вимпел			103,1	88,65

Продовження додатку Б.1

1	2	3	4	5	6	7
Фаргус	$P_{30}K_{45}$ (контроль)	Без обробки	88,8	109,8	95,7	87,16
		ПлантаПег	-	-	97,8	89,07
		Емістим С	-	-	98,0	89,25
		Вимпел	-	-	98,1	89,34
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	90,2	110,5	96,9	87,69
		ПлантаПег	-	-	97,5	88,24
		Емістим С	-	-	97,9	88,60
		Вимпел	-	-	98,2	88,87
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	90,9	110,8	98,2	88,63
		ПлантаПег	-	-	100,1	90,34
		Емістим С	-	-	100,8	90,97
		Вимпел	-	-	101,0	91,16
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	91,7	111,0	97,0	87,39
		ПлантаПег			98,2	88,47
		Емістим С			98,6	88,83
		Вимпел			98,7	88,92

Додаток Б.2

Густота та збереженість рослин гороху залежно від технології вирощування (у 2017 р.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Польова схожість насіння, %	Густота стояння рослин, шт/м^2		Виживаність рослин, %
				ВВСН 09	ВВСН 97	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (контроль)	Без обробки	95,4	114,5	108,4	94,67
		ПлантаПег			108,9	95,11
		Емістим С			109,2	95,37
		Вимпел			109,4	95,55
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	96,1	115,3	109,6	95,06
		ПлантаПег			110,9	96,18
		Емістим С			111,2	96,44
		Вимпел			111,6	96,79
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	96,6	115,9	107,5	92,75
		ПлантаПег			110,1	95,00
		Емістим С			110,2	95,08
		Вимпел			110,9	95,69
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	97,5	117,0	107,0	91,45
		ПлантаПег			108,3	92,56
		Емістим С			108,6	92,82
		Вимпел			108,9	93,08
Чекбек	$P_{30}K_{45}$ (контроль)	Без обробки	94,7	116,1	105,0	90,44
		ПлантаПег			106,5	91,73
		Емістим С			107,2	92,33
		Вимпел			107,5	92,59
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	95,1	116,5	106,6	91,50
		ПлантаПег			108,2	92,88
		Емістим С			108,4	93,05
		Вимпел			108,7	93,30
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	96,3	116,9	107,3	91,79
		ПлантаПег			109,1	93,33
		Емістим С			110,3	94,35
		Вимпел			111,0	94,95
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	98,0	117,3	106,8	91,05
		ПлантаПег			108,3	92,33

		Емістим С			108,5	92,50
		Вимпел			108,9	92,84

Продовження додатку Б.2

1	2	3	4	5	6	7
Фаргус	$P_{30}K_{45}$ (контроль)	Без обробки	90,7	114,8	97,6	85,02
		ПлантаПег			99,5	86,67
		Емістим С			99,7	86,85
		Вимпел			100,0	87,11
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	91,6	115,0	98,4	85,57
		ПлантаПег			102,8	89,39
		Емістим С			103,6	90,09
		Вимпел			103,9	90,35
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	92,7	115,4	101,2	87,69
		ПлантаПег			105,4	91,33
		Емістим С			106,5	92,29
		Вимпел			107,1	92,81
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	93,4	116,0	102,1	88,02
		ПлантаПег			104,9	90,43
		Емістим С			105,2	90,69
		Вимпел			105,3	90,78

Додаток Б.3

Густота та збереженість рослин гороху залежно від технології вирощування (у 2018 р.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Польова схожість насіння, %	Густота стояння рослин, шт/м^2		Вижива-ність рослин, %
				ВВСН 09	ВВСН 97	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (контроль)	Без обробки	89,0	106,8	89,2	83,52
		ПлантаПег			91,3	85,49
		Емістим С			91,6	85,77
		Вимпел			91,8	85,96
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	90,1	108,1	89,7	82,98
		ПлантаПег			90,9	84,09
		Емістим С			91,2	84,37
		Вимпел			91,4	84,55
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	90,7	108,8	92,1	84,65
		ПлантаПег			94,8	87,13
		Емістим С			95,0	87,32
		Вимпел			95,3	87,59
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	90,2	108,2	91,7	84,75
		ПлантаПег			92,6	85,58
		Емістим С			93,0	85,95
		Вимпел			93,6	86,51
Чекбек	$P_{30}K_{45}$ (контроль)	Без обробки	89,3	111,6	96,1	86,11
		ПлантаПег			98,0	87,81
		Емістим С			98,2	87,99
		Вимпел			98,4	88,17
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	90,6	113,4	97,3	85,80
		ПлантаПег			99,7	87,92
		Емістим С			99,9	88,10
		Вимпел			100,3	88,45
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	91,3	113,9	99,2	87,09
		ПлантаПег			102,3	89,82
		Емістим С			102,5	89,99
		Вимпел			102,8	90,25

	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	92,9	114,0	100,6	88,25
		ПлантаПег			101,4	88,95
		Емістим С			101,6	89,12
		Вимпел			102,1	89,56

Продовження додатку Б.3

1	2	3	4	5	6	7
Фаргус	$P_{30}K_{45}$ (контроль)	Без обробки	88,1	105,1	87,3	83,06
		ПлантаПег			89,5	85,16
		Емістим С			90,7	86,30
		Вимпел			90,6	86,20
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	88,6	105,8	88,6	83,74
		ПлантаПег			90,2	85,26
		Емістим С			90,8	85,82
		Вимпел			91,1	86,11
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	89,1	106,0	90,5	85,38
		ПлантаПег			93,0	87,74
		Емістим С			93,5	88,21
		Вимпел			94,0	88,68
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	89,9	106,3	89,9	84,57
		ПлантаПег			91,3	85,89
		Емістим С			91,7	86,27
		Вимпел			91,8	86,36

Додаток В.1

Тривалість міжфазних періодів сортів гороху залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, діб (у 2016 р.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінераль-них добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Міжфазні періоди ВВСН					
			00-09	10-13	14-50	51-69	70-80	81-99
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	13	7	16	17	13	19
		ПлантаПег		7	16	17	14	20
		Емістим С		7	16	17	14	20
		Вимпел		7	16	17	14	20
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14	8	16	18	14	20
		ПлантаПег		8	16	18	15	21
		Емістим С		8	16	18	16	22
		Вимпел		8	16	18	16	22
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	15	9	16	18	15	21
		ПлантаПег		9	16	18	16	22
		Емістим С		9	16	18	16	22
		Вимпел		9	16	18	16	23
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	15	9	16	18	16	22
		ПлантаПег		9	16	18	17	23
		Емістим С		9	16	18	17	23
		Вимпел		9	16	18	17	23
Чекбек	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	12	5	15	16	13	17
		ПлантаПег		5	15	16	14	18
		Емістим С		5	15	16	14	18
		Вимпел		5	15	16	14	18
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	13	6	16	17	14	18
		ПлантаПег		6	16	17	15	19
		Емістим С		6	16	17	15	19
		Вимпел		6	16	17	15	19
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14	6	16	18	15	19
		ПлантаПег		6	16	18	16	20
		Емістим С		6	16	18	16	21

		Вимпел		6	16	18	16	21
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14	6	16	19	15	20
		ПлантаПег		6	16	19	16	21
		Емістим С		6	16	19	16	21
		Вимпел		6	16	19	16	21

Продовження додатку В.1

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Фаргус	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	12	7	17	18	15	17
		ПлантаПег		7	17	18	16	18
		Емістим С		7	17	18	16	18
		Вимпел		7	17	18	16	18
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	13	8	18	19	16	19
		ПлантаПег		8	18	19	17	20
		Емістим С		8	18	19	17	20
		Вимпел		8	18	19	17	20
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14	8	18	19	17	20
		ПлантаПег		8	18	19	18	21
		Емістим С		8	18	19	18	21
		Вимпел		8	18	19	18	22
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14	8	18	20	18	21
		ПлантаПег		8	18	20	19	22
		Емістим С		8	18	20	19	22
		Вимпел		8	18	20	19	22

Додаток В.2

Тривалість міжфазних періодів сортів гороху залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, діб (у 2017 р.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінераль-них добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Міжфазні періоди ВВСН					
			00-09	10-13	14-50	51-69	70-80	81-99
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	12	6	15	16	13	20
		ПлантаПег		6	15	16	14	21
		Емістим С		6	15	16	14	21
		Вимпел		6	15	16	14	21
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	13	7	15	17	14	21
		ПлантаПег		7	15	17	15	22
		Емістим С		7	15	17	16	23
		Вимпел		7	15	17	16	23
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14	8	15	17	15	22
		ПлантаПег		8	15	17	16	23
		Емістим С		8	15	17	16	23
		Вимпел		8	15	17	16	24
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14	8	15	17	15	23
		ПлантаПег		8	15	17	16	24
		Емістим С		8	15	17	16	24
		Вимпел		8	15	17	16	24
Чекбек	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	14	5	14	16	12	18
		ПлантаПег		5	14	16	13	19
		Емістим С		5	14	16	13	19
		Вимпел		5	14	16	13	19
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	15	6	15	17	13	20
		ПлантаПег		6	15	17	14	21
		Емістим С		6	15	17	14	21
		Вимпел		6	15	17	14	21

	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	16	6	15	17	14	21
		ПлантаПег		6	15	17	15	22
		Емістим С		6	15	17	15	23
		Вимпел		6	15	17	15	23
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	17	6	15	18	15	22
		ПлантаПег		6	15	18	16	23
		Емістим С		6	15	18	16	23
		Вимпел		6	15	18	16	23

Продовження додатку В.2

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Фаргус	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	13	8	18	19	13	19
		ПлантаПег		8	18	19	14	20
		Емістим С		8	18	19	14	20
		Вимпел		8	18	19	14	20
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14	9	18	20	14	20
		ПлантаПег		9	18	20	15	21
		Емістим С		9	18	20	15	21
		Вимпел		9	18	20	15	21
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	15	9	19	21	15	22
		ПлантаПег		9	19	21	16	22
		Емістим С		9	19	21	17	23
		Вимпел		9	19	21	17	23
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	15	9	19	22	16	22
		ПлантаПег		9	19	22	17	23
		Емістим С		9	19	22	17	23
		Вимпел		9	19	22	17	23

Додаток В.3

Тривалість міжфазних періодів сортів гороху залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, діб (у 2018 р.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінераль-них добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Міжфазні періоди ВВСН					
			00-09	10-13	14-50	51-69	70-80	81-99
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Готівський (к)	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	9	9	17	18	15	23
		ПлантаПег		9	17	18	16	24
		Емістим С		9	17	18	16	24
		Вимпел		9	17	18	16	24
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	10	10	17	19	16	24
		ПлантаПег		10	17	19	17	25
		Емістим С		10	17	19	17	25
		Вимпел		10	17	19	17	25
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	11	10	17	20	17	25
		ПлантаПег		10	17	20	18	26
		Емістим С		10	17	20	18	26
		Вимпел		10	17	20	18	26
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	12	10	18	21	18	25
		ПлантаПег		10	18	21	19	26
		Емістим С		10	18	21	19	26
		Вимпел		10	18	21	19	26
Чекбек	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	12	10	16	17	14	20
		ПлантаПег		10	16	17	15	21
		Емістим С		10	16	17	15	21
		Вимпел		10	16	17	15	21
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	13	11	16	17	15	21
		ПлантаПег		11	16	17	16	22
		Емістим С		11	16	17	16	22
		Вимпел		11	16	17	16	22

	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	14	11	17	17	16	22
		ПлантаПег		11	17	17	17	23
		Емістим С		11	17	17	17	24
		Вимпел		11	17	17	17	24
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	15	11	17	18	17	23
		ПлантаПег		11	17	18	18	24
		Емістим С		11	17	18	18	24
		Вимпел		11	17	18	18	24

Продовження додатку В.3

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Фаргус	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	14	12	20	21	15	19
		ПлантаПег		12	20	21	16	20
		Емістим С		12	20	21	16	20
		Вимпел		12	20	21	16	20
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	15	12	21	22	16	20
		ПлантаПег		12	21	22	17	21
		Емістим С		12	21	22	17	21
		Вимпел		12	21	22	17	21
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	16	12	21	23	17	22
		ПлантаПег		12	21	23	18	22
		Емістим С		12	21	23	18	23
		Вимпел		12	21	23	18	23
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	16	13	21	24	18	22
		ПлантаПег		13	21	24	19	23
		Емістим С		13	21	24	19	23
		Вимпел		13	21	24	19	23

Додаток Г.1

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 3.1 (густота стояння рослин у мікостадії BBCH 97)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	1441380				
Cy	5637	191			
Cp	3723,003	2			
Cv	1311,739	47	27,9		
Ca=	920,1129	2	460,056	108,5	3,09
Cb=	207,8274	3	69,276	16,3	2,7
Cc=	153,6224	3	51,207	12,1	2,7
Cab=	12,42819	6	2,071	0,5	2,19
Cac=	6,19	6	1,032	0,2	2,19
Cbc=	10,45396	9	1,162	0,3	1,97
Cabc=	1,100	18	0,061	0,0	1,63
Cz	602	142	4,242		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	1,6816	3,2959367		
HIP A	1,96	0,364077	0,7135912		
HIP B	1,96	0,4204	0,8239842		
HIP C	1,96	0,4204	0,8239842		

Додаток Г.2

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 3.1 (виживанність рослин)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	1138259				
Cy	1454	191			
Cp	792,4161	2			
Cv	295,7378	47	6,3		
Ca=	74,98456	2	37,492	14,5	3,09
Cb=	76,92328	3	25,641	9,9	2,7
Cc=	110,4607	3	36,820	14,3	2,7
Cab=	15,61605	6	2,603	1,0	2,19
Cac=	5,77	6	0,961	0,4	2,19
Cbc=	11,07447	9	1,230	0,5	1,97
Cabc=	0,912	18	0,051	0,0	1,63
Cz	366	142	2,579		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	1,31117	2,5698923		
HIP A	1,96	0,283877	0,556398		
HIP B	1,96	0,327792	0,6424731		
HIP C	1,96	0,327792	0,6424731		

Додаток Г.3

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 4.1

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	220227				
Cy	5423	191			
Cp	1141,872	2			
Cv	3727,579	47	79,3		
Ca=	3234,108	2	1617,054	415,2	3,09
Cb=	158,4353	3	52,812	13,6	2,7
Cc=	320,0589	3	106,686	27,4	2,7
Cab=	3,542893	6	0,590	0,2	2,19
Cac=	2,26	6	0,377	0,1	2,19
Cbc=	5,691806	9	0,632	0,2	1,97
Cabc=	3,478	18	0,193	0,0	1,63
Cz	553	142	3,895		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	1,611415	3,158374		
HIP A	1,96	0,348882	0,683808		
HIP B	1,96	0,402854	0,789594		
HIP C	1,96	0,402854	0,789594		

Додаток Г.4

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 4.1

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	271263,2				
Cy	7730	191			
Cp	3900,212	2			
Cv	3257,717	47	69,3		
Ca=	2890,864	2	1445,432	358,5	3,09
Cb=	63,9892	3	21,330	5,3	2,7
Cc=	288,2133	3	96,071	23,8	2,7
Cab=	0,60481	6	0,101	0,0	2,19
Cac=	0,26	6	0,043	0,0	2,19
Cbc=	12,58926	9	1,399	0,3	1,97
Cabc=	1,199	18	0,067	0,0	1,63
Cz	572	142	4,032		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	1,639444	3,21331		
HIP A	1,96	0,35495	0,695702		
HIP B	1,96	0,409861	0,803327		
HIP C	1,96	0,409861	0,803327		

Додаток Г.5

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 4.1

(середнє за 2016-2018 рр.)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	45357,94				
Cy	5013	191			
Cp	2125,741	2			
Cv	2025,343	47	43,1		
Ca=	1577,079	2	788,539	129,9	3,09
Cb=	60,57115	3	20,190	3,3	2,7
Cc=	257,4202	3	85,807	14,1	2,7
Cab=	102,4825	6	17,080	2,8	2,19
Cac=	3,47	6	0,579	0,1	2,19
Cbc=	17,56361	9	1,952	0,3	1,97
Cabc=	6,753	18	0,375	0,1	1,63
Cz	862	142	6,069		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	2,011429	3,942402		
HIP A	1,96	0,435487	0,853555		
HIP B	1,96	0,502857	0,9856		
HIP C	1,96	0,502857	0,9856		

Додаток Г.6

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 4.1

(середнє за 2016-2018 рр.)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	45506,71				
Cy	3969	191			
Cp	2329,504	2			
Cv	1433,386	47	30,5		
Ca=	1250,46	2	625,230	431,7	3,09
Cb=	12,46274	3	4,154	2,9	2,7
Cc=	156,0115	3	52,004	35,9	2,7
Cab=	0,827381	6	0,138	0,1	2,19
Cac=	0,76	6	0,127	0,1	2,19
Cbc=	12,39916	9	1,378	1,0	1,97
Cabc=	0,466	18	0,026	0,0	1,63
Cz	206	142	1,448		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	0,982641	1,925976		
HIP A	1,96	0,212748	0,416986		
HIP B	1,96	0,24566	0,481494		
HIP C	1,96	0,24566	0,481494		

Додаток Г.7

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 4.2

(середнє за 2016-2018 рр.)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	4548286,874				
Cy	866288	191			
Cp	179233,0407	2			
Cv	584847,1597	47	12443,6		
Ca=	166361,35	2	83180,675	115,6	3,09
Cb=	25818,65964	3	8606,220	12,0	2,7
Cc=	378092,0839	3	126030,695	175,1	2,7
Cab=	2112,125278	6	352,021	0,5	2,19
Cac=	10078,84	6	1679,807	2,3	2,19
Cbc=	933,8594678	9	103,762	0,1	1,97
Cabc=	1450,239	18	80,569	0,1	1,63
Cz	102207	142	719,771		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	21,90541	42,93460423		
HIP A	1,96	4,74266	9,295614491		
HIP B	1,96	5,476353	10,73365106		
HIP C	1,96	5,476353	10,73365106		

Додаток Г.8

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 4.2

(середнє за 2016-2018 рр.)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	23478870				
Cy	1285782	191			
Cp	224545,6	2			
Cv	1035972	47	22042,0		
Ca=	364674,3	2	182337,160	1024,9	3,09
Cb=	242574,8	3	80858,250	454,5	2,7
Cc=	384954,8	3	128318,277	721,2	2,7
Cab=	1686,48	6	281,080	1,6	2,19
Cac=	5956,24	6	992,707	5,6	2,19
Cbc=	35872,65	9	3985,850	22,4	1,97
Cabc=	253,200	18	14,067	0,1	1,63
Cz	25264	142	177,913		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	10,89077	21,34591361		
HIP A	1,96	2,357921	4,621525863		
HIP B	1,96	2,722693	5,336478402		
HIP C	1,96	2,722693	5,336478402		

Додаток Г.9

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 4.3

(середнє за 2016-2018 рр.)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	5619388,4				
Cy	653377	191			
Cp	25086,5554	2			
Cv	625498,041	47	13308,5		
Ca=	129778,331	2	64889,165	3299,8	3,09
Cb=	18560,3466	3	6186,782	314,6	2,7
Cc=	463592,02	3	154530,673	7858,2	2,7
Cab=	3103,70367	6	517,284	26,3	2,19
Cac=	5060,30	6	843,384	42,9	2,19
Cbc=	2706,77986	9	300,753	15,3	1,97
Cabc=	2696,556	18	149,809	7,6	1,63
Cz	2792	142	19,665		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	3,6207552	7,09668024		
HIP A	1,96	0,7839165	1,536476342		
HIP B	1,96	0,9051888	1,77417006		
HIP C	1,96	0,9051888	1,77417006		

Додаток Г.10

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 4.3

(середнє за 2016-2018 рр.)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	30419055,7				
Cy	1184069	191			
Cp	135799,356	2			
Cv	1043610,81	47	22204,5		
Ca=	409960,927	2	204980,464	6247,6	3,09
Cb=	185824,486	3	61941,495	1887,9	2,7
Cc=	407813,886	3	135937,962	4143,2	2,7
Cab=	1551,63725	6	258,606	7,9	2,19
Cac=	6062,50	6	1010,417	30,8	2,19
Cbc=	32116,4128	9	3568,490	108,8	1,97
Cabc=	280,955	18	15,609	0,5	1,63
Cz	4659	142	32,810		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	4,6768719	9,166668891		
HIP A	1,96	1,0125725	1,984642032		
HIP B	1,96	1,169218	2,291667223		
HIP C	1,96	1,169218	2,291667223		

Додаток Г.11

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 4.4

(середнє за 2016-2018 рр.)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	268911,4				
Cy	17679	191			
Cp	3564,864	2			
Cv	13857,07	47	294,8		
Ca=	3467,498	2	1733,749	959,0	3,09
Cb=	2239,402	3	746,467	412,9	2,7
Cc=	7609,15	3	2536,383	1403,0	2,7
Cab=	29,93403	6	4,989	2,8	2,19
Cac=	39,43	6	6,572	3,6	2,19
Cbc=	459,7911	9	51,088	28,3	1,97
Cabc=	11,868	18	0,659	0,4	1,63
Cz	257	142	1,808		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	1,097833	2,151753		
HIP A	1,96	0,237688	0,465868		
HIP B	1,96	0,274458	0,537938		
HIP C	1,96	0,274458	0,537938		

Додаток Г.12

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 5.1

(середнє за 2016-2018 рр.)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	48192,96				
Cy	3268	191			
Cp	1135,006	2			
Cv	2083,738	47	44,3		
Ca=	931,7103	2	465,855	1348,0	3,09
Cb=	547,6299	3	182,543	528,2	2,7
Cc=	501,9269	3	167,309	484,1	2,7
Cab=	68,36115	6	11,394	33,0	2,19
Cac=	6,38	6	1,064	3,1	2,19
Cbc=	20,24899	9	2,250	6,5	1,97
Cabc=	7,478	18	0,415	1,2	1,63
Cz	49	142	0,346		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	0,479998	0,9407954		
HIP A	1,96	0,103923	0,2036882		
HIP B	1,96	0,119999	0,2351988		
HIP C	1,96	0,119999	0,2351988		

Додаток Г.13

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 5.1

(середнє за 2016-2018 рр.)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	9084146				
Cy	36873	191			
Cp	14202,57	2			
Cv	22064,12	47	469,4		
Ca=	21352,96	2	10676,481	2500,9	3,09
Cb=	213,4263	3	71,142	16,7	2,7
Cc=	404,8691	3	134,956	31,6	2,7
Cab=	23,23514	6	3,873	0,9	2,19
Cac=	53,03	6	8,839	2,1	2,19
Cbc=	7,241181	9	0,805	0,2	1,97
Cabc=	9,348	18	0,519	0,1	1,63
Cz	606	142	4,269		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	1,687008	3,3065363		
HIP A	1,96	0,365248	0,7158861		
HIP B	1,96	0,421752	0,8266341		
HIP C	1,96	0,421752	0,8266341		

Додаток Г.14

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 5.2

(середнє за 2016 р.)

	розс.	ст.св	дисперсія		F05
С корег фактор	1846,794				
Cy	62	191			
Cp	5,019827	3			
Cv	48,93115	47	1,0		
Ca=	13,37556	2	6,688		3,09
Cb=	21,73903	3	7,246		2,7
Cc=	10,87511	3	3,625		2,7
Cab=	1,922449	6	0,320		2,19
Cac=	0	6	0,014		2,19
Cbc=	0,123505	9	0,014		1,97
Cabc=	1	18	0,045		1,63
Cz	8	141	0,058		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	0,170268	0,333726		
HIP A	1,96	0,042567	0,083431		
HIP B	1,96	0,049152	0,096338		
HIP C	1,96	0,049152	0,096338		

Додаток Г.15

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 5.2

(середнє за 2017 р.)

	розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05
С корег фактор	2387,316				
Cy	83	191			
Cp	8,611144	3			
Cv	70,98669	47	1,5		
Ca=	23,91214	2	11,956	561,3	3,09
Cb=	25,76507	3	8,588	403,2	2,7
Cc=	18,91593	3	6,305	296,0	2,7
Cab=	1,498681	6	0,250	11,7	2,19
Cac=	0	6	0,026	1,2	2,19
Cbc=	0,133919	9	0,015	0,7	1,97
Cabc=	1	18	0,034	1,6	1,63
Cz	3	141	0,021		
	t05	Sd			
HIP заг	1,96	0,103204	0,202279		
HIP A	1,96	0,025801	0,05057		
HIP B	1,96	0,029792	0,058393		
HIP C	1,96	0,029792	0,058393		

Додаток Г.16

Дисперсійний аналіз трьохфакторного досліду до табл. 5.2

(середнє за 2018 р.)

		розс.	ст.св	дисперсія
	С корег фактор	1605,974		
	Cy	51	191	
	Cp	4,890527	3	
	Cv	40,2405	47	0,9
	Ca=	12,03853	2	6,019
	Cb=	15,07901	3	5,026
	Cc=	11,76872	3	3,923
	Cab=	0,846021	6	0,141
	Cac=	0	6	0,021
	Cbc=	0,122892	9	0,014
	Cabc=	0	18	0,014
	Cz	5	141	0,039
		t05	Sd	
	HIP заг	1,96	0,138807	0,272062
	HIP A	1,96	0,034702	0,068015
	HIP B	1,96	0,04007	0,078537
	HIP C	1,96	0,04007	0,078537

Додаток Е.1

Маса бульбочок у рослин гороху посівного залежно від технологічних заходів, г/10 рослин (2016)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	ВВСН 12-13		ВВСН 51-59		ВВСН 60-69		ВВСН 70-79	
			∑з	∑а	∑з	∑а	∑з	∑а	∑з	∑а
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Готівський	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	0,69	0,55	1,00	0,82	3,44	2,81	1,91	0,79
		ПлантаПег			1,96	1,61	4,43	3,65	2,79	1,25
		Емістим С			2,22	1,84	4,60	3,81	3,02	1,44
		Вимпел			2,28	1,90	4,70	3,92	3,11	1,52
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,63	0,46	0,93	0,74	3,46	2,75	1,76	0,72
		ПлантаПег			1,88	1,55	4,57	3,77	2,91	1,38
		Емістим С			2,03	1,68	4,70	3,89	3,21	1,52
		Вимпел			2,10	1,76	4,80	4,01	3,39	1,65
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,57	0,38	0,88	0,69	3,32	2,60	1,71	0,68
		ПлантаПег			1,87	1,55	4,67	3,86	2,77	1,45
		Емістим С			1,95	1,62	4,73	3,93	3,15	1,61
		Вимпел			2,06	1,73	4,87	4,09	3,53	1,79
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,51	0,29	0,79	0,59	3,36	2,51	1,36	0,51
		ПлантаПег			1,94	1,49	3,60	2,76	1,99	0,99
		Емістим С			2,01	1,57	3,68	2,88	2,14	1,08
		Вимпел			2,07	1,62	3,86	3,03	2,29	1,17
Чекбек	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	0,79	0,62	1,47	1,27	3,92	3,26	2,27	0,97
		ПлантаПег			2,89	2,51	5,26	4,40	3,42	1,58
		Емістим С			2,96	2,59	5,44	4,59	3,44	1,69
		Вимпел			3,05	2,68	5,46	4,63	3,62	1,82
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,75	0,50	1,39	1,17	3,89	3,15	1,80	0,76
		ПлантаПег			2,78	2,42	5,38	4,51	3,11	1,52

Продовження додатку Е.1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чекбек		Емістим С			2,84	2,48	5,47	4,60	3,30	1,61
		Вимпел			2,94	2,59	5,52	4,69	3,58	1,79
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,71	0,43	1,23	1,02	3,82	3,04	1,56	0,64
		ПлантаПег			2,74	2,39	5,42	4,56	3,24	1,74
		Емістим С			2,80	2,45	5,50	4,65	3,48	1,83
		Вимпел			2,90	2,56	5,55	4,73	3,94	2,05
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,64	0,38	1,14	0,90	3,83	2,92	1,21	0,47
		ПлантаПег			2,54	2,06	4,29	3,35	2,62	1,34
		Емістим С			2,62	2,17	4,35	3,47	2,74	1,42
		Вимпел			2,71	2,25	4,45	3,55	3,01	1,58
Фаргус	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	0,54	0,39	0,80	0,64	2,53	2,12	1,52	0,60
		ПлантаПег			1,68	1,35	3,72	3,14	2,34	1,01
		Емістим С			1,79	1,45	3,86	3,28	2,57	1,18
		Вимпел			1,86	1,51	3,90	3,33	2,55	1,20
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,49	0,34	0,72	0,56	2,50	2,04	1,38	0,54
		ПлантаПег			1,61	1,29	3,77	3,19	2,47	1,13
		Емістим С			1,75	1,41	3,83	3,25	2,74	1,25
		Вимпел			1,82	1,48	3,95	3,30	2,92	1,37
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,46	0,28	0,68	0,52	2,43	1,95	1,34	0,51
		ПлантаПег			1,60	1,29	3,93	3,33	2,35	1,19
		Емістим С			1,68	1,36	3,98	3,39	2,69	1,33
		Вимпел			1,77	1,45	4,10	3,53	3,05	1,49
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,42	0,22	0,59	0,43	2,34	1,80	0,98	0,35
		ПлантаПег			1,65	1,23	2,98	2,35	1,62	0,78
		Емістим С			1,72	1,31	3,06	2,46	1,77	0,86
		Вимпел			1,78	1,36	3,22	2,59	1,91	0,94

Додаток Е. 2

Маса бульбочок у рослин гороху посівного залежно від технологічних заходів, г/10 рослин (2017)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	ВВСН 12-13		ВВСН 51-59		ВВСН 60-69		ВВСН 70-79	
			∑з	∑а	∑з	∑а	∑з	∑а	∑з	∑а
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Готівський	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	0,78	0,62	1,06	0,91	3,79	3,25	1,97	0,85
		ПлантаПег			2,18	1,88	4,70	4,05	2,74	1,32
		Емістим С			2,31	2,01	4,90	4,26	3,21	1,58
		Вимпел			2,41	2,13	4,93	4,36	3,33	1,65
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,70	0,58	1,02	0,86	3,74	3,14	2,16	0,80
		ПлантаПег			2,14	1,82	4,96	4,23	3,44	1,57
		Емістим С			2,25	1,94	5,06	4,37	3,37	1,69
		Вимпел			2,23	1,99	4,95	4,42	3,43	1,81
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,64	0,50	0,97	0,80	3,68	3,04	2,04	0,74
		ПлантаПег			2,07	1,75	5,08	4,29	3,21	1,64
		Емістим С			2,10	1,78	5,18	4,39	3,31	1,78
		Вимпел			2,22	1,89	5,24	4,46	3,56	1,92
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,60	0,41	0,91	0,73	3,36	2,69	1,94	0,66
		ПлантаПег			2,21	1,71	3,95	3,06	2,76	1,26
		Емістим С			2,24	1,76	4,12	3,24	2,78	1,32
		Вимпел			2,24	1,81	4,22	3,41	2,81	1,41
Чекбек	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	0,84	0,72	1,67	1,49	4,06	3,55	2,54	1,14
		ПлантаПег			3,20	2,87	5,33	4,68	3,38	1,69
		Емістим С			3,24	2,94	5,34	4,74	3,49	1,78
		Вимпел			3,27	3,01	5,32	4,80	3,55	1,82
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,80	0,60	1,58	1,38	3,99	3,42	2,74	1,06
		ПлантаПег			3,07	2,73	5,42	4,71	3,91	1,85

Продовження додатку Е.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Емістим С			3,16	2,84	5,48	4,83	3,85	2,00
		Вимпел			3,15	2,93	5,41	4,92	3,90	2,12
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,76	0,49	1,46	1,26	3,96	3,34	2,58	0,98
		ПлантаПег			1,88	2,65	5,56	4,79	3,82	2,02
		Емістим С			3,07	2,71	5,65	4,89	3,86	2,14
		Вимпел			2,03	2,88	5,82	5,05	4,15	2,31
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,72	0,44	1,22	1,02	3,69	3,02	2,02	0,72
		ПлантаПег			3,00	2,43	4,57	3,62	3,43	1,62
		Емістим С			3,12	2,57	4,61	3,71	3,60	1,77
		Вимпел			3,12	2,63	4,64	3,83	3,53	1,83
Фаргус	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	0,62	0,47	0,86	0,72	3,18	2,67	1,60	0,66
		ПлантаПег			1,89	1,59	4,15	3,50	2,33	1,08
		Емістим С			2,02	1,72	4,32	3,68	2,76	1,31
		Вимпел			2,06	1,79	4,36	3,78	2,87	1,37
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,57	0,42	0,82	0,67	3,03	2,49	1,74	0,61
		ПлантаПег			1,83	1,53	4,11	3,58	2,97	1,30
		Емістим С			1,94	1,64	4,22	3,62	2,91	1,41
		Вимпел			1,93	1,69	4,29	3,69	2,97	1,51
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,54	0,36	0,77	0,62	2,91	2,35	1,63	0,56
		ПлантаПег			1,78	1,47	4,49	3,71	2,76	1,36
		Емістим С			1,81	1,50	4,58	3,80	2,87	1,49
		Вимпел			1,92	1,60	4,63	3,86	3,09	1,61
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,50	0,31	0,64	0,50	2,84	2,22	1,34	0,43
		ПлантаПег			1,88	1,42	3,46	2,62	2,33	1,02
		Емістим С			1,89	1,45	3,62	2,78	2,36	1,08
		Вимпел			1,94	1,53	3,71	2,93	2,40	1,16

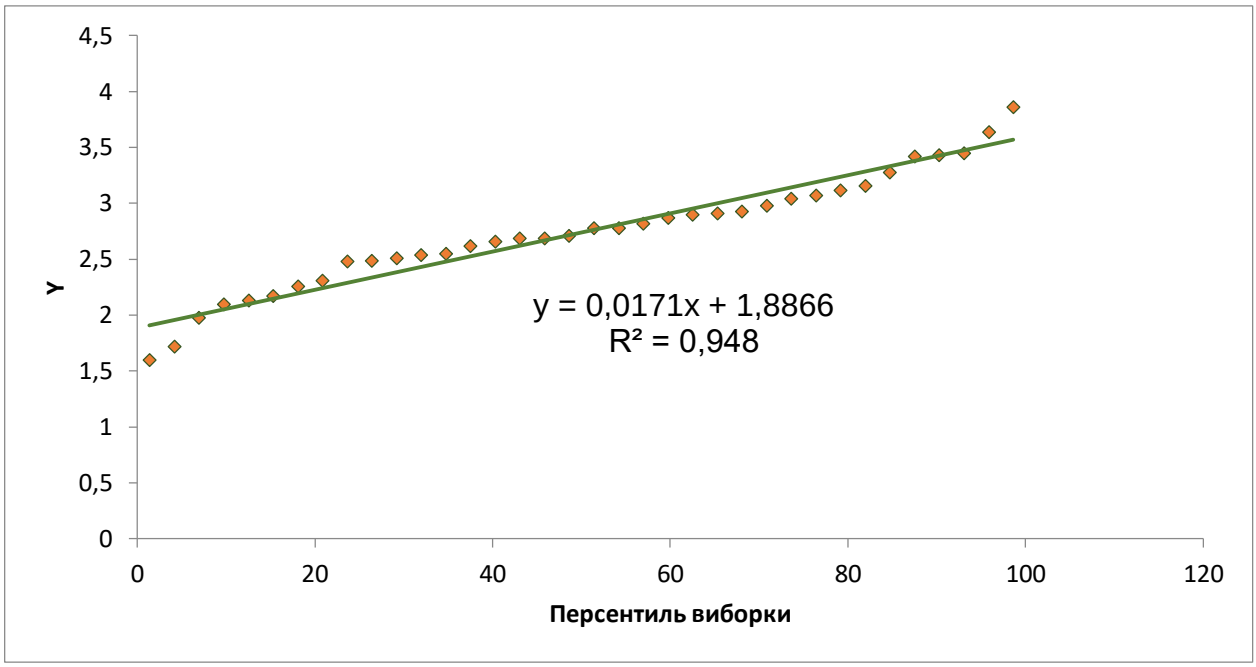
Додаток Е. 3

Маса бульбочок у рослин гороху посівного залежно від технологічних заходів, г/10 рослин (2018)

Фактор А (сорт)	Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	ВВСН 12-13		ВВСН 51-59		ВВСН 60-69		ВВСН 70-79	
			∑з	∑а	∑з	∑а	∑з	∑а	∑з	∑а
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Готівський	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	0,48	0,37	0,90	0,70	3,41	2,66	1,55	0,57
		ПлантаПег			1,81	1,43	4,03	3,18	2,00	0,89
		Емістим С			2,06	1,63	4,11	3,26	1,89	1,02
		Вимпел			2,18	1,74	4,19	3,34	2,14	1,16
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,42	0,31	0,72	0,55	3,31	2,54	1,28	0,44
		ПлантаПег			1,72	1,36	4,15	3,28	2,40	1,04
		Емістим С			1,79	1,42	4,20	3,34	2,54	1,19
		Вимпел			1,94	1,55	4,27	3,41	2,80	1,29
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,37	0,24	0,64	0,48	3,28	2,47	1,37	0,38
		ПлантаПег			1,62	1,29	4,17	3,33	2,91	1,16
		Емістим С			1,65	1,32	4,28	3,42	2,95	1,25
		Вимпел			1,73	1,39	4,42	3,56	3,41	1,38
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,32	0,18	0,49	0,37	2,72	2,04	0,69	0,20
		ПлантаПег			1,63	1,24	3,04	2,31	1,67	0,64
		Емістим С			1,70	1,30	3,17	2,42	1,63	0,73
		Вимпел			1,74	1,33	3,27	2,50	2,13	0,89
Чекбек	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	0,59	0,47	0,78	0,63	3,47	2,75	2,26	0,86
		ПлантаПег			1,58	1,28	4,56	3,66	2,09	0,96
		Емістим С			1,79	1,46	4,65	3,75	2,03	1,12
		Вимпел			1,90	1,56	4,70	3,81	2,25	1,25
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,55	0,36	0,62	0,49	3,41	2,66	2,10	0,75
		ПлантаПег			1,50	1,22	4,66	3,74	2,57	1,15

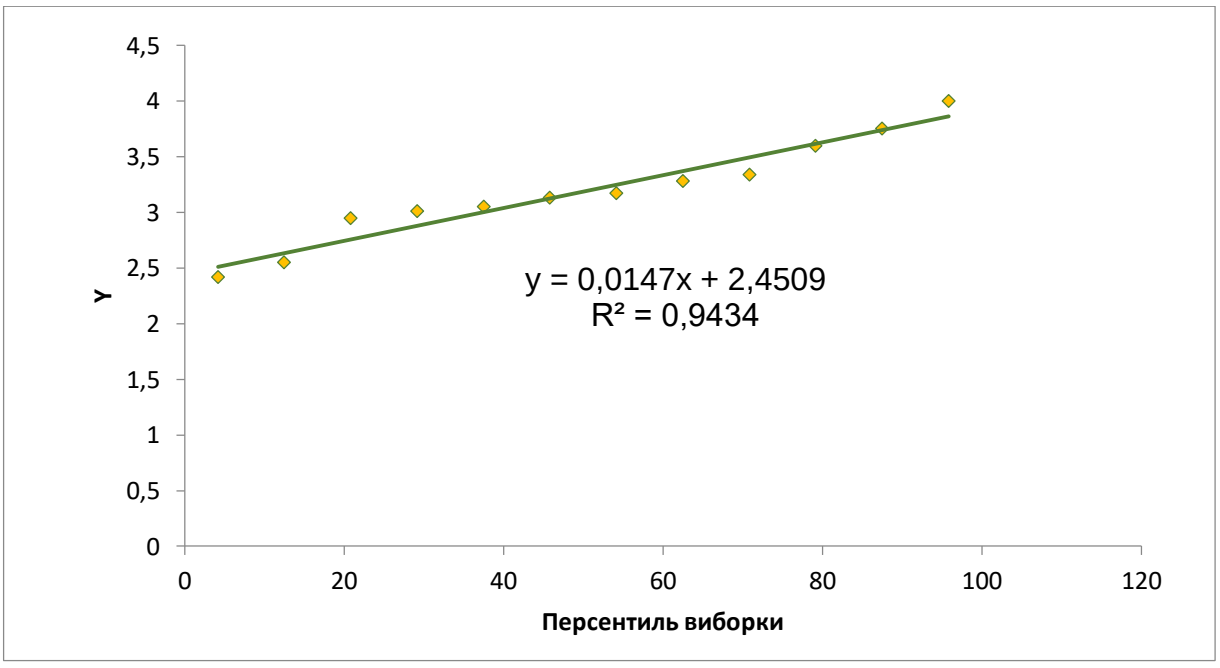
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Емістим С			1,56	1,28	4,69	3,79	2,64	1,27
		Вимпел			1,69	1,39	4,77	3,87	2,91	1,38
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,51	0,28	0,55	0,43	3,35	2,57	2,13	0,62
		ПлантаПег			1,37	1,13	4,66	3,78	3,28	1,35
		Емістим С			1,44	1,19	4,73	3,84	3,30	1,44
		Вимпел			1,50	1,25	4,87	3,98	3,73	1,56
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,46	0,21	0,45	0,35	3,16	2,41	1,58	0,48
		ПлантаПег			1,28	1,01	3,82	2,96	2,45	0,97
		Емістим С			1,47	1,16	4,02	3,12	2,47	1,14
		Вимпел			1,51	1,20	4,16	3,24	2,78	1,20
Фартус	$P_{30}K_{45}$ (к)	Без обробки	0,35	0,24	0,69	0,53	2,88	2,21	1,15	0,41
		ПлантаПег			1,52	1,18	3,50	2,72	1,59	0,69
		Емістим С			1,74	1,36	3,57	2,79	1,53	0,81
		Вимпел			1,81	1,42	3,60	2,83	1,60	0,85
	$N_{15}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,29	0,20	0,65	0,49	2,87	2,17	0,99	0,33
		ПлантаПег			1,44	1,12	3,61	2,81	1,97	0,83
		Емістим С			1,51	1,18	3,65	2,86	2,10	0,96
		Вимпел			1,64	1,29	3,68	2,90	2,33	1,05
	$N_{30}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,24	0,16	0,57	0,42	2,81	2,09	1,09	0,29
		ПлантаПег			1,35	1,06	3,64	2,86	2,43	0,94
		Емістим С			1,38	1,09	3,73	2,94	2,45	1,01
		Вимпел			1,45	1,15	3,86	3,06	2,87	1,13
	$N_{45}P_{30}K_{45}$	Без обробки	0,18	0,12	0,47	0,35	2,63	1,94	0,72	0,20
		ПлантаПег			1,35	1,01	2,60	1,95	1,27	0,47
		Емістим С			1,41	1,06	2,73	2,05	1,26	0,55
		Вимпел			1,46	1,10	2,81	2,12	1,72	0,70

Додаток І.1



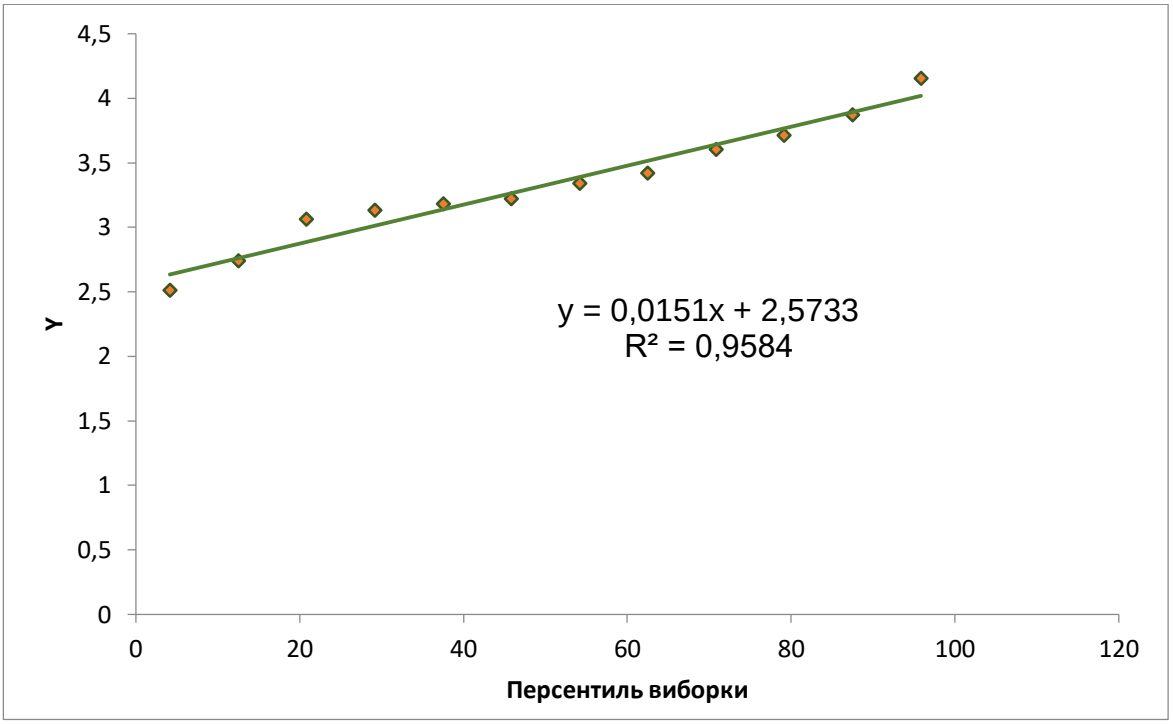
Кореляційний зв'язок та рівняння регресії між фактором внесення добрив та урожайністю гороху

Додаток І.2



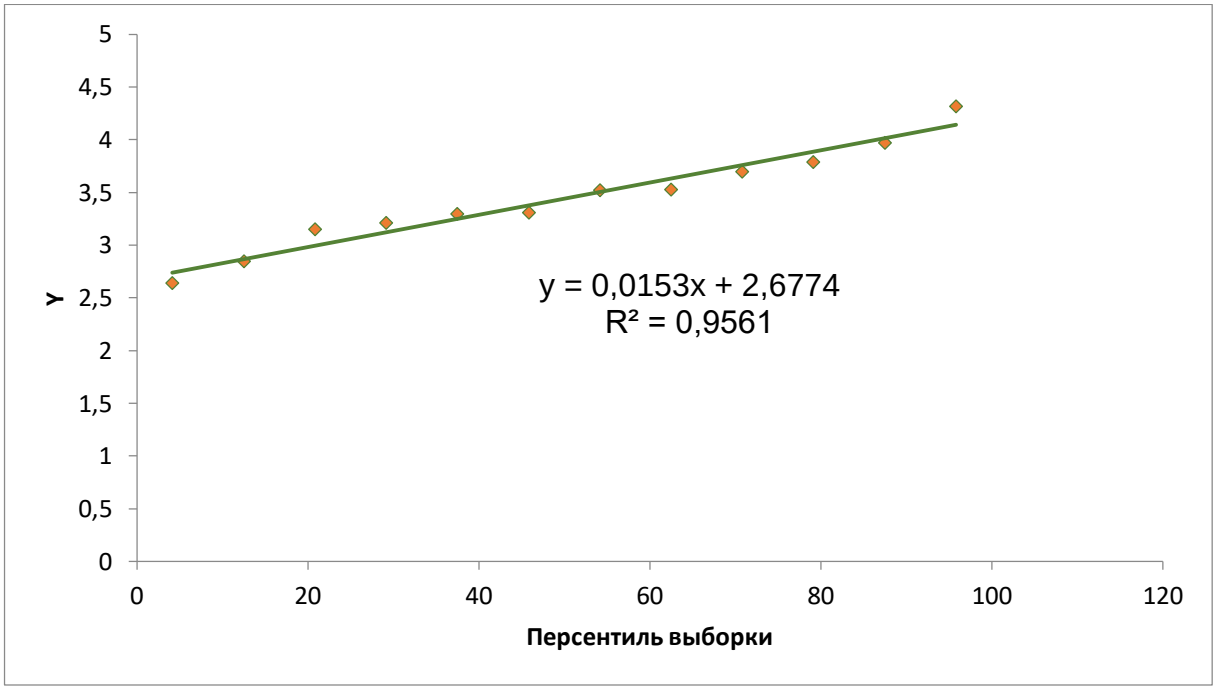
Кореляційний зв'язок та рівняння регресії між фактором обробка посіву регулятором росту ПлантаПег та урожайністю гороху

Додаток І.3



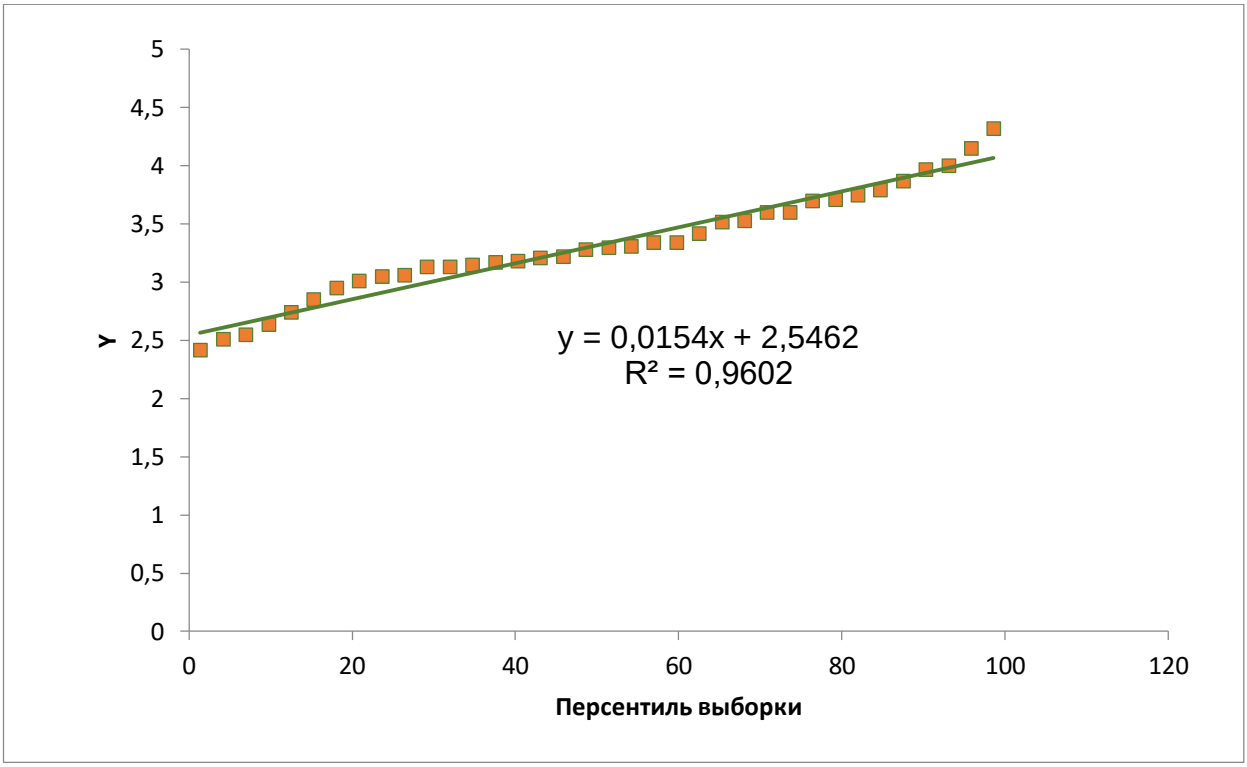
Кореляційний зв’язок та рівняння регресії між фактором обробка посіву регулятором росту Емістим С та урожайністю гороху

Додаток І.4



Кореляційний зв’язок та рівняння регресії між фактором обробка посіву регулятором росту Вимпел та урожайністю гороху

Додаток І.5



Кореляційний зв’язок та рівняння регресії між факторами внесення мінеральних добрив, обробка посіву регуляторами росту та урожайністю гороху

Додаток К.1

Технологічна карта гороху сорту Готівський варіант удобрення $P_{30}K_{45}$ (контроль) (середнє за 2016-2018 рр.)

Технологічна карта вирощування гороху посівного

Виробництво продукції	Урожайність, т/га	Валовий збір, т.	
Основної продукції	**2,11**	**2,11**	
Культура **Горох** Побічної продукції	**2,0**	**2,0**	
сорт **Готівський**			
площа, га **1**			

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Оплата по тарифу на весь обсяг робіт, грн.		Підвищена та заохочувальна оплата, грн.		Витрати диз. палива			Автотранспорт		Електроенергія		Всього витрат, грн.
		од. виміру	кіл-ть	Марка трактора, комбайна, автомобіля	Марка сільгоспмашини	Трактористів - машиністів	прийомщики і працівники ківно-ручних робіт			Трактористів - машиністів	прийомщики і працівники ківно-ручних робіт	Трактористів - машиністів	прийомщики і працівники ківно-ручних робіт	Трактористів - машиністів	прийомщики і працівники ківно-ручних робіт	кількість на одиницю роботи, л	на весь обсяг робіт, л	вартість, всього, грн	Кількість, т.-км	вартість, всього, грн	кількість, Квт/год.	вартість, грн	
1	2	3	4	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1. Основний обробіток																						
1	Лущення стерні (5-6 см)	га	2,00	ЮМЗ-6АКЛ	ЛДГ-15А	1,00		3,50	0,57	4,00	0,00	101,88	0,00	0,00	0,00	1,70	3,40	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	169,88
2	Навантаження мінеральних добрив (Р15К15: суперфосфат - 76 кг/га, калій хлористий - 25 кг/га)	т	0,101	ЮМЗ-6АКЛ	ПКУ-0,8А	1,00		26,30	0,004	0,03	0,00	0,68	0,00	0,08	0,00	0,10	0,01	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97
3	Транспортування та внесення мінеральних добрив	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	МВУ-5А	1,00		7,10	0,14	0,99	0,00	22,32	0,00	2,68	0,00	1,10	1,10	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
4	Оранка (25-27 см)	га	1,00	ХТЗ-181	ПЯ-3-35 ПНЯ-4-42	1,00		1,40	0,71	5,00	0,00	146,25	0,00	0,00	0,00	13,00	13,00	260,00	0,00	0,00	0,00	0,00	406,25
	Разом за період								***1,43***	***10,01***	***0,00***	***271,14***	***0,00***	***2,76***	***0,00***		***17,51***	***350,20***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***624,10***
	2. Передпосівний обробіток грунту та сівба																						
5	Передпосівна культивація (8-10 см)	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	КПС-4+БЗТУ1 +ЗККШ6	1,00		2,10	0,48	3,33	0,00	84,90	0,00	0,00	0,00	2,60	2,60	52,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,90
6	Протруювання насіння (Тевірон- 1,8 л/т)	т	0,30		ПС-10А		2,00	13,40	0,02	0,00	0,31	0,00	5,62	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	10,01	16,31
7	Навантаження насіння	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,75	1,00		105,00	0,003	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05
9	Навантаження мінеральних добрив	т	0,130	ЮМЗ-6Л	ПГ-0,3	1,00	1,00	110,00	0,001	0,01	0,01	0,19	0,13	0,02	0,02	0,10	0,01	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
10	Доставка насіння та мінеральних добрив, завантаження сівалок	т.км	4,3	ГАЗ-53 ЗС	УЗСА-40	1,00		36,70	0,117	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,30	94,60	0,00	0,00	94,60
11	Сівба звичайним рядковим способом (1,4 млн.шт./га + Р15К30: суперфосфат - 80 кг/га, калій хлористий - 50 кг/га)	га	1,00	ЮМЗ-6Л	СН-16	1,00	1,00	28,90	0,03	0,24	0,24	8,23	5,79	0,99	0,70	2,70	2,70	54,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,70
12	Коткування посіву	га	1,00	Т-25	К-10	1,00		54,70	0,02	0,13	0,00	3,26	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,26
	Разом за період								***0,67***	***4,55***	***0,56***	***97,03***	***11,55***	***1,01***	***1,39***		***6,54***	***130,86***	***4,30***	***94,60***	***5,00***	***10,01***	***346,44***
	3. Догляд за посівами																						
13	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	5,29
14	Приготування розчину гербіциду (Тезан - 3 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,72
15	Внесення розчину гербіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
16	Транспортування води	т	0,20	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,05	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,60	0,12	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53
17	Приготування розчину інсектициду (Антиколорад Макс - 0,12 л/га)	т	0,20	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,03	0,18	0,18	4,51	3,65	0,54	0,44	0,50	0,10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,14
18	Внесення розчину інсектициду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
19	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	12,24	0,00	0,00	0,00	0,00	13,93
20	Приготування розчину фунгіциду (Фундазим - 0,5 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	10,20	0,00	0,00	0,00	0,00	23,92
21	Внесення розчину фунгіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	40,80	0,00	0,00	0,00	0,00	70,20
	Разом за період								***0,51***	***3,60***	***0,71***	***101,32***	***14,60***	***11,62***	***1,75***		***2,68***	***98,24***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***227,53***

Продовження додатку К.1

4. Збирання врожаю																							
22	Пряме комбайнування	га	1,00	CLAAS Lexion		1,00	1,00	42,00	0,02	0,17	0,17	5,66	3,99	0,68	0,48	22,50	22,50	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	460,81
23	Транспортування зерна від комбайна	т.км	21,10	КАМАЗ-45143		1,00		87,30	0,24	1,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,10	464,20	0,00	0,00	464,20
24	Очищення зерна	т	2,11		АИР-16М4, МЗП-50		2,00	28,20	0,07	0,00	1,05	0,00	18,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	136,14	154,93
25	Підбирання соломи	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ПВ-6,0, 2ПТС-4-887	1,00	1,00	3,10	0,32	2,26	2,26	57,51	40,51	0,00	0,00	7,50	7,50	150,00	0,00	0,00	0,00	0,00	248,02
26	Траспортування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4887А	1,00		63,20	0,03	0,22	0,00	5,64	0,00	0,00	0,00	1,60	3,20	64,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,64
27	Скиртування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,5С	1,00	2,00	8,50	0,24	1,65	3,29	48,18	67,86	0,00	0,00	0,50	1,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,04
	Разом за період								***0,93***	***5,99***	***6,77***	***116,99***	***131,15***	***0,68***	***0,48***		***34,20***	***684,00***	***21,10***	***464,20***	***68,00***	***136,14***	***1533,63***
	Разом								**6,16**	**24,15**	**8,04**	**586,47**	**157,30**	**16,07**	**3,62**		**60,93**	**1263,30**	**29,70**	**653,40**	**78,00**	**156,16**	**2836,31**

	Доплата за класність трактористів	117,29
	Доплата за стаж	114,52
	Відпустки	69,67
	Всього витрат на оплату праці	1064,94
	Вартість насіння	3600,00
	Вартість добрив	2541,00
	Вартість регуляторів росту	0,00
	Вартість засобів захисту	961,80
	Амортизація	1106,00
	Витрати на ремонт	1240,00
	Інші прямі витрати	120,00
	Плата за оренду земельних ділянок	2900,00
	Страхові платежі	750,00
	Зальновиробничі витрати	220,00
	Виробничі витрати всього (виробнича собівартість)	16576,59
	собівартість 1 т продукції	7856,21
	Валовий дохід з 1 га	18990,00
	Умовно-чистий прибуток з 1 га	2413,41
	Рівень рентабельності, %	14,56

Додаток К.2

Технологічна карта гороху сорту Готівський варіант удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел (середнє за 2016-2018 рр.)

Технологічна карта вирощування гороху посівного

	Виробництво продукції	Урожайність, т/га	Валовий збір, т.
	Основної продукції	**3,79**	**3,79**
Культура	**Горох**	Побічної продукції	**2,0**	**2,0**
сорт	**Готівський**		
площа, га	**1**		

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Оплата по тарифу на весь обсяг робіт, грн.		Підвищена та заохочувальна оплата, грн.		Витрати диз. палива			Автотранспорт		Електроенергія		Всього витрат, грн.
		од. виміру	кіл-ть	Марка трактора, комбайна, автомобіля	Марка сільгоспмашини	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники ківно-ручних робіт			Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники ківно-ручних робіт	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники ківно-ручних робіт	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники ківно-ручних робіт	кількість на одиницю роботи, л	на весь обсяг робіт, л	вартість, всього, грн	Кількість, т.-км	вартість, всього, грн	кількість, Квт/год.	вартість, грн	
1	2	3	4	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1. Основний обробіток																						
1	Лущення стерні (5-6 см)	га	2,00	ЮМЗ-6АКЛ	ЛДГ-15А	1,00		3,50	0,57	4,00	0,00	101,88	0,00	0,00	0,00	1,70	3,40	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	169,88
2	Навантаження мінеральних добрив (Р15К15: суперфосфат - 76 кг/га, калій хлористий - 25 кг/га)	т	0,101	ЮМЗ-6АКЛ	ПКУ-0,8А	1,00		26,30	0,004	0,03	0,00	0,68	0,00	0,08	0,00	0,10	0,01	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97
3	Транспортування та внесення мінеральних добрив	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	МВУ-5А	1,00		7,10	0,14	0,99	0,00	22,32	0,00	2,68	0,00	1,10	1,10	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
4	Оранка (25-27 см)	га	1,00	ХТЗ-181	ПЯ-3-35 ПНЯ-4-42	1,00		1,40	0,71	5,00	0,00	146,25	0,00	0,00	0,00	13,00	13,00	260,00	0,00	0,00	0,00	0,00	406,25
	Разом за період								***1,43***	***10,01***	***0,00***	***271,14***	***0,00***	***2,76***	***0,00***		***17,51***	***350,20***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***624,10***
	2. Передпосівний обробіток грунту та сівба																						
5	Передпосівна культивація (8-10 см)	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	КПС-4+БЗТУ1 +ЗККШ6	1,00		2,10	0,48	3,33	0,00	84,90	0,00	0,00	0,00	2,60	2,60	52,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,90
6	Протруювання насіння (Тевірон - 1,8 л/т)	т	0,30		ПС-10А		2,00	13,40	0,02	0,00	0,31	0,00	5,62	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	10,01	16,31
7	Навантаження насіння	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,75	1,00		105,00	0,003	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05
9	Навантаження мінеральних добрив	т	0,220	ЮМЗ-6Л	ПГ-0,3	1,00	1,00	110,00	0,002	0,01	0,01	0,32	0,22	0,04	0,03	0,10	0,02	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05
10	Доставка насіння та мінеральних добрив, завантаження сівалок	т.км	5,20	ГАЗ-53 ЗС	УЗСА-40	1,00		36,70	0,142	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,20	114,40	0,00	0,00	114,40
11	Сівба звичайним рядковим способом (1,4 млн.шт./га + N30P15K30: аміачна селітра - 90 кг/га, суперфосфат - 80 кг/га, калій хлористий - 50 кг/га)	га	1,00	ЮМЗ-6Л	СН-16	1,00	1,00	28,90	0,03	0,24	0,24	8,23	5,79	0,99	0,70	2,70	2,70	54,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,70
12	Коткування посіву	га	1,00	Т-25	К-10	1,00		54,70	0,02	0,13	0,00	3,26	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,26
	Разом за період								***0,70***	***4,73***	***0,57***	***97,16***	***11,64***	***1,03***	***1,40***		***6,55***	***131,04***	***5,20***	***114,40***	***5,00***	***10,01***	***366,67***
	3. Догляд за посівами																						
13	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	5,29
14	Приготування розчину гербіциду (Тезан - 3 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,72
15	Внесення розчину гербіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
16	Транспортування води	т	0,20	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,05	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,60	0,12	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53
17	(Антиколорад Макс - 0,12 л/га) + стимулятор росту (Вимпел - 0,3 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,72
18	Обприскування посіву регулятором росту та інсектецидом	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
19	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	12,24	0,00	0,00	0,00	0,00	13,93
20	Приготування розчину фунгіциду (Фундазим - 0,5 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	10,20	0,00	0,00	0,00	0,00	23,92
21	Внесення розчину фунгіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	40,80	0,00	0,00	0,00	0,00	70,20
	Разом за період								***0,53***	***3,69***	***0,80***	***103,57***	***16,43***	***11,89***	***1,97***		***2,73***	***99,24***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***233,10***

Продовження додатку К.2

4. Збирання врожаю																							
22	Пряме комбайнування	га	1,00	CLAAS Lexion		1,00	1,00	42,00	0,02	0,17	0,17	5,66	3,99	0,68	0,48	22,50	22,50	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	460,81
23	Транспортування зерна від комбайна	т.км	37,90	КАМАЗ-45143		1,00		87,30	0,43	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,90	833,80	0,00	0,00	833,80
24	Очищення зерна	т	3,79		АИР-16М4, МЗП-50		2,00	28,20	0,13	0,00	1,88	0,00	33,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	136,14	169,89
25	Підбирання соломи	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ПВ-6,0, 2ПТС-4-887	1,00	1,00	3,10	0,32	2,26	2,26	57,51	40,51	0,00	0,00	7,50	7,50	150,00	0,00	0,00	0,00	0,00	248,02
26	Траспортування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4887А	1,00		63,20	0,03	0,22	0,00	5,64	0,00	0,00	0,00	1,60	3,20	64,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,64
27	Скиртування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,5С	1,00	2,00	8,50	0,24	1,65	3,29	48,18	67,86	0,00	0,00	0,50	1,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,04
	Разом за період								***1,18***	***7,33***	***7,60***	***116,99***	***146,11***	***0,68***	***0,48***		***34,20***	***684,00***	***37,90***	***833,80***	***68,00***	***136,14***	***1918,20***
	Разом								**6,49**	**25,76**	**8,97**	**588,86**	**174,18**	**16,35**	**3,85**		**60,99**	**1264,48**	**48,30**	**1062,60**	**78,00**	**156,16**	**3266,48**

	Доплата за класність трактористів	117,77
	Доплата за стаж	117,49
	Відпустки	71,29
	Всього витрат на оплату праці	1089,79
	Вартість насіння	3600,00
	Вартість добрив	3531,00
	Вартість регуляторів росту	87,00
	Вартість засобів захисту	961,80
	Амортизація	1106,00
	Витрати на ремонт	1240,00
	Інші прямі витрати	120,00
	Плата за оренду земельних ділянок	2900,00
	Страхові платежі	750,00
	Зальновиробничі витрати	220,00
	Виробничі витрати всього (виробнича собівартість)	18088,83
	собівартість 1 т продукції	4772,78
	Валовий дохід з 1 га	34110,00
	Умовно-чистий прибуток з 1 га	16021,17
	Рівень рентабельності, %	88,57

Додаток К.3

Технологічна карта гороху сорту Чекбек варіант удобрення $P_{30}K_{45}$ (контроль) (середнє за 2016-2018 рр.)

Технологічна карта вирощування гороху посівного

	Виробництво продукції	Урожайність, т/га	Валовий збір, т.
	Основної продукції	**2,68**	**2,68**
Культура	**Горох**	Побічної продукції	**2,0**	**2,0**
сорт	**Чекбек**		
площа, га	**1**		

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Оплата по тарифу на весь обсяг робіт, грн.		Підвищена та заохочувальна оплата, грн.		Витрати диз. палива			Автотранспорт		Електроенергия		Всього витрат, грн.
		од. виміру	кіл-ть	Марка трактора, комбайна, автомобіля	Марка сільгоспмашини	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно-ручних робіт			Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно-ручних робіт	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно-ручних робіт	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно-ручних робіт	кількість на одиницю роботи, л	на весь обсяг робіт, л	вартість, всього, грн	Кількість, т.-км	вартість, всього, грн	кількість, Квт/год.	вартість, грн	
1	2	3	4	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1. Основний обробіток																						
1	Лущення стерні (5-6 см)	га	2,00	ЮМЗ-6АКЛ	ЛДГ-15А	1,00		3,50	0,57	4,00	0,00	101,88	0,00	0,00	0,00	1,70	3,40	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	169,88
2	Навантаження мінеральних добрив (Р15К15: суперфосфат - 76 кг/га, калій хлористий - 25 кг/га)	т	0,101	ЮМЗ-6АКЛ	ПКУ-0,8А	1,00		26,30	0,004	0,03	0,00	0,68	0,00	0,08	0,00	0,10	0,01	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97
3	Транспортування та внесення мінеральних добрив	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	МВУ-5А	1,00		7,10	0,14	0,99	0,00	22,32	0,00	2,68	0,00	1,10	1,10	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
4	Оранка (25-27 см)	га	1,00	ХТЗ-181	ПЯ-3-35 ПНЯ-4-42	1,00		1,40	0,71	5,00	0,00	146,25	0,00	0,00	0,00	13,00	13,00	260,00	0,00	0,00	0,00	0,00	406,25
	Разом за період								***1,43***	***10,01***	***0,00***	***271,14***	***0,00***	***2,76***	***0,00***		***17,51***	***350,20***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***624,10***
	2. Передпосівний обробіток грунту та сівба																						
5	Передпосівна культивація (8-10 см)	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	КПС-4+БЗТУ1 +ЗККШ6	1,00		2,10	0,48	3,33	0,00	84,90	0,00	0,00	0,00	2,60	2,60	52,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,90
6	Протруювання насіння (Тевірон- 1,8 л/т)	т	0,31		ПС-10А		2,00	13,40	0,02	0,00	0,32	0,00	5,81	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	10,01	16,52
7	Навантаження насіння	т	0,31	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,75	1,00		105,00	0,003	0,02	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
9	Навантаження мінеральних добрив	т	0,130	ЮМЗ-6Л	ПГ-0,3	1,00	1,00	110,00	0,001	0,01	0,01	0,19	0,13	0,02	0,02	0,10	0,01	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
10	Доставка насіння та мінеральних добрив, завантаження сівалок	т.км	4,4	ГАЗ-53 ЗС	УЗСА-40	1,00		36,70	0,120	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	96,80	0,00	0,00	96,80
11	Сівба звичайним рядковим способом (1,4 млн.шт./га + Р15К30: суперфосфат - 80 кг/га, калій хлористий - 50 кг/га)	га	1,00	ЮМЗ-6Л	СН-16	1,00	1,00	28,90	0,03	0,24	0,24	8,23	5,79	0,99	0,70	2,70	2,70	54,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,70
12	Коткування посіву	га	1,00	Т-25	К-10	1,00		54,70	0,02	0,13	0,00	3,26	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,26
	Разом за період								***0,68***	***4,57***	***0,57***	***97,04***	***11,74***	***1,01***	***1,41***		***6,54***	***130,88***	***4,40***	***96,80***	***5,00***	***10,01***	***348,89***
	3. Догляд за посівами																						
13	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	5,29
14	Приготування розчину гербіциду (Тезан - 3 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,72
15	Внесення розчину гербіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
16	Транспортування води	т	0,20	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,05	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,60	0,12	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53
17	Приготування розчину інсектициду (Антиколорад Макс - 0,12 л/га)	т	0,20	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,03	0,18	0,18	4,51	3,65	0,54	0,44	0,50	0,10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,14
18	Внесення розчину інсектициду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
19	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	12,24	0,00	0,00	0,00	0,00	13,93
20	Приготування розчину фунгіциду (Фундазим - 0,5 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	10,20	0,00	0,00	0,00	0,00	23,92
21	Внесення розчину фунгіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	40,80	0,00	0,00	0,00	0,00	70,20
	Разом за період								***0,51***	***3,60***	***0,71***	***101,32***	***14,60***	***11,62***	***1,75***		***2,68***	***98,24***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***227,53***

Продовження додатку К.3

4. Збирання врожаю																							
22	Пряме комбайнування	га	1,00	CLAAS Lexion		1,00	1,00	42,00	0,02	0,17	0,17	5,66	3,99	0,68	0,48	22,50	22,50	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	460,81
23	Транспортування зерна від комбайна	т.км	26,80	КАМАЗ-45143		1,00		87,30	0,31	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,80	589,60	0,00	0,00	589,60
24	Очищення зерна	т	2,68		АИР-16М4, МЗП-50		2,00	28,20	0,10	0,00	1,33	0,00	23,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	136,14	160,01
25	Підбирання соломи	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ПВ-6,0, 2ПТС-4-887	1,00	1,00	3,10	0,32	2,26	2,26	57,51	40,51	0,00	0,00	7,50	7,50	150,00	0,00	0,00	0,00	0,00	248,02
26	Траспортування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4887А	1,00		63,20	0,03	0,22	0,00	5,64	0,00	0,00	0,00	1,60	3,20	64,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,64
27	Скиртування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,5С	1,00	2,00	8,50	0,24	1,65	3,29	48,18	67,86	0,00	0,00	0,50	1,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,04
	Разом за період								***1,02***	***6,44***	***7,05***	***116,99***	***136,22***	***0,68***	***0,48***		***34,20***	***684,00***	***26,80***	***589,60***	***68,00***	***136,14***	***1664,11***
	Разом								**6,26**	**24,63**	**8,33**	**586,49**	**162,56**	**16,07**	**3,64**		**60,93**	**1263,32**	**35,60**	**783,20**	**78,00**	**156,16**	**2971,43**

Доплата за класність трактористів	117,30
Доплата за стаж	115,31
Відпустки	70,10
Всього витрат на оплату праці	1071,46
Вартість насіння	4030,00
Вартість добрив	2541,00
Вартість регуляторів росту	0,00
Вартість засобів захисту	961,80
Амортизація	1106,00
Витрати на ремонт	1240,00
Інші прямі витрати	120,00
Плата за оренду земельних ділянок	2900,00
Страхові платежі	750,00
Зальновиробничі витрати	220,00
Виробничі витрати всього (виробнича собівартість)	17142,94
собівартість 1 т продукції	6396,62
Валовий дохід з 1 га	24120,00
Умовно-чистий прибуток з 1 га	6977,06
Рівень рентабельності, %	40,70

Додаток К.4

Технологічна карта гороху сорту Чекбек варіант удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел (середнє за 2016-2018 рр.)

Технологічна карта вирощування гороху посівного

	Виробництво продукції	Урожайність, т/га	Валовий збір, т.
	Основної продукції	**4,32**	**4,32**
Культура	**Горох**	Побічної продукції	**2,0**	**2,0**
сорт	**Чекбек**			
площа, га	**1**			

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Оплата по тарифу на весь обсяг робіт, грн.		Підвищена та заохочувальна оплата, грн.		Витрати диз. палива			Автотранспорт		Електроенергия		Всього витрат, грн.
		од. виміру	кіл-ть	Марка трактора, комбайна, автомобіля	Марка сільгоспмашини	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно-ручних робіт			Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно-ручних робіт	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно-ручних робіт	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно-ручних робіт	кількість на одиницю роботи, л	на весь обсяг робіт, л	вартість, всього, грн	Кількість, т.-км	вартість, всього, грн	кількість, Квт/год.	вартість, грн	
1	2	3	4	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1. Основний обробіток																						
1	Лущення стерні (5-6 см)	га	2,00	ЮМЗ-6АКЛ	ЛДГ-15А	1,00		3,50	0,57	4,00	0,00	101,88	0,00	0,00	0,00	1,70	3,40	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	169,88
2	Навантаження мінеральних добрив (Р15К15: суперфосфат - 76 кг/га, калій хлористий - 25 кг/га)	т	0,101	ЮМЗ-6АКЛ	ПКУ-0,8А	1,00		26,30	0,004	0,03	0,00	0,68	0,00	0,08	0,00	0,10	0,01	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97
3	Транспортування та внесення мінеральних добрив	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	МВУ-5А	1,00		7,10	0,14	0,99	0,00	22,32	0,00	2,68	0,00	1,10	1,10	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
4	Оранка (25-27 см)	га	1,00	ХТЗ-181	ПЯ-3-35 ПНЯ-4-42	1,00		1,40	0,71	5,00	0,00	146,25	0,00	0,00	0,00	13,00	13,00	260,00	0,00	0,00	0,00	0,00	406,25
	Разом за період								***1,43***	***10,01***	***0,00***	***271,14***	***0,00***	***2,76***	***0,00***		***17,51***	***350,20***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***624,10***
	2. Передпосівний обробіток грунту та сівба																						
5	Передпосівна культивація (8-10 см)	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	КПС-4+БЗТУ1 +ЗККШ6	1,00		2,10	0,48	3,33	0,00	84,90	0,00	0,00	0,00	2,60	2,60	52,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,90
6	Протруювання насіння (Тевірон - 1,8 л/т)	т	0,31		ПС-10А		2,00	13,40	0,02	0,00	0,32	0,00	5,81	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	10,01	16,52
7	Навантаження насіння	т	0,31	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,75	1,00		105,00	0,003	0,02	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
9	Навантаження мінеральних добрив	т	0,220	ЮМЗ-6Л	ПГ-0,3	1,00	1,00	110,00	0,002	0,01	0,01	0,32	0,22	0,04	0,03	0,10	0,02	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05
10	Доставка насіння та мінеральних добрив, завантаження сівалок	т.км	5,30	ГАЗ-53 ЗС	УЗСА-40	1,00		36,70	0,144	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,30	116,60	0,00	0,00	116,60
11	Сівба звичайним рядковим способом (1,4 млн.шт./га + N30P15K30: аміачна селітра - 90 кг/га, суперфосфат - 80 кг/га, калій хлористий - 50 кг/га)	га	1,00	ЮМЗ-6Л	СН-16	1,00	1,00	28,90	0,03	0,24	0,24	8,23	5,79	0,99	0,70	2,70	2,70	54,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,70
12	Коткування посіву	га	1,00	Т-25	К-10	1,00		54,70	0,02	0,13	0,00	3,26	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,26
	Разом за період								***0,70***	***4,75***	***0,58***	***97,17***	***11,83***	***1,03***	***1,42***		***6,55***	***131,06***	***5,30***	***116,60***	***5,00***	***10,01***	***369,11***
	3. Догляд за посівами																						
13	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	5,29
14	Приготування розчину гербіциду (Тезан - 3 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,72
15	Внесення розчину гербіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
16	Транспортування води	т	0,20	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,05	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,60	0,12	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53
17	(Антиколорад Макс - 0,12 л/га) + стимулятор росту (Вимпел - 0,3 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,72
18	Обприскування посіву регулятором росту та інсектецидом	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
19	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	12,24	0,00	0,00	0,00	0,00	13,93
20	Приготування розчину фунгіциду (Фундазим - 0,5 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	10,20	0,00	0,00	0,00	0,00	23,92
21	Внесення розчину фунгіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	40,80	0,00	0,00	0,00	0,00	70,20
	Разом за період								***0,53***	***3,69***	***0,80***	***103,57***	***16,43***	***11,89***	***1,97***		***2,73***	***99,24***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***233,10***

Продовження додатку К.4

4. Збирання врожаю																							
22	Пряме комбайнування	га	1,00	CLAAS Lexion		1,00	1,00	42,00	0,02	0,17	0,17	5,66	3,99	0,68	0,48	22,50	22,50	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	460,81
23	Транспортування зерна від комбайна	т.км	43,20	КАМАЗ-45143		1,00		87,30	0,49	3,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,20	950,40	0,00	0,00	950,40
24	Очищення зерна	т	4,32		АИР-16М4, МЗП-50		2,00	28,20	0,15	0,00	2,14	0,00	38,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	136,14	174,61
25	Підбирання соломи	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ПВ-6,0, 2ПТС-4-887	1,00	1,00	3,10	0,32	2,26	2,26	57,51	40,51	0,00	0,00	7,50	7,50	150,00	0,00	0,00	0,00	0,00	248,02
26	Траспортування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4887А	1,00		63,20	0,03	0,22	0,00	5,64	0,00	0,00	0,00	1,60	3,20	64,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,64
27	Скиртування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,5С	1,00	2,00	8,50	0,24	1,65	3,29	48,18	67,86	0,00	0,00	0,50	1,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,04
	Разом за період								***1,26***	***7,76***	***7,86***	***116,99***	***150,83***	***0,68***	***0,48***		***34,20***	***684,00***	***43,20***	***950,40***	***68,00***	***136,14***	***2039,52***
	Разом								**6,58**	**26,21**	**9,24**	**588,87**	**179,09**	**16,35**	**3,87**		**60,99**	**1264,50**	**53,80**	**1183,60**	**78,00**	**156,16**	**3392,44**

Доплата за класність трактористів	117,77
Доплата за стаж	118,23
Відпустки	71,69
Всього витрат на оплату праці	1095,88
Вартість насіння	4030,00
Вартість добрив	3531,00
Вартість регуляторів росту	87,00
Вартість засобів захисту	961,80
Амортизація	1106,00
Витрати на ремонт	1240,00
Інші прямі витрати	120,00
Плата за оренду земельних ділянок	2900,00
Страхові платежі	750,00
Зальновиробничі витрати	220,00
Виробничі витрати всього (виробнича собівартість)	18645,94
собівартість 1 т продукції	4316,19
Валовий дохід з 1 га	38880,00
Умовно-чистий прибуток з 1 га	20234,06
Рівень рентабельності, %	108,52

Додаток К.5

Технологічна карта гороху сорту Фаргус варіант удобрення $P_{30}K_{45}$ (контроль) (середнє за 2016-2018 рр.)

Технологічна карта вирощування гороху посівного

	Виробництво продукції	Урожайність, т/га	Валовий збір, т.
	Основної продукції	**1,82**	**1,82**
Культура	**Горох**	Побічної продукції	**2,0**	**2,0**
сорт	**Фаргус**			
площа, га	**1**			

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Оплата по тарифу на весь обсяг робіт, грн.		Підвищена та заохочувальна оплата, грн.		Витрати диз. палива			Автотранспорт		Електроенергія		Всього витрат, грн.
		од. виміру	к-ть	Марка трактора, комбайна, автомобіля	Марка сільгоспмашини	Трактористів - машиністів	прицепщики і працівники ківно-ручних робіт			Трактористів - машиністів	прицепщики і працівники ківно-ручних робіт	Трактористів - машиністів	прицепщики і працівники ківно-ручних робіт	Трактористів - машиністів	прицепщики і працівники ківно-ручних робіт	кількість на одиницю роботи, л	на весь обсяг робіт, л	вартість всього, грн	Кількість, т.-км	вартість, всього, грн	кількість, Квт/год.	вартість, грн	
1	2	3	4	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1. Основний обробіток																						
1	Лущення стерні (5-6 см)	га	2,00	ЮМЗ-6АКЛ	ЛДГ-15А	1,00		3,50	0,57	4,00	0,00	101,88	0,00	0,00	0,00	1,70	3,40	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	169,88
2	Навантаження мінеральних добрив (Р15К15: суперфосфат - 76 кг/га, калій хлористий - 25 кг/га)	т	0,101	ЮМЗ-6АКЛ	ПКУ-0,8А	1,00		26,30	0,004	0,03	0,00	0,68	0,00	0,08	0,00	0,10	0,01	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97
3	Транспортування та внесення мінеральних добрив	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	МВУ-5А	1,00		7,10	0,14	0,99	0,00	22,32	0,00	2,68	0,00	1,10	1,10	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
4	Оранка (25-27 см)	га	1,00	ХТЗ-181	ПЯ-3-35 ПНЯ-4-42	1,00		1,40	0,71	5,00	0,00	146,25	0,00	0,00	0,00	13,00	13,00	260,00	0,00	0,00	0,00	0,00	406,25
	Разом за період								***1,43***	***10,01***	***0,00***	***271,14***	***0,00***	***2,76***	***0,00***		***17,51***	***350,20***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***624,10***
	2. Передпосівний обробіток грунту та сівба																						
5	Передпосівна культивація (8-10 см)	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	КПС-4+БЗТУ1 +ЗККШ6	1,00		2,10	0,48	3,33	0,00	84,90	0,00	0,00	0,00	2,60	2,60	52,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,90
6	Протруювання насіння (Тевірон- 1,8 л/т)	т	0,29		ПС-10А		2,00	13,40	0,02	0,00	0,30	0,00	5,44	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	10,01	16,10
7	Навантаження насіння	т	0,29	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,75	1,00		105,00	0,003	0,02	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02
9	Навантаження мінеральних добрив	т	0,130	ЮМЗ-6Л	ПГ-0,3	1,00	1,00	110,00	0,001	0,01	0,01	0,19	0,13	0,02	0,02	0,10	0,01	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
10	Доставка насіння та мінеральних добрив, завантаження сівалок	т.км	4,2	ГАЗ-53 ЗС	УЗСА-40	1,00		36,70	0,114	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,20	92,40	0,00	0,00	92,40
11	Сівба звичайним рядковим способом (1,4 млн.шт./га + Р15К30: суперфосфат - 80 кг/га, калій хлористий - 50 кг/га)	га	1,00	ЮМЗ-6Л	СН-16	1,00	1,00	28,90	0,03	0,24	0,24	8,23	5,79	0,99	0,70	2,70	2,70	54,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,70
12	Коткування посіву	га	1,00	Т-25	К-10	1,00		54,70	0,02	0,13	0,00	3,26	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,26
	Разом за період								***0,67***	***4,53***	***0,55***	***97,01***	***11,36***	***1,01***	***1,36***		***6,54***	***130,84***	***4,20***	***92,40***	***5,00***	***10,01***	***344,00***
	3. Догляд за посівами																						
13	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ--3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	5,29
14	Приготування розчину гербіциду (Тезан - 3 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,72
15	Внесення розчину гербіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
16	Транспортування води	т	0,20	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ--3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,05	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,60	0,12	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53
17	Приготування розчину інсектициду (Антиколорад Макс - 0,12 л/га)	т	0,20	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,03	0,18	0,18	4,51	3,65	0,54	0,44	0,50	0,10	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,14
18	Внесення розчину інсектициду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
19	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ--3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	12,24	0,00	0,00	0,00	0,00	13,93
20	Приготування розчину фунгіциду (Фундазим - 0,5 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	10,20	0,00	0,00	0,00	0,00	23,92
21	Внесення розчину фунгіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	40,80	0,00	0,00	0,00	0,00	70,20
	Разом за період								***0,51***	***3,60***	***0,71***	***101,32***	***14,60***	***11,62***	***1,75***		***2,68***	***98,24***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***227,53***

Продовження додатку К.5

4. Збирання врожаю																							
22	Пряме комбайнування	га	1,00	CLAAS Lexion		1,00	1,00	42,00	0,02	0,17	0,17	5,66	3,99	0,68	0,48	22,50	22,50	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	460,81
23	Транспортування зерна від комбайна	т.км	18,20	КАМАЗ-45143		1,00		87,30	0,21	1,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,20	400,40	0,00	0,00	400,40
24	Очищення зерна	т	1,82		АИР-16М4, МЗП-50		2,00	28,20	0,06	0,00	0,90	0,00	16,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	136,14	152,35
25	Підбирання соломи	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ПВ-6,0, 2ПТС-4-887	1,00	1,00	3,10	0,32	2,26	2,26	57,51	40,51	0,00	0,00	7,50	7,50	150,00	0,00	0,00	0,00	0,00	248,02
26	Траспортування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4887А	1,00		63,20	0,03	0,22	0,00	5,64	0,00	0,00	0,00	1,60	3,20	64,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,64
27	Скиртування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,5С	1,00	2,00	8,50	0,24	1,65	3,29	48,18	67,86	0,00	0,00	0,50	1,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,04
	Разом за період								***0,89***	***5,75***	***6,62***	***116,99***	***128,56***	***0,68***	***0,48***		***34,20***	***684,00***	***18,20***	***400,40***	***68,00***	***136,14***	***1467,25***
	Разом								**6,11**	**23,90**	**7,88**	**586,46**	**154,53**	**16,07**	**3,59**		**60,93**	**1263,28**	**26,60**	**585,20**	**78,00**	**156,16**	**2765,29**

Доплата за класність трактористів	117,29
Доплата за стаж	114,10
Відпустки	69,44
Всього витрат на оплату праці	1061,48
Вартість насіння	3480,00
Вартість добрив	2541,00
Вартість регуляторів росту	0,00
Вартість засобів захисту	961,80
Амортизація	1106,00
Витрати на ремонт	1240,00
Інші прямі витрати	120,00
Плата за оренду земельних ділянок	2900,00
Страхові платежі	750,00
Зальновиробничі витрати	220,00
Виробничі витрати всього (виробнича собівартість)	16384,92
собівартість 1 т продукції	9002,70
Валовий дохід з 1 га	16380,00
Умовно-чистий прибуток з 1 га	-4,92
Рівень рентабельності, %	-0,03

Кее

1,08358

Додаток К.6

Технологічна карта гороху сорту Фаргус варіант удобрення $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вимпел (середнє за 2016-2018 рр.)

Технологічна карта вирощування гороху посівного

	Виробництво продукції	Урожайність, т/га	Валовий збір, т.
	Основної продукції	**3,30**	**3,30**
Культура	**Горох**	Побічної продукції	**2,0**	**2,0**
сорт	**Фаргус**		
площа, га	**1**		

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Оплата по тарифу на весь обсяг робіт, грн.		Підвищена та заохочувальна оплата, грн.		Витрати диз. палива			Автотранспорт		Електроенергія		Всього витрат, грн.
		од. виміру	кіл-ть	Марка трактора, комбайна, автомобіля	Марка сільгоспмашини	Трактористів - машиністів	прибиральників і працівників ручних робіт			Трактористів - машиністів	прибиральників і працівників ручних робіт	Трактористів - машиністів	прибиральників і працівників ручних робіт	Трактористів - машиністів	прибиральників і працівників ручних робіт	кількість на одиницю роботи, л	на весь обсяг робіт, л	вартість, всього, грн	Кількість, т.-км	вартість, всього, грн	кількість, (кВт/год.	вартість, грн	
1	2	3	4	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1. Основний обробіток																						
1	Лущення стерні (5-6 см)	га	2,00	ЮМЗ-6АКЛ	ЛДГ-15А	1,00		3,50	0,57	4,00	0,00	101,88	0,00	0,00	0,00	1,70	3,40	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	169,88
2	Навантаження мінеральних добрив (Р15К15: суперфосфат - 76 кг/га, калій хлористий - 25 кг/га)	т	0,101	ЮМЗ-6АКЛ	ПКУ-0,8А	1,00		26,30	0,004	0,03	0,00	0,68	0,00	0,08	0,00	0,10	0,01	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97
3	Транспортування та внесення мінеральних добрив	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	МВУ-5А	1,00		7,10	0,14	0,99	0,00	22,32	0,00	2,68	0,00	1,10	1,10	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
4	Оранка (25-27 см)	га	1,00	ХТЗ-181	ПЯ-3-35 ПНЯ-4-42	1,00		1,40	0,71	5,00	0,00	146,25	0,00	0,00	0,00	13,00	13,00	260,00	0,00	0,00	0,00	0,00	406,25
	Разом за період								***1,43***	***10,01***	***0,00***	***271,14***	***0,00***	***2,76***	***0,00***		***17,51***	***350,20***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***624,10***
	2. Передпосівний обробіток грунту та сівба																						
5	Передпосівна культивація (8-10 см)	га	1,00	ЮМЗ-6АКЛ	КПС-4+БЗТУ1 +ЗККШ6	1,00		2,10	0,48	3,33	0,00	84,90	0,00	0,00	0,00	2,60	2,60	52,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,90
6	Протруювання насіння (Тевірон - 1,8 л/т)	т	0,29		ПС-10А		2,00	13,40	0,02	0,00	0,30	0,00	5,44	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	10,01	16,10
7	Навантаження насіння	т	0,29	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,75	1,00		105,00	0,003	0,02	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02
9	Навантаження мінеральних добрив	т	0,220	ЮМЗ-6Л	ПГ-0,3	1,00	1,00	110,00	0,002	0,01	0,01	0,32	0,22	0,04	0,03	0,10	0,02	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05
10	Доставка насіння та мінеральних добрив, завантаження сівалок	т.км	5,10	ГАЗ-53 ЗС	УЗСА-40	1,00		36,70	0,139	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,10	112,20	0,00	0,00	112,20
11	Сівба звичайним рядковим способом (1,4 млн.шт./га + N30P15K30: аміачна селітра - 90 кг/га, суперфосфат - 80 кг/га, калій хлористий - 50 кг/га)	га	1,00	ЮМЗ-6Л	СН-16	1,00	1,00	28,90	0,03	0,24	0,24	8,23	5,79	0,99	0,70	2,70	2,70	54,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,70
12	Коткування посіву	га	1,00	Т-25	К-10	1,00		54,70	0,02	0,13	0,00	3,26	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,26
	Разом за період								***0,69***	***4,71***	***0,56***	***97,14***	***11,45***	***1,03***	***1,37***		***6,55***	***131,02***	***5,10***	***112,20***	***5,00***	***10,01***	***364,22***
	3. Догляд за посівами																						
13	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	5,29
14	Приготування розчину гербіциду (Тезан - 3 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,72
15	Внесення розчину гербіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
16	Транспортування води	т	0,20	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,05	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,60	0,12	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53
17	(Антиколорад Макс - 0,12 л/га) + стимулятор росту (Вимпел - 0,3 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,72
18	Обприскування посіву регулятором росту та інсектецидом	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,40
19	Транспортування води	т	0,30	ЮМЗ-6Л	ЗЖВ–3,2Т	1,00		28,10	0,01	0,07	0,00	1,69	0,00	0,00	0,00	0,60	0,18	12,24	0,00	0,00	0,00	0,00	13,93
20	Приготування розчину фунгіциду (Фундазим - 0,5 л/га)	т	0,30	ЮМЗ-6Л	АПЖ-12	1,00	1,00	7,90	0,04	0,27	0,27	6,77	5,48	0,81	0,66	0,50	0,15	10,20	0,00	0,00	0,00	0,00	23,92
21	Внесення розчину фунгіциду	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ОПВ-2000	1,00		7,80	0,13	0,90	0,00	26,25	0,00	3,15	0,00	0,60	0,60	40,80	0,00	0,00	0,00	0,00	70,20
	Разом за період								***0,53***	***3,69***	***0,80***	***103,57***	***16,43***	***11,89***	***1,97***		***2,73***	***99,24***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***233,10***

Продовження додатку К.6

4. Збирання врожаю																							
22	Пряме комбайнування	га	1,00	CLAAS Lexion		1,00	1,00	42,00	0,02	0,17	0,17	5,66	3,99	0,68	0,48	22,50	22,50	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	460,81
23	Транспортування зерна від комбайна	т.км	33,00	КАМАЗ-45143		1,00		87,30	0,38	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,00	726,00	0,00	0,00	726,00
24	Очищення зерна	т	3,30		АИР-16М4, МЗП-50		2,00	28,20	0,12	0,00	1,64	0,00	29,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	136,14	165,53
25	Підбирання соломи	га	1,00	ЮМЗ-6Л	ПВ-6,0, 2ПТС-4-887	1,00	1,00	3,10	0,32	2,26	2,26	57,51	40,51	0,00	0,00	7,50	7,50	150,00	0,00	0,00	0,00	0,00	248,02
26	Траспортування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4887А	1,00		63,20	0,03	0,22	0,00	5,64	0,00	0,00	0,00	1,60	3,20	64,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,64
27	Скиртування соломи	т	2,00	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,5С	1,00	2,00	8,50	0,24	1,65	3,29	48,18	67,86	0,00	0,00	0,50	1,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,04
	Разом за період								***1,11***	***6,94***	***7,36***	***116,99***	***141,75***	***0,68***	***0,48***		***34,20***	***684,00***	***33,00***	***726,00***	***68,00***	***136,14***	***1806,03***
	Разом								**6,41**	**25,35**	**8,71**	**588,84**	**169,63**	**16,35**	**3,82**		**60,99**	**1264,46**	**43,20**	**950,40**	**78,00**	**156,16**	**3149,67**

Доплата за класність трактористів	117,77
Доплата за стаж	116,80
Відпустки	70,92
Всього витрат на оплату праці	1084,14
Вартість насіння	3480,00
Вартість добрив	3531,00
Вартість регуляторів росту	87,00
Вартість засобів захисту	961,80
Амортизація	1106,00
Витрати на ремонт	1240,00
Інші прямі витрати	120,00
Плата за оренду земельних ділянок	2900,00
Страхові платежі	750,00
Зальновиробничі витрати	220,00
Виробничі витрати всього (виробнича собівартість)	17850,96
собівартість 1 т продукції	5409,38
Валовий дохід з 1 га	29700,00
Умовно-чистий прибуток з 1 га	11849,04
Рівень рентабельності, %	66,38

Кее

1,9329

Додаток Л.1

ПОГОДЖЕНО
Т.в.о. ректора
Подільського державного аграрно-технічного університету,
доктор економічних наук, професор
Ясінецька І.А.
«22» листопада 2020 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директор
ТзОВ "Науково-виробниче підприємство "Канопа-Поділля"
Лиса Ю.В.
«23» листопада 2020 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Сортова продуктивність гороху посівного залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Небаба Катерина Станіславівна

Впровадження проводилось в ТзОВ "Науково-виробниче підприємство "Канопа-Поділля"

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Небаба Катерина Станіславівна., від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Лиса Ю.В. від ТзОВ "Науково-виробничого підприємства "Канопа-Поділля"

Період проведення виробничої перевірки 2020 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно-континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 60,0 га; сорт гороху посівного – Чекбек; мінеральні добрива – $P_{30}K_{45}$ (контроль), $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$; регулятори росту – ПлантаПег (25 г/га), Емістим С (30 мл/га), Вимпел (30 мл/га).

Оцінка результатів досліджень при внесенні мінеральних добрив та обробки рослин регуляторами росту урожайність гороху сорту Чекбек зросла з 2,68 до 4,76 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна гороху посівного вносити мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятор росту Вимпел у дозі 30 мл/га.

Директор Лиса Ю.В.

Виконавець НДР К.С. Небаба

Акт складений «23» листопада 2020 року

Додаток Л.2

ПОГОДЖЕНО
Т.в.о. ректора
Подільського державного аграрно-технічного університету,
доктор економічних наук, професор
Ясінська І.А.
«11» листопада 2020 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директор ФГ «Блонського В.В.»
Блонська Світлана Степанівна
«12» листопада 2020 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Сортова продуктивність гороху посівного залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Небаба Катерина Станіславівна

Впровадження проводилось в ФГ «Блонського В.В.», смт. Меджибіж, Летичівського р-ну., Хмельницької обл.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Небаба Катерина Станіславівна., від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Блонська С.С., від ФГ «Блонського В.В.»

Період проведення виробничої перевірки 2020 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно-континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 45,0 га; сорт гороху посівного – Чекбек; мінеральні добрива – $P_{30}K_{45}$ (контроль), $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$; регулятори росту – без обробки (контроль), ПлантаПег (25 г/га), Емістим С (30 мл/га), Вимпел (30 мл/га).

Оцінка результатів досліджень при внесенні мінеральних добрив та обробки рослин регуляторами росту урожайність гороху сорту Чекбек зросла з 2,85 до 4,85 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна гороху посівного вносити мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятор росту Вимпел.

Блонська С.С

Виконавець НДР К.С. Небаба

Акт складений « 12 » листопада 2020 року

Додаток Л.1

ПОГОДЖЕНО
Т. в. о. ректора
Подільського державного аграрно-технічного університету,
доктор економічних наук, професор
Ясінецька І.А.
«4» листопада 2019 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директор Уладово-Люлинецької
дослідно-селекційної станції
Інституту біоенергетичних культур і
цукрових буряків
Браніцький Ю. Ю.
«5» листопада 2019 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась роботаПодільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Сортова продуктивність гороху посівного залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Небаба Катерина Станіславівна.

Впровадження проводилось в Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків господарствіс. Уладівське, Калинівського р-ну, Вінницької обл.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Небаба Катерина Станіславівна., від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Браніцький Ю.Ю., від Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків

Період проведення виробничої перевірки2019 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно-континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 50,0 га;сорт гороху посівного – Чекбек; мінеральні добрива – $P_{30}K_{45}$ (контроль), $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$.

Оцінка результатів досліджень при внесенні мінеральних добрив урожайність сорту гороху Чекбек зросла з 2,11 до 3,79 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна гороху посівного вносити мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$.

Директор Уладово-Люлинецької
дослідно-селекційної станції
Інституту біоенергетичних культур
і цукрових буряків Ю. Ю. Браніцький

Виконавець НДР К.С. Небаба

Акт складений « 05 » листопада2019 року

Додаток Л.2

ПОГОДЖЕНО	ЗАТВЕРДЖЕНО
Т. в. о. ректора Подільського державного аграрно-технічного університету, доктор економічних наук, професор Ясинецький А.Д. _____ « 3 » листопада 2019 р.	Директор «КОРПОРАЦІЯ «КОЛОС ВС» _____ Іванишин Г.Б. _____ « 4 » листопада 2019 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Сортова продуктивність гороху посівного залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Небаба Катерина Станіславівна.

Впровадження проводилось в господарстві «Корпорація «КОЛОС ВС» с. Більче-Золоте, Борщівського р-ну, Тернопільської обл.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Небаба Катерина Станіславівна., від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- агроном Іванишин О.С., від «Корпорація «КОЛОС ВС»

Період проведення виробничої перевірки 2019 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно-континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 60,0 га; сорт гороху посівного – Готівський; мінеральні добрива – $P_{30}K_{45}$ (контроль), $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$; регулятори росту – без обробки (контроль), ПлантаПег (25 г/га), Емістим С (30 мл/га), Вимпел (30 мл/га).

Оцінка результатів досліджень при внесенні мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{45}$ та обприскуванні посівів регулятором росту Вимпел урожайність гороху посівного зросла з 2,11 до 3,79 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна гороху посівного вносити мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та обприскувати рослини у фазі бутонізації-цвітіння регулятором росту Вимпел (30 мл/га).

Агроном «КОРПОРАЦІЯ «КОЛОС ВС»» О.С. Іванишин

Виконавець НДР К.С. Небаба

Акт складений « 04 » листопада 2019 року

Додаток Л.3

ПОГОДЖЕНО
Т.в.о. ректора
Подільського державного аграрно-технічного університету,
доктор економічних наук, професор
Ясінецька І.А.
«08» листопада 2020 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директор ТОВ «ім. Богдана Хмельницького»
Іванов Костянтин Олегович
«_09_» листопада 2020 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Сортова продуктивність гороху посівного залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Небаба Катерина Станіславівна

Впровадження проводилось в ТОВ «ім. Богдана Хмельницького» с. Залісці, Кам'янець-Подільського р-ну, Хмельницької обл.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Небаба Катерина Станіславівна., від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Іванов К. О., від ТОВ «ім. Богдана Хмельницького»

Період проведення виробничої перевірки 2020 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно-континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 55,0 га; сорт гороху посівного – Чекбек; регулятори росту – Емістим С, ПлантаПег, Вимпел.

Оцінка результатів досліджень після обробки рослин регуляторами росту урожайність сорту гороху Чекбек зросла з 2,39 до 4,19 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна гороху посівного вносити регулятор росту Вимпел у дозі 30 мл/га.

Директор
ТОВ «ім. Богдана Хмельницького» К. О. Іванов

Виконавець НДР К.С. Небаба

Акт складений « 09 » листопада 2020 року

Додаток Л.4

ПОГОДЖЕНО
Т.в.о. ректора
Подільського державного аграрно-технічного університету,
доктор економічних наук, професор
Ясінецька І.А.
«22» листопада 2020 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директор
ТзОВ "Науково-виробниче підприємство "Канопа-Поділля"
Лиса Ю.В.
«23» листопада 2020 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Сортова продуктивність гороху посівного залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Небаба Катерина Станіславівна

Впровадження проводилось в ТзОВ "Науково-виробниче підприємство "Канопа-Поділля"

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Небаба Катерина Станіславівна., від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Лиса Ю.В. від ТзОВ "Науково-виробничого підприємства "Канопа-Поділля"

Період проведення виробничої перевірки 2020 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно-континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 60,0 га; сорт гороху посівного – Чекбек; мінеральні добрива – $P_{30}K_{45}$ (контроль), $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$; регулятори росту – ПлантаПег (25 г/га), Емістим С (30 мл/га), Вимпел (30 мл/га).

Оцінка результатів досліджень при внесенні мінеральних добрив та обробки рослин регуляторами росту урожайність гороху сорту Чекбек зросла з 2,68 до 4,76 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна гороху посівного вносити мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятор росту Вимпел у дозі 30 мл/га.

Директор Лиса Ю.В.

Виконавець НДР К.С. Небаба

Акт складений «23» листопада 2020 року

Додаток Л.5

ПОГОДЖЕНО
Т.в.о. ректора
Подільського державного аграрно-технічного університету,
доктор економічних наук, професор
Ясінська І.А.
«11» листопада 2020 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директор ФГ «Блонського В.В.»
Блонська Світлана Степанівна
«12» листопада 2020 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Сортова продуктивність гороху посівного залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Небаба Катерина Станіславівна

Впровадження проводилось в ФГ «Блонського В.В.», смт. Меджибіж, Летичівського р-ну., Хмельницької обл.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Небаба Катерина Станіславівна., від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Блонська С.С., від ФГ «Блонського В.В.»

Період проведення виробничої перевірки 2020 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно-континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 45,0 га; сорт гороху посівного – Чекбек; мінеральні добрива – $P_{30}K_{45}$ (контроль), $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$; регулятори росту – без обробки (контроль), ПлантаПег (25 г/га), Емістим С (30 мл/га), Вимпел (30 мл/га).

Оцінка результатів досліджень при внесенні мінеральних добрив та обробки рослин регуляторами росту урожайність гороху сорту Чекбек зросла з 2,85 до 4,85 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна гороху посівного вносити мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятор росту Вимпел.

Блонська С.С

Виконавець НДР К.С. Небаба

Акт складений « 12 » листопада 2020 року