

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра агрометеорології та агроєкології

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ В ЧЕРКАСЬКІЙ ОБЛАСТІ

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON PEA PRODUCTIVITY FORMATION IN THE CHERKASY OBLAST

Виконав: студент 4 курсу денної форми навчання
спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітня програма Гідрометеорологія

Гуцман Назар Миколайович

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник канд.геогр.наук, доц. Барсукова О.А.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент канд. геогр. наук, доц. Волошина О.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
агрометеорології та агроєкології
№ ____ від _____. 2024 р.

Завідувачка кафедри
Оксана ВОЛЬВАЧ
(підпис) (прізвище,ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 6
протокол № ____ від _____. 2024 р.

Оцінка ____/____/____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

Валерія ОВЧАРУК
(підпис) (прізвище, ім'я)

Одеса 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут

Кафедра агрометеорології та агроекології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма

Гідрометеорологія

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

**В.о. завідувача кафедри
агрометеорології та агроекології**

Вольвач О.В.
« 06 » травня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту Гуцману Назару Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вплив погодних умов на формування продуктивності
гороху в Черкаській області

керівник роботи Барсукова Олена Анатоліївна, канд. геогр. наук, доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від « 18 » грудня 2023 року № 272 «С»

2. Строк подання студентом роботи 06 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Середньобагаторічна метеорологічна та
агрометеорологічна інформація в Черкаській області, дані про фенологію
гороху, часові ряди середньообласної урожайності гороху з 2000 по
2023 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) 1. Фізико-географічна та агрокліматична характеристика
території Черкаської області; 2. Біологічні особливості гороху та її вимоги до
умов вирощування; 3. Визначити основні агрометеорологічні показники по
чотирьом міжфазним періодам гороху та за вегетаційний період культури у
цілому; 4. Умови формування гороху в Черкаській області.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень) графік динаміки урожайності та лінія тренду, графік відхилень від
лінії тренду. Крива ймовірності середньообласних урожаїв. Графік
залежності урожаїв гороху від висоти рослин на початок цвітіння.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 06 травня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи бакалавра.	06.05.2024 р. – 13.05.2024 р.	85	4 (добре)
2.	Ознайомлення з фізико-географічними особливостями території дослідження. Біологічні особливості гороху та їх вимоги до навколишнього середовища. Підготовка банку даних.	14.05.2024 р. – 19.05.2024 р.	85	4 (добре)
	Рубіжна атестація	20.05.2024 р.- 24.05.2024 р.	85	4 (добре)
3.	Виконання розрахунків, побудова графіків, таблиць. Аналіз отриманих результатів, написання основного тексту роботи	25.05.2024 р. – 31.05.2024 р.	85	4 (добре)
4.	Узагальнення отриманих результатів. Складення висновків та переліку посилань. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	1.06.2024 р. – 06.06.2024 р.	85	4 (добре)
5.	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	07.06.2024 р.- 11.06.2024 р.	-	-
6.	Підготовка презентаційного матеріалу.	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	85,0	-

Студент _____
(підпис)

Гуцман Н.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Барсукова О.А.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ТА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ В ЧЕРКАСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	6
1.1 Фізико-географічні умови Черкаської області.....	6
1.2 Агрокліматична характеристика Черкаської області.....	8
2 ОПИС ГОРОХУ ТА ЙОГО БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ	12
2.1 Ботанічні та морфологічні значення гороху.....	12
2.2 Біологічна характеристика гороху	14
2.3 Вплив добрив на врожайність гороху.....	16
3 ДИНАМІКА УРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ В ЧЕРКАСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	21
3.1 Методика статистичного аналізу часових рядів урожайності.....	22
3.2 Динаміка урожайності гороху в Черкаській області.....	27
4 ЗВ'ЯЗОК УРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ З АГРОМЕТЕОРО- ЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ	36
4.1 Вплив агрометеорологічних факторів на формування продуктивності гороху.....	36
4.2 Залежність продуктивності культури від агрометеорологічних показників	52
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	62

ВСТУП

Цінність гороху полягає у його універсальності. Він може використовуватися в харчовому, кормовому, технічному та агротехнічному напрямках. У насінні гороху залежно від сорту та погодних умов міститься 2–2,5% жиру, 20–30% білка, 55–65% безазотистих екстрактивних речовин, 4–5% клітковини. Зріле насіння використовують у їжу в натуральному вигляді, круп'яна промисловість виробляє з нього крупу. Мозкові та цукрові сорти гороху використовуються для консервування у вигляді зеленого горошку та лопатки. Велика кормова цінність гороху, насіння якого є білковим компонентом під час виробництва збалансованих концентрованих кормів. Зелена маса, також багата на білки, є прекрасним кормом для сільськогосподарських тварин і використовується у свіжому вигляді, для виробництва сінажу, силосу, трав'яного борошна, гранул, брикетів і т. ін. Широкого поширення набули змішані посіви гороху із зерновими та хрестоцвітими культурами. Горохове борошно використовують як концентрований корм для худоби. У 1 кг насіння гороху міститься 1,17 корм. од. і 180 – 240 г перетравного протеїну, в 1 кг зеленої маси – 0,13 корм. од. та 25 г білка; в 1 кг соломи – відповідно 0,23 та 31.

Насіння гороху відрізняється гарною розварюваністю і високими смаковими якостями. Зрілі та недозрілі насіння (зелений горошок), а також зелені боби (овочеві сорти) використовуються в консервній промисловості. У зеленому горошку міститься 25–30% цукру, багато вітамінів та мінеральних солей.

В Україні є всі можливості для нарощування обсягів виробництва гороху. Ця культура не є стійкою до посушливих умов вирощування. Однак її вирощують і у відносно посушливих умовах, завдяки доволі глибокій добре розвиненій кореневій системі.

У зв'язку з тим, що горох відрізняється холодостійкістю, скоростиглістю та маловибагливістю до ґрунтів, у нашій країні його обробляють майже повсюдно. В Україні найбільші посівні площі під горох зосереджені у трьох областях – Запорізькій, Одеській та Харківській.

На світовому ринку гороху Україна посідає чинне місце. Так, це 32 позиція з виробництва овочевого гороху і 4 – сухого. На внутрішньому ринку горох – досить популярна бобова культура.

«Горох є лідером серед бобових (сою не враховуємо). Так, у 2019 році площі під культурою становили лише 253 тис. га. Це менше, ніж у 2018 році – 431 тис. га. Вирощують в Україні також нут, сочевицю, квасоллю. Площі під цими культурами невеликі, але є позитивна динаміка. Так, наприклад, площі під квасолею у 2019 році, у порівнянні з 2018-м, збільшились до 42 тис. га. [1]

Середня врожайність бобової становить 2,3 ц/га, окремі виробники збирають до 3 ц/га.

Метою кваліфікаційної роботи є вивчення агрометеорологічних умов росту і формування врожайності гороху в Черкаській області та оцінки впливу агрометеорологічних умов формування врожайності гороху.

Кваліфікаційна робота виконана на основі матеріалів паралельних спостережень за урожайністю та агрометеорологічними умовами з 2000 по 2023 роки.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ТА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ В ЧЕРКАСЬКІЙ ОБЛАСТІ

1.1 Фізико-географічні умови Черкаської області

Черкаська область розташована у центральній частині України, в басейні середньої течії р. Дніпро, яка ділить її майже навпіл. Область знаходиться в лісостеповій зоні, досягаючи на півдні степової зони. Межує на півночі з Київською, на сході – з Полтавською, на півдні – з Кіровоградською і на заході – з Вінницькою областями.

Площа Черкаської області становить 20,9 тис. км², що складає 3,5 % території держави (18 місце в Україні) [1, 2].

Область простягнулася із південного заходу на північний схід на 245 км, з півночі на південь – на 150 км. Крайня північна точка знаходиться неподалік від с. Кононівка Драбівського району (50°14' пн.ш., 32° 07' сх.д.), південна – на південь від с. Колодисте Тальнівського району (48° 27' пн.ш., 30° 07' сх.д.), західна – на північний захід від с. Жовтнєве Монастирищенського району (49° 03' пн.ш., 29° 36' сх.д.), східна – на південний схід від с. Стецівка Чигиринського району (49° 00' пн.ш., 32° 52' сх.д.).

Територія Черкаської області хоча і рівнинна, але умовно поділяється на дві частини – Правобережну і Лівобережну. Вся Правобережна частина області розміщена в межах Придніпровської височини з найвищою точкою області, що має абсолютну висоту 275 м над рівнем моря (поблизу Монастирища). Нерівна поверхня рельєфу кристалічних порід зумовлює горбистість і хвилясто рівнинний характер поверхні [1].

За морфологічними і геоморфологічними ознаками на території області можна виділити три основні типи рельєфу: плоскорівнинний

(Золотоніський, Драбівський, Чорнобаївський, Черкаський райони), широкохвилястий долино-балковий водоерозійний (Христинівський, Жашківський, Уманський, Маньківський, Тальнівський) і вузькохвилястий долино-балковий водоерозійний (Канівський, Корсунь-Шевченківський, Смілянський, Чигиринський, Лисянський).

Річкова система області добре розвинута. По території Черкащини протікає 1037 річок загальною довжиною 7585,3 км, в тому числі 181 річка завдовжки понад 10 км. Середня густота річкової мережі складає 0,3 км/км². Показники густоти річкової мережі коливаються від 0,13-0,18 км/км² на Лівобережжі до 0,45 км/км² у басейні Гнилого Тікичу.

В області споруджено 37 водосховищ загальною площею 58,6 км² із загальним об'ємом 35 млн. м³ та 2312 ставків загальною площею 170,4 км² із загальним об'ємом 246,3 млн.м³. Найбільшими водосховищами в межах Черкаської області є Канівське та Кременчуцьке, які утворилися перед греблями гідроелектростанцій на Дніпрі. Кременчуцьке водосховище – найбільше за площею водосховище в Дніпровському каскаді та в Україні. В межах Черкащини воно тягнеться на 130 км із 149 км його загальної довжини [1, 2].

Ґрунтовий покрив Черкаської області складний і строкатий: його складають 719 ґрунтових видозмін. Проте всі вони об'єднуються в 5 типів ґрунтів: чорноземи, сірі лісові, дерново-підзолисті, лучні, болотні.

Переважаючими є ґрунти чорноземного типу – 79% (чорноземи типові – 44,8%, чорноземи реградовані – 24,1% і чорноземи опідзолені – 10,1%). Лише у долині Дніпра зосередженні дерново-підзолисті, сірі лісові та лучно-чорноземні.

Найбільш родючими ґрунтами області вважаються чорноземи типові, які майже по всьому профілю дуже перериті землеріями, пухкі, з великою кількістю карбонатів та добре розвиненим гумусовим горизонтом більше 40 см. Цим ґрунтам властиве слабокисле середовище. Вони поширені по всіх районах області, проте найбільше зустрічаються на

Лівобережжі. На Правобережжі значні масиви чорноземів типових поширені в Жашківському районі. Ці ґрунти придатні для вирощування всіх сільськогосподарських культур.

Ґрунти області зазнають ерозії. Більша частина (79,5 %) ріллі області знаходиться на схилах крутизною від 2 до 10° і більше. Еродовані ґрунти займають понад 25 % ріллі області. Ступінь еродованості різний: середній складає 6,1 % площі та 2,5 % - сильний. Крім того, 248,0 га с.-г. угідь дефляційно небезпечні (дефляція – вітрова ерозія). Найбільші площі сильно еродованих земель в Канівському, Чигиринському, Смілянському районах, а сильноеродовані – в Корсунь – Шевченківському, Звенигородському районах [1].

Землі переважно використовуються для сільського та лісового господарства.

1.2 Агрокліматична характеристика Черкаської області

Клімат Черкаської області помірно-континентальний, порівняно теплий, з нестійким вологозабезпеченням.

Зима малосніжна і м'яка, літо тепле і помірно вологе. Середня температура повітря за рік по області становить 7,9-8,7 °С, однак по роках коливається в дуже широких межах: від 5,4 °С (М Жашків) в 1987 р. до 10,1 °С (М Чигирин) в 1989 р.

Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 3,2-3,6°С, середня температура липня (найтеплішого місяця) – 19,9-21,3 °С.

Абсолютний мінімум температури повітря по області зафіксований у 1987 року і становив 34,9 °С морозу (09.01, М Канів), абсолютний максимум зафіксований у 2000 році і становив 37,6 °С тепла (22.08, М Сміла). 8 серпня 2010 року по М Канів було перевищено максимальну

температуру повітря в області за весь період спостережень - 40,1°C тепла [1, 2].

Зимовий період на Черкащині триває 90-94 дні – з 26-29 листопада до 27 лютого -1 березня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °C у бік потепління та починається весна.

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5 °C і вище) триває 214-218 днів, починається в середньому по області 29 березня-1 квітня і закінчується 31 жовтня-3 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5 °C за цей період змінюється від 3090 °C на північному заході області до 3350 °C на південному сході [1, 2].

Період активної вегетації с.-г. культур (із середніми добовими температурами повітря 10 °C і вище) триває 167–173 дні, змінюючись в окремі роки від 144 до 196 днів. Починається він 16-20 квітня і закінчується 3-6 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10 °C за цей період змінюється від 2745 °C на північному заході області до 3010 °C на південному сході. В окремі роки ця сума коливається від 2410 (1997 р.) до 3395 °C (1999 р.).

Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15 °C і вище), триває в області 113-118 днів – з 16-19 травня до 9-11 вересня. Сума позитивних температур повітря вище 15 °C за цей період змінюється від 1990 °C на північному заході області до 2240°C на південному сході.

Середня кількість опадів по області за рік становить 578 мм, змінюючись по території від 542 до 609 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 369 (М Сміла, 1986 р.) до 918 мм (М Чигирин, 1997 р.). Близько 70 % від річної кількості опадів випадає у теплий період року.

Режим зволоження території області створює в цілому позитивний баланс вологи в ґрунті. Проте у зв'язку з невеликою кількістю опадів в окремі

роки, значну повторюваність мають ґрунтові засухи, які негативно впливають на розвиток с.-г. культур.

Помірна атмосферна засуха, яка часто поєднується із ґрунтовою у період активної вегетації с.-г. культур (ГТК становить 0,7-0,9), має ймовірність 90 % на всій території області, крім південного сходу області, де таку ж ймовірність має суворя атмосферна засуха (ГТК становить менше 0,7).

Відносна вологість повітря у теплий період року (квітень-жовтень) по області коливається від 63 % весною до 80 % восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить від 11 до 27 днів.

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації с.-г. культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Черкаської області поділено на 2 агрокліматичні райони та підрайони (порівняно високого теплозабезпечення і нестійкого зволоження, достатнього теплозабезпечення і нестійкого зволоження; достатнього теплозабезпечення і достатнього зволоження) [1, 2].

Перші осінні заморозки у повітрі спостерігаються в період 8-18 жовтня, останні весняні – 13-24 квітня.

Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 21 травня 1990 року, а на ґрунті – 28 травня 1994 року. Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі відмічався 19 вересня 1995 року, а на ґрунті – 11 вересня 2004 року. Середня тривалість беззаморозкового періоду по області у повітрі становить 168-187 днів, на поверхні ґрунту – 143-168 днів.

У вегетаційний період на території області відмічається від 2 до 11 днів із суховіями різної інтенсивності.

Серед інших несприятливих для с.-г. культур явищ погоди на території області у вегетаційний період відмічаються град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи.

Стійкий сніговий покрив місцями утворюється наприкінці листопада, на всій території області – в 2 декаді грудня, а руйнується здебільшого в першій, місцями в другій декаді березня. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму становить по області 75-88 днів, середня висота снігу за зиму – 5-9 см, тоді як максимальна висота в окремі роки досягає від 27 (М Канів) до 93 см (М Черкаси). Найбільша висота відмічалась у 1987 році.

В окремі зими сніговий покрив утворюється значно раніше – місцями в 3 декаді жовтня, та скрізь в 1 декаді листопада. Однак він не стійкий. Бувають роки, коли сніговий покрив скрізь руйнується в 1 декаді квітня, місцями навіть в 2 декаді квітня. В останні десятиріччя досить часто відмічаються роки без сталого снігового покриву [1, 2].

Середня глибина промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 20 до 32 см. Максимальне промерзання – 110 см спостерігалось у 1986 р. Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму становить мінус 1,5-2,9 °С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см відмічалась в 1993 р. на Лівобережжі і становила мінус 16,6 °С. Взимку, зазвичай, спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень-лютий по області коливається від 46 до 51. Найбільша кількість днів з відлигою – 75, відмічалась взимку 1988-89 рр. Відлиги, які тривають більше 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин.

Після тривалих відлиг за наявності снігового покриву існує велика ймовірність його руйнування, що сприяє утворенню льодяної кірки на полях. Небезпечна для посівів льодяна кірка товщиною 10 мм і більше та тривалістю залягання три декади і більше відмічається у 15 % років (один раз за 6-7 років).

2 ОПИС ГОРОХУ ТА ЙОГО БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

2.1 Ботанічні та морфологічні значення гороху

Горох належить до сімейства Fabaceae, роду *Pisum*. У культурі поширений вид – горох культурний посівний (*Pisum sativum*). Він включає кілька підвидів, головні з яких – горох звичайний посівний – з білими квітками і світлим насінням, і горох польовий – часто з крапчастим насінням. Горох польовий – кормова рослина з червоно-фіолетовими квітками і темним незграбним насінням, він менш вимогливий до ґрунтів, може рости на піщаних ґрунтах. Рід *Pisum* не відрізняється різноманіттям форм у порівнянні з іншими культурами. Проте класифікація його багаторазово змінювалася.

В Україні вирощують переважно горох посівний. За сучасною класифікацією підвид посівний – *ssp. sativum* складається з кількох груп різновидів (*convar.*).

Основні групи різновидів зернового гороху: *convar. vulgare* – звичайна, *convar. sativum* – посівна та *convar. mediterranicum* – середземноморська; овочевий: *convar. melileucum* – медово-біла та *ruminatum* – румінована; кормового: *convar. speciosum* – красива [11].

Для гороху характерна стрижнева коренева система [8], що проникає в ґрунт до 1,0-1,5 м, з великим числом бічних коренів, які розташовуються переважно у верхньому родючому шарі. Саме тут зосереджується до 80% кореневої системи рослин. На коренях, у бульбах, знаходяться азотфіксуючі бактерії. Вони містяться у ґрунті або у добривах (нітрагіні, ризоторфіні), якими обробляють насіння перед посівом, якщо висівають горох на цій ділянці вперше. Ці бульбочкові бактерії мають здатність засвоювати азот із повітря та синтезувати фізіологічно активні речовини, у тому числі вітаміни групи В [9].

Стебло гороху округле, неясно чотиригранне, всередині порожнисте, зазвичай лежить, різної висоти (нижче 50 см - карликові форми; 51-80 см - напівкарликові форми; 81-150 см - середньої довжини; більше 150 см - високий), що залежить від ґрунтово- кліматичних, погодних умов та технології обробітку.

Лист складний, має черешок, 2 - 3 пари листочків, попарне число вусиків (3 - 5, іноді до 7), що є видозміненими листочками. Сума листочків та вусиків відносно постійна. За допомогою вусиків чіпляється за будь-яку опору, що стебло дозволяє рости у вертикальному положенні.

Горох може мати кілька типів листка: парноперистий, непарноперистий або акацієподібний (листочків понад 6). Вони рідко не мають вусиків, але якщо ні, то лист може бути безлистковим або вусатим і тоді він складається з черешка, що переходить у багаторазово розгалужену головну жилку, закінчується вусиками, листочків немає.

Суцвіття - кисть, а у фасциированих форм - хибна парасолька [3]. На квітконосі нижнього вузла, що плодить, спочатку з'являється бутон, а потім розкривається квітка. Цей процес йде знизу вгору рослиною і розтягнутий у часі, тому одночасно є бутони і квіти.

Квітки з подвійною оцвітиною. Віночок метеликового типу і складається з 5 пелюсток: вітрила або прапора (назад широкояйцеподібної форми або звужений, а в нижній частині як би зрізаний), двох весел або крил (подовженосерповидної форми) і човника, утвореної в результаті зрощення 2 пелюсток.

Плід гороху – боб, складається з двох ступок із трьома – десятьма насінням.

Загалом горох – скоростигла зернобобова культура з тривалістю вегетаційного періоду – 70-140 днів. Горох - самозапильна культура, але в спекотне, сухе літо спостерігається перехресне запилення. Азотфіксуючі бактерії на коренях починають формуватися через 7-10 днів після появи сходів, а в період від цвітіння до дозрівання йде інтенсивне їх зростання.

При вирощуванні гороху потрібно враховувати такі його особливості, як стебло, що полягає, а також розтягнуті періоди цвітіння і дозрівання. У багатьох сортів гороху плоди при дозріванні розтріскуються. Ці недоліки долають як агротехнічними прийомами, і селекційним шляхом.

2.2 Біологічні особливості гороху

Горох належить до довго світлових рослин. Сорти ж раннього терміну дозрівання майже не реагують на скорочення дня. Більшість сортів гороху, що виробляються в нашій країні, відноситься до рослин довгого дня, тому період від сходів до цвітіння проходить швидше в північних районах. Але період цвітіння - дозрівання у роки з надмірним зволоженням та зниженою температурою повітря, як правило, затягується [9].

Горох – світлолюбна культура довгого дня, за нестачі світла спостерігається сильне пригнічення рослин.

Він порівняно холодостійкий і відносно маловимогливий до тепла. Сума ефективних температур за вегетацію становить 1150–1800°C. Проростає насіння при 1-2 ° С, але сходи з'являються на 20 день, часто ослабленими. Оптимальна температура – 4-5 °С, при 10 °С сходи з'являються через 5-7 днів. Схід легко переносять короточасні заморозки до 4-5 градусів, що дозволяє сіяти горох в ранні терміни; в період плодоношення зниження температури до мінус 2-4 ° С згубні. Оптимальна температура в період формування вегетативних органів 14-16°C, у період формування генеративних органів 18-20°C, для розвитку бобів та наливу насіння 18-22°C. Якщо горох сіють при 20-25 ° С, сходи з'являються на 4-5 день.

Для розвитку сходів достатня температура 5°C. Сходи більшості сортів переносять заморозки до - 4° С. Все це свідчить про можливість та доцільність посіву гороху в ранні терміни [3].

Вегетативні органи добре формуються за невисокої температури ($12...16^{\circ}\text{C}$). Вимоги до тепла підвищуються в період утворення плодів (до $16...20^{\circ}\text{C}$), а під час зростання бобів та наливу насіння – до $16...22^{\circ}\text{C}$. Спекотна погода (вище 26°C) несприятлива для формування врожаю. Сума активних температур найпоширеніших сортів становить за вегетацію всього $1200...1600^{\circ}\text{C}$, тому такий широкий ареал гороху нашій країні.

Горох вимогливий до вологи, чуйний на полив, транспіраційний коефіцієнт – 400-500. Вологість ґрунту має знижуватися нижче 70-80% найменшої вологості [12]. У високоврожайних сортів гороху коефіцієнт транспірації 500-1000, що у 2 разів більше, ніж в зернових культур. Критичним періодом по відношенню до вологи є період цвітіння – плодоутворення.

Для набухання та проростання необхідно 100...120% води сухої маси насіння, тобто. у 2-2,5 рази більше, ніж для хлібних злаків. Потреба гороху у волозі у міру його зростання поступово зростає та досягає найбільшої величини до початку цвітіння. Надмірне зволоження горох переносить задовільно, але при цьому у нього затягується період вегетації. Нестача води знижує врожай зерна гороху. Тому всі агротехнічні заходи, особливо у посушливих районах, слід направити на максимальне накопичення вологи на полях. Ранній посів у вологий шар ґрунту при вирівняній поверхні поля створює умови для швидкого, рівномірного набухання насіння та появи дружних сходів. Нестача вологи в ґрунті, як зазначено в ряді робіт [12,13], призводить до мінімального формування бульб на коренях гороху. За зниження вологості ґрунту до 40% і менше (НВ), тобто. нижче вологості розриву капілярів, суттєво уповільнюється утворення бульб, спостерігається їх «скидання», відповідно значно знижується кількість і маса бульб, і як наслідок знижується активний симбіотичний потенціал.

У періоди бутонізації, цвітіння та зав'язування бобів гороху потрібна волога, нестача води у цей час викликає опадання квіток та зав'язей.

Варіювання врожаю у гороху переважно пов'язані з мінливістю числа бобів, сформованих одиниці площі. Сприятливі умови вологозабезпеченості у період особливо важливі формування високого врожаю.

Вимоги до ґрунту. Горох висуває високі вимоги до ґрунтів. Кращими ґрунтами для гороху є чорноземні середньозв'язані суглинки та супіски з нейтральною або близькою до нейтральною реакцією ґрунтового розчину. Малоприсадатні щільні, глинисті, заболочені, а також легкі піщані ґрунти.

Він добре проростає на родючих ґрунтах, де щільність ґрунту $1,2 \text{ г/см}^3$, на чорноземних, сірих лісових та окультурених дерново-підзолистих ґрунтах середнього гранулометричного складу, що характеризуються гарною аерацією. На кислих і важких ґрунтах, що запливають, симбіоз з азотофіксуючою мікрофлорою ослаблений і рослини відчувають азотне голодування. Несприятливі для гороху ґрунти з високою кислотністю (рН нижче 4,5). Горох добре росте при $\text{pH} = 7-8$.

Горох виносить велику кількість поживних речовин (з 1т – 45-60 кг азоту, 16-20 кг – фосфору, 20-30 кг калію), тому рекомендується вносити мінеральні добрива у співвідношенні 1:1:1,5. Завдяки здатності багатьох сортів до швидкого розвитку, цю культуру можна використовувати у зайнятій парі та у проміжних посівах. Як і інші зернобобові з перистим листям, горох не виносить сім'ядолі на поверхню, тому можливе порівняно глибоке загортання насіння [4, 22].

2.3 Вплив добрив на врожайність гороху

За рахунок застосування промислових мінеральних добрив забезпечується щонайменше 50% приросту врожаю.

Зернові бобові добре відгукуються і на органічні добрива, але найчастіше їм доводиться використовувати їхню післядію. Оскільки горох

сам може фіксувати азот із повітря, то, перш за все, він потребує фосфорно-калійних добрив [10, 12].

Внесення фосфорних та калійних добрив у всіх зонах вирощування гороху розглядається як неодмінна умова отримання високих урожаїв. Фосфор входить до складу найважливіших органічних сполук рослинного організму: нуклеїнових кислот, аденозинтрифосфornoї кислоти, фосфор є носієм енергії у рослинах. Особливо велика роль належить йому початковий період розвитку, коли формується коренева система. Надалі фосфор активізує відтік пластичних речовин у насіння, прискорює розвиток рослин. Зовнішніми ознаками фосфорного голодування рослин гороху є скручування країв листочків, поява жовтого або фіолетового забарвлення листя та черешків [4, 20].

Калій зосереджується у рослині переважно у молодих зростаючих тканинах. Фізіологічна його роль проявляється більшою мірою у підтримці сприятливих фізико-хімічних властивостей протоплазми: обводненості, в'язкості, еластичності. Калій також бере участь у синтезі білків та цукрів, активізує пересування та трансформацію їх у рослині. При різкому дефіциті калію на рослинах можуть з'являтися бурі плями, відзначається деформація листя.

При вирощуванні гороху, як і інших зернобобових культур, найбільш складним є питання із застосуванням азотних добрив. Зернові бобові за оптимальних умов вирощування засвоюють з повітря за допомогою бульбочкових бактерій приблизно $2/3$ азоту від загального вмісту в рослині та $1/3$ азоту використовують із ґрунту. Укорінилася думка, що внесення азотних добрив під зернобобові призводить до зниження фіксації азоту з повітря, тобто. вони стають звичайними споживачами азоту, як та інші небобові культури. Низка авторів відзначають позитивний вплив азотних добрив на врожайність цієї культури. У досвіді Е.М. Шалигін з підвищенням дози азоту з 36 до 80 кг/га горох підвищував

фотосинтетичний потенціал посіву на 25%, чисту продуктивність фотосинтезу - на 5%, а вихід білка з гектара - на 197 кг.

У дослідженнях Кукреша Л.В. і Лукашевич Н.П., проведених на дерново-підзолистому легкосуглинистому ґрунті із середнім рівнем родючості, внесення мінерального азоту позитивно впливало на врожайність гороху. У цьому виявилася сортова специфічність культури. У більшості сортів, що вивчаються, зберігається тенденція збільшення врожайності зі зростанням доз внесення азоту, проте відмінність у надбавці врожайності на тлі застосування N_{30} і більш високих доз азоту в більшості випадків несуттєво. Як правило, кількість бобів на рослині, насіння в бобі та маса 1000 насінин зі збільшенням дози азотних добрив з N_{30} до N_{60} зростають, за більш високої дози азоту параметри цих елементів продуктивності в більшості випадків знижуються [4-10].

Відзначаючи позитивний вплив мінерального азоту на врожайність гороху, більшість дослідників вбачають альтернативу у забезпеченні його симбіотичною формою за рахунок підвищення ефективності фіксації з повітря. Багато вчених вважають, що горох може формувати повноцінну врожайність за рахунок фіксації азоту повітря без внесення мінеральних форм. Крім того, на думку багатьох дослідників, підвищений вміст у ґрунті мінерального азоту ускладнює процес бульбочкових утворень, інгібує процес азотфіксації. Встановлено, що інгібування процесу нітрифікації у ґрунті підвищує активність азотфіксації рослин гороху. Найбільшою мірою негативний вплив азоту на процес азотфіксації відзначається на високородючих.

Під впливом препаратів бульбочкових бактерій активізуються процеси метаболізму, оптимізується генеративний процес гороху, збільшується кількість бобів на рослині та кількість насіння в них, внаслідок чого зростає врожайність насіння та вміст білка.

Дослідженнями встановлено [23], що бактеризація насіння ризоторфіном і пастоподібним сапропелевим нітрагіном в середньому за

три роки дала збільшення врожайності насіння гороху відповідно 0,21 і 0,31 т /га. Внесення рідкого нітрагіну виявилось більш ефективним, збільшення врожаю за той же період досягло 0,49 т/га. Зростання врожайності супроводжувалося підвищенням вмісту білка в насінні, що особливо помітно у варіанті із застосуванням рідкого нітрагіну.

Культура бульбочкових бактерій, розмнжених у стерильному торфі з частинками трохи більше 0,25 мм; в 1 р. заводського ризоторфіну містить не менше 25 млрд. бульбочкових бактерій [13-18].

Кількість необхідного мінерального азоту ґрунту для зернових бобових культур перебуває у прямій залежності від величини загального врожаю (якщо вважати, що вони використовують із ґрунту 1/3 азоту від загального його вмісту в рослинах). Тому не кожен ґрунт може забезпечити зернобобові необхідною кількістю мінерального азоту для отримання високого врожаю за рахунок своєї родючості.

У вегетаційних та польових дослідях кафедри агрохімії ТСХА показано, що при внесенні азотних добрив відносна кількість фіксованого азоту зернобобовими культурами (в% від його накопичення в рослині) знижується [18].

Однак якщо звернути увагу на абсолютне засвоєння азоту зернобобовими на різних фонах азотного добрива, то при оптимальному азотному режимі (рівному приблизно 1/2...1/3 норми азоту добрив від загального винесення азоту з урожаєм) рослини засвоювали з атмосфери стільки ж і навіть більше азоту ніж без внесення азотних добрив. При цьому врожай також зростав.

Отже, при забезпеченості рослин мінеральними сполуками азоту в початкові періоди розвитку та створення сприятливих умов для симбіотичної азотфіксації у другій половині вегетації відбувається успішне поєднання у використанні рослинами азоту обох джерел живлення. Виходить найвищий урожай сухої маси та зерна, збільшується загальний винос азоту. При підвищеній нормі азоту серед клубеньки утворювалися

пізніше. Однак темп їх розвитку потім зростає і їх стає навіть більшим, ніж на бідному азотному тлі. Малі "стартові" (20-30 кг/га) дози азотних добрив не давали ефекту.

Найкращим способом внесення молібдену є обробка насіння перед посівом розчином молібденовокислого амонію або молібдату амонію-нітрату. На 100 кг насіння витрачають 20-30 г першого або 40-45 г другого, розчиняючи їх в 0,5 -1,0 л води. Обробку насіння молібденом можна поєднувати з нітрагенізацією [23, 28].

Підвищення ефективності добрив досягається новими прогресивними способами їх внесення. Зокрема, заміна традиційного розкидного способу внесення мінеральних добрив локальним забезпечує додаткове збільшення врожаю. Порівняльне вивчення способів внесення мінеральних добрив під горох було здійснено В.А. Соколовим та Ю.А. Чухніним [13, 28]. Отримані результати дозволяють дати такі рекомендації щодо агротехніки локального способу внесення добрив.

Насамперед, один із різновидів внесення добрив - внесення стрічками з відстанню між ними 22-30 см. Це дає значно більшу надбавку врожаю насіння: в середньому за 3 роки по 0,48-0,63 т/га порівняно з контролем без внесення добрив. Важливо, що максимальний ефект від добрив відзначався при ширині між стрічками 22-30 див. Збільшення відстані до 45 див знижувало ефективність добрив. Локальне внесення добрив порівняно з їх внесенням зразки забезпечило підвищення врожаю насіння на 0,17-0,31 т/га.

Інший різновид локального внесення - внесення добрив у рядки при сівбі. Найбільш високий урожай забезпечувало поєднання локального внесення основної норми добрив (до посіву) із рядковим (при сівбі). У цьому випадку збільшення врожаю порівняно з контролем досягало 0,63 т/га. Як показують дані дослідів, внесення половинної норми мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ локально дає збільшення не нижче, ніж повна норма $N_{60}P_{120}K_{120}$, але внесена зразки.

3 ДИНАМІКА УРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ В ЧЕРКАСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Горох має високий потенціал продуктивності. Реалізація генетично детермінованого потенціалу продуктивності у виробництво можлива лише на фоні застосування прогресивної технології вирощування, що дозволяє найбільш повно задовольняти біологічні потреби культури на всіх етапах її зростання та розвитку.

Серед факторів навколишнього середовища, що визначають зростання та розвиток і зрештою продуктивність гороху, провідна роль належить метеорологічним умовам та ґрунтовій родючості. Можливість реалізувати потенціал продуктивності в ґрунтово-кліматичних умовах республіки притаманна сортам гороху зернового напрямку, орієнтуючись на морфотип рослин з високою стійкістю до вилягання та підвищеною фотосинтетичною здатністю [7, 10] вказують, що такі сорти мають підвищену здатність до азотфіксації, мають більш високу чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність.

Більше 95% сухої речовини рослини гороху виробляють у процесі фотосинтезу. Рослини цієї культури мають досить велику площу фотосинтезуючої поверхні, яка є сортовою ознакою та змінюється залежно від умов обробітку. У наших дослідженнях загальна площа фотосинтезуючої поверхні змінювалася за сортами та залежно від умов обробітку у великих межах: від 22,5 до 75,6 тис. кв. м/га. В умовах нормального зволоження вона негативно корелює із середньодобовою температурою повітря та позитивно із сумою опадів.

Урожайність гороху в значній мірі залежить від генетичного потенціалу сорту. В Україні створені та рекомендовані для вирощування різні за морфологією сорти гороху, проте їх біологічні особливості у технологіях вирощування використані не повною мірою, тому необхідними є дослідження з питань встановлення особливостей росту і

розвитку рослин, формування зернової продуктивності сортів різного морфотипу для подальшої їх реалізації в удосконалених сортових технологіях вирощування.

Формування високопродуктивних агрофітоценозів гороху передбачає наявність ресурсного забезпечення технологій його вирощування та сприятливих погодних умов. Тому на рівень урожайності насіння гороху та її стабільність істотно впливають і погодні умови, які становлять близько 48% за оптимальних параметрів впливу інших факторів. Слід також зазначити, що метеорологічні умови, що складаються під час вегетації культури, в значній мірі визначають ефективність того чи іншого агроприйому [21-23].

3.1 Методика статистичного аналізу часових рядів урожайності

Питання аналізу часових рядів урожайності, встановлення закономірностей її мінливості цікавлять багатьох дослідників. В їхніх роботах розглядаються різні аспекти цієї проблеми – від аналізу складових часових рядів до можливих шляхів прогнозування урожайності на основі використання закономірностей, закладених в самих часових рядах [25, 19].

Як відмічають вищевказані дослідження, формування врожаю сільськогосподарських культур - складний процес, що залежить від ряду природно-кліматичних і економічних факторів. Прогнозування врожаю ведеться двома взаємодоповнюючими одне одного методами, які враховують основні групи впливаючих факторів: природно-кліматичних і господарчо-економічних. Прогнозування врожаю на перспективу засновано на урахуванні змінних господарчо - економічних умов. Головна увага приділяється екстраполяції і прогнозуванню господарсько-економічних умов, що визначають загальний рівень землеробства, на фоні якого розгортається дія природно - кліматичних факторів вплив цих

суттєвих факторів, широко використовується в агрометеорології поняття «тенденція» та «тренд урожайності» [19, 20]. Одні виключають з розгляду зміни ґрунтово-кліматичних умов, визначаючи тренд при умові збереження їх середнього рівня, інші розуміють під трендом функцію, що описує загальну середньостатистичну зміну рівня урожайності.

Використання трендів при прогнозуванні урожайності має подвійну мету: 1) вибором тренда елімінувати ту долю врожаю, яка визначається рівнем землеробства в широкому розумінні слова; 2) екстраполяцію динаміки тренда на перспективу. Постановка цієї задачі обумовлена тим, що в агрометеорологічній літературі розглядають динамічний ряд урожайності як нестационарний процес:

$$Y(t) = f(t) + U_i, \quad (3.1)$$

де t – приймає значення з натурального ряду чисел;

$f(t)$ – стаціонарна складова, випадкова функція;

U_i – випадкова функція часового ряду,

$Y(t)$ – урожайність.

Функцію $f(t)$ визначають як тренд урожайності, що характеризує зміну рівня землеробства. Дискретна функція $y(t)$ описує випадкові функції урожайності під впливом метеорологічних факторів у вегетаційний період конкретного року [9].

Більш прийнятною була б модель урожайності

$$Y(t) = f(t) + \delta(t) + U_i, \quad (3.2)$$

де $\delta(t)$ – випадкова функція, що характеризує вплив метеорологічних умов на ефективність використання землеробства.

Тренд, отриманий будь-яким способом для рішення другої задачі при агрометеорологічному прогнозуванні, зазвичай, екстраполюється за часом на крок вперед аби отримати значення рівня тренда на рік складання прогнозу.

При виділенні трендів потрібний об'єктивний аналіз умов, в яких розгортається часовий ряд урожайності, розуміння основних закономірностей і факторів, що впливають на динаміку урожайності. При цьому важливо правильно обрати довжину часового ряду. При різній його довжині можуть бути отримані тренди з неоднаковою динамікою, що описують «об'єктивно» існуючі закономірності. Необхідно використовувати ряд такої довжини, аби його було достатньо для виявлення закономірностей в зміні рівня землеробства. На поведінку трендів мають бути накладені певні умови «доволі» поступових змін, відповідних нашим уявленням про властивості інерційності культури землеробства [19].

В останні роки для аналізу динаміки урожайності і оцінки культури землеробства використовують метод гармонійних вагів (Польовий А.М.) [20].

Основна ідея метода гармонійних вагів полягає в тому, що в результаті зважування певним методом окремих спостережень часового ряду, більш пізнім спостереженням надаються більші ваги. Тобто, вплив більш пізніх спостережень має сильніше відображатися на прогнозованій оцінці, ніж вплив більш ранніх.

При використанні МГВ в якості деякого приближення $\hat{f}(t)$ істиного тренду $f(t)$ часового ряду урожайності сільськогосподарських культур

$$Y_t (t = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3.3)$$

приймається ламана лінія, що згладжує задане число точок часового ряду Y_t . Окремі відрізки ламаної лінії (ковзаючого тренда) представляють

його окремі фази. Для визначення окремих фаз ковзаючого тренда обирається число $k < n$ і знаходиться рівняння лінійних відрізків:

$$Y_i(t) = a_i + b_i(t), \quad t = 1, 2, \dots, n - k + 1, \quad (3.4)$$

причому,

для $i=1, \quad t=1, 2, \dots, k;$

для $i=2, \quad t=2, 3, \dots, k+1;$

для $i = n-k+1, \quad t=n-k+1, n-k+2, \dots, n.$

Параметри a_i і b_i рівняння (3.4) визначаються методом найменших квадратів.

Значення кожної функції $Y_i(t)$ визначається в точках

$$t=i+h-1, \quad (h=1, 2, \dots, k). \quad (3.5)$$

Кількість визначень $Y_i(t)$ в кожній точці t позначається через g_i , а через $\bar{Y}_i(t)$ – значення функції $Y_i(t)$ для $t=i$. Точки ковзаючого тренда – це середні значення усіх $Y_i(t)$, які визначаються з виразу

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{g_i} \sum_j^{g_i} Y_i(t), \quad (j=1, 2, \dots, g_i). \quad (3.6)$$

Прирости ω_{t+1} функції $f(t)$ визначаються як

$$\omega_{t+1} = f(t+1) - f(t) = \bar{Y}_{t+1} - \bar{Y}_t, \quad (3.7)$$

Середня приростів визначається

$$\bar{\omega} = \sum_{t+1}^{n-1} C_{t+1}^n \cdot \omega_{t+1}, \quad (3.8)$$

де C_{t+1}^n – коефіцієнти, що задовольняють наступним умовам:

$$C_{t+1}^n > 0 \quad (t=1, 2, \dots, n-1); \quad (3.9)$$

$$\sum_{t=1}^{n-1} C_{n+1}^n = 1. \quad (3.10)$$

Гармонійні коефіцієнти визначаються по формулі

$$C_{t+1}^n = \frac{m_{t+1}}{(n-1)}, \quad (3.11)$$

де m_{t+1} – гармонійні ваги.

Якщо самі ранні спостереження мають вагу

$$m_2 = \frac{1}{(n-1)}, \quad (3.12)$$

то вага інформації m_3 , що відноситься до наступного моменту часу, визначатиметься як

$$m_3 = \frac{m_2 + 1}{(n-2)}. \quad (3.13)$$

Таким чином, ряд гармонійних вагів визначається рівнянням

$$m_{t+1} = m_t + \frac{1}{n-t} \quad (t = 2, 3, \dots, n-1) \quad (3.14)$$

з початковим значенням, вираженим рівнянням (3.12).

Екстраполяція тенденції часового ряду урожайності проводиться по виразу

$$\bar{Y}_{t+1} = \bar{Y}_t + \bar{\omega} \quad (3.15)$$

при початковій умові $\bar{Y}_t = \bar{Y}_n$.

За даними Польового А.М. при розрахунку тенденції урожайності сільськогосподарської культури на прогнозуємий рік необхідно враховувати, що часовий безперервний інтервал, в якому розглядається

середньообласна урожайність культури, має нараховувати не менше 18 років. При цих умовах, років, що формують одну фазу ковзаючого тренда, має бути 16 ($k = 16$).

3.2 Динаміка урожайності гороху в Черкаській області

Сучасні прогресивні технології вирощування сільськогосподарських культур повинні забезпечити можливість отримання високих та стійких урожаїв з гарною якістю одержуваної продукції та зниженням негативного впливу на довкілля.

Урожайність зерна та соломи визначали методом суцільного обмолоту ділянок у період повного дозрівання у більшості рослин не менше 50% бобів із поправкою на стандартну (14%) вологість.

Урожай гороху визначається елементами структури врожаю і, насамперед, залежить кількості рослин на одиницю площі та його продуктивності. Між продуктивністю окремих рослин та врожаєм існує прямий зв'язок. Збільшення врожайності супроводжується зростанням продуктивності рослин та навпаки. Продуктивність окремих рослин гороху визначається, насамперед, кількістю бобів на рослині та крупністю насіння. Важливе значення мають такі показники структури врожаю, як кількість бобів на рослині, кількість насіння в бобі, а також маса насіння з 1 бобу.

Як відомо, на процес формування врожаю, впливає безліч чинників. Головними з них є приплив сонячної радіації, волога, тепло, ґрунтова родючість, рівень агротехніки, сортові особливості рослин, фотосинтетичний потенціал посіву. Пізнання специфіки дії цих чинників, вибір найбільш істотних з них, кількісне вираження і опис їх зв'язку з урожаєм – все це зробить успішним і практично значимим аналіз складних процесів, що протікають в агроценозах.

Для продукційного процесу фітоценозу умов протягом вегетаційного періоду є значний розрив між потенційним і фактичним урожаєм викликаний в значній мірі відхиленням динаміки факторів зовнішнього середовища від оптимальних. Основним екологічним принципом підвищення продуктивності є прагнення до узгодження потреб рослин з умовами зовнішнього середовища [22].

Форма тренда та його параметри визначаються в результаті підбору найкращої функції з числа відомих. При правильному виборі тренда, відхилення від нього будуть носити випадковий характер. Основна ідея методу гармонійних вагів у тому, що в результаті зважування певним чином окремих спостережень часового ряду, більш пізнім надається більша вага.

В Черкаській області урожайність гороху за досліджуваний період варіює від 11,8 до 33,8 ц/га. Динаміка урожайності представлена на рис. 3.1. Лінія тренду вказує на те, що урожайність гороху по області має тенденцію до збільшення.

Характеризуючи лінію тренда, обираємо періоди рівномірних змін урожайності та розраховуємо приріст урожайності за періоди таблиця 3.1

Амплітуда коливань урожайності гороху на початку досліджуваного періоду складає в середньому (5 – 12 ц/га), а в середині періоду вона зменшується і досягає 7 ц/га. Це говорить про те, що навіть за високого рівня культури землеробства ці відхилення залишаються значними, що підкреслює роль погодних умов на формування урожайності гороху.

Відхилення від лінії тренду більш показові для оцінки коливань урожайності в наслідок агрометеорологічних умов, ніж відхилення від середніх багаторічних величин, тому що в цьому випадку приріст урожайності за рахунок підвищення культури землеробства вже врахований лінією тренда. З розрахунком цього положення побудовано графік відхилення урожайності гороху від лінії тренда.

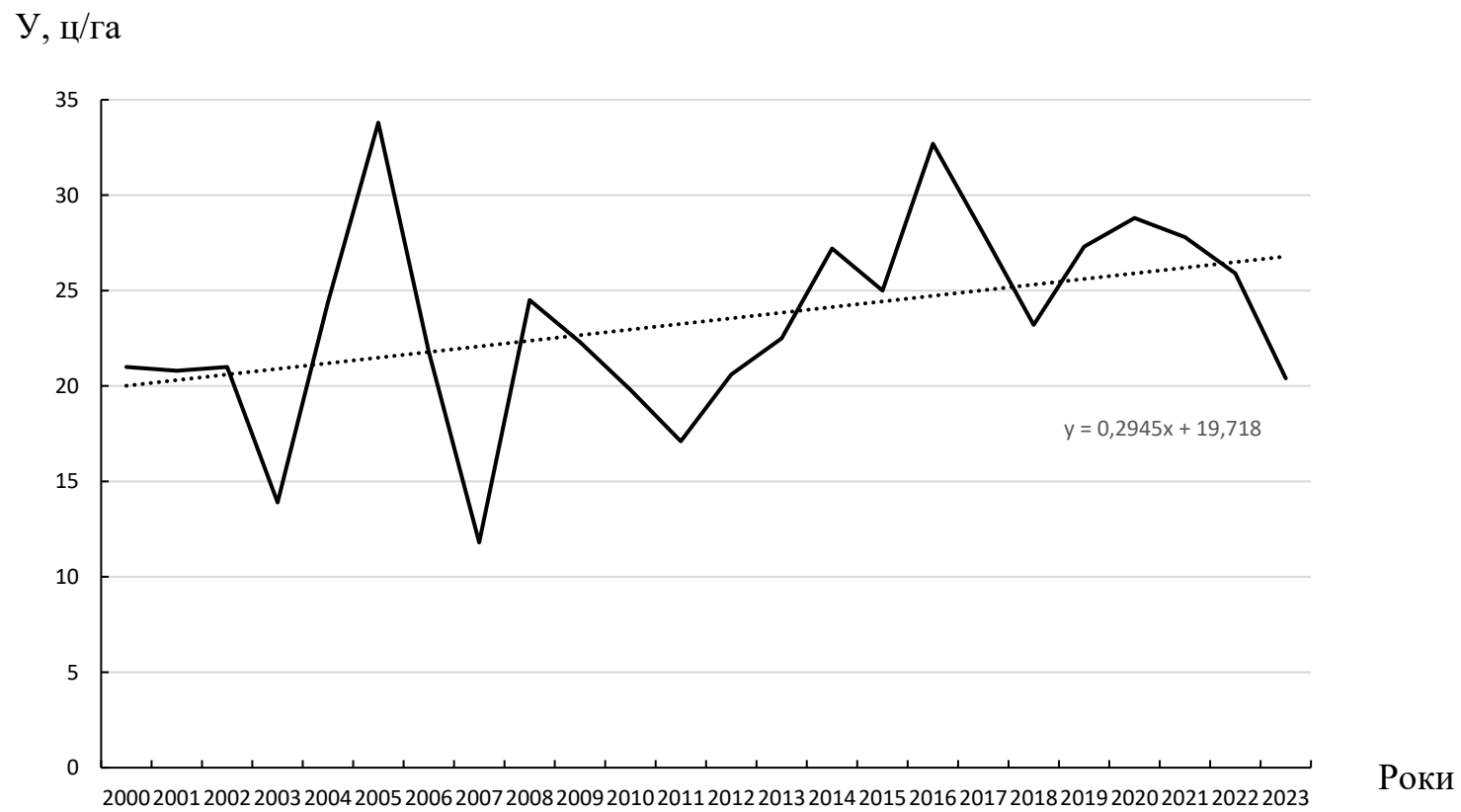


Рисунок 3.1 – Динаміка врожайності гороху та лінія тренду по Черкаській області

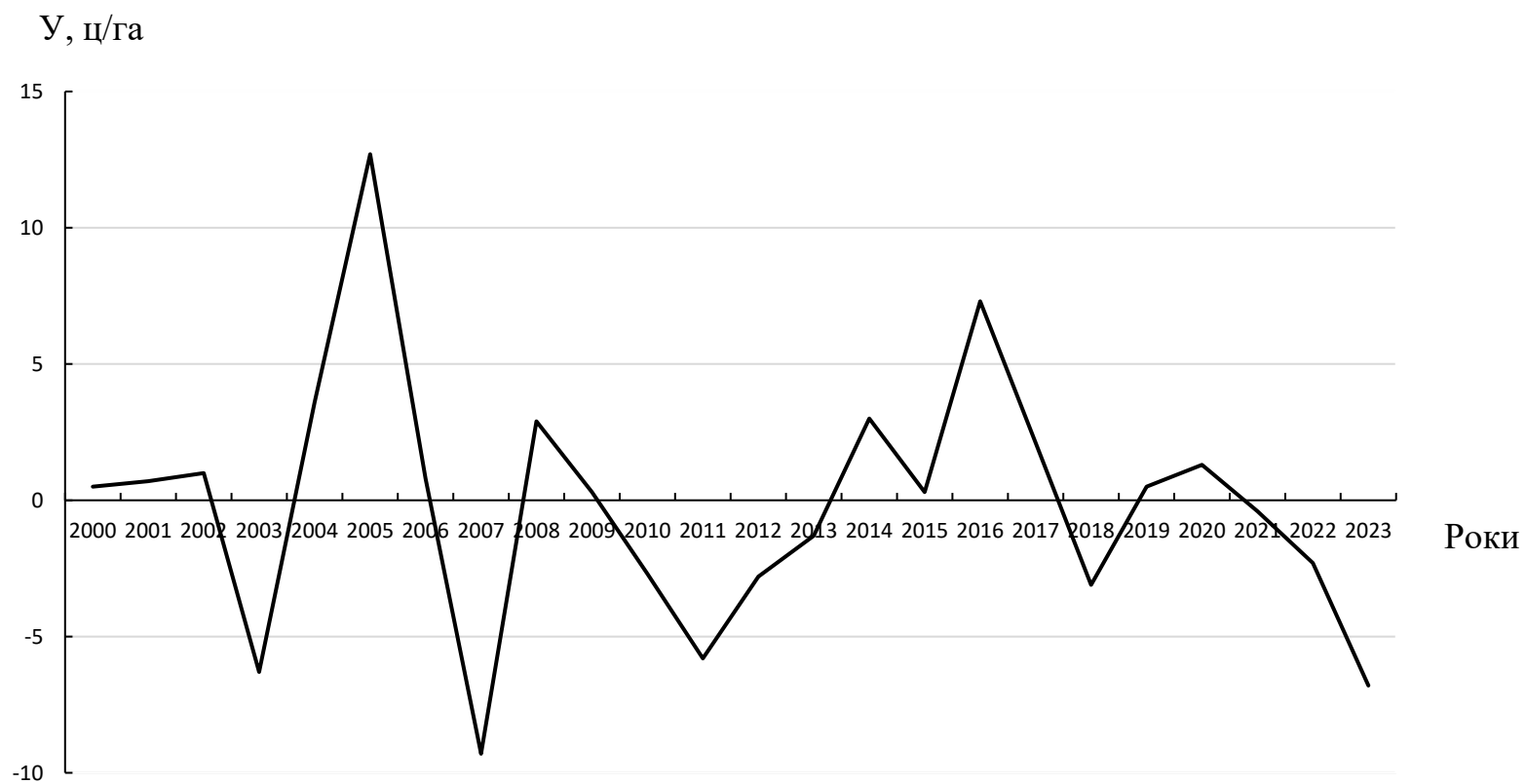


Рисунок 3.2 – Відхилення врожайності гороху в окремі роки від лінії тренда в Черкаській області.

На графіку 3.2. в чистому вигляді показано вплив агрометеорологічних умов окремих років на формування врожаю. На ньому зображено відхилення врожаю в окремі роки від точок лінії тренду, т. т. $\Delta \hat{I}_i$. За період з 2000 по 2023 рр. 14 років спостерігались позитивні відхилення.

Таблиця 3.1 – Оцінка сприятливості погодних умов формування урожайності гороху в Черкаській області

№ п/п	Роки	Фактична урожайність	Урожайність по тренду	Відхилення від тренду	$K_{обл.} = I_i / \hat{I}_i$
		I_i	$\hat{I}_i$	$\Delta \hat{I}_i$	
1	2000	21	20,5	0,5	1,02
2	2001	20,8	20,1	0,7	1,03
3	2002	21	20,0	1,0	1,05
4	2003	13,9	20,2	-6,3	0,69
5	2004	24,4	20,8	3,6	1,17
6	2005	33,8	21,1	12,7	1,60
7	2006	21,8	21,0	0,8	1,04
8	2007	11,8	21,1	-9,3	0,56
9	2008	24,5	21,6	2,9	1,13
10	2009	22,3	22,0	0,3	1,01
11	2010	19,8	22,5	-2,7	0,88
12	2011	17,1	22,9	-5,8	0,75
13	2012	20,6	23,4	-2,8	0,88
14	2013	22,5	23,8	-1,3	0,95
15	2014	27,2	24,2	3,0	1,12
16	2015	25,0	24,7	0,3	1,01
17	2016	32,7	25,4	7,3	1,29
18	2017	28	25,9	2,1	1,08
19	2018	23,2	26,3	-3,1	0,88
20	2019	27,3	26,8	0,5	1,02
21	2020	28,8	27,5	1,3	1,05
22	2021	27,8	28,2	-0,4	0,99
23	2022	25,9	28,2	-2,3	0,92
24	2023	20,4	27,2	-6,8	0,75
Ср.		23,40			

В ці роки складались сприятливі умови тепло та вологозабезпеченості для росту та формування гороху. За цей же період 10 років спостерігались від'ємні відхилення, складались несприятливі умови погоди (посухи, суховії, град).

Але відхилення від тренду можуть бути як від'ємними, так і додатними, що ускладнює проведення агрометеорологічних розрахунків. Щоб позбутися знаку, використали коефіцієнт (K), який розраховується по формулі 3.16 як відношення фактичної урожайності до урожаю по тренду.

$$K = \frac{I_i}{\hat{I}_i} \quad (3.16)$$

де K – коефіцієнт, що оцінює сприятливість погодних умов конкретного року;

I_i – фактичний урожай конкретного року;

$\hat{I}_i$ – урожай по тренду.

Величина (K) близька до 1 – відповідає середнім умовам погоди, $K < 1$ відповідає несприятливим умовам погоди для формування урожаю ярого ячменя і $K > 1$ - сприятливим.

Ймовірність появи років зі сприятливими та середніми агрометеорологічними умовами складає 58 % та рівень урожайності при цьому коливається від 20,8 до 33,8 ц/га.

Роки з несприятливими агрометеорологічними умовами зростання гороху займають 42 % всіх випадків урожайності. В ці роки урожайність змінювалась від 11,8 до 23,2 ц/га.

Таким чином, можна зробити наступний висновок, що незважаючи на поліпшення культури землеробства, залежність врожайності гороху від агрометеорологічних умов у всі роки є значимою. Це вказує на необхідність більш детального вивчення впливу агрометеорологічних показників на формування гороху.

Для виявлення просторово-часової мінливості агрокліматичних показників в агрокліматології широко використовується графоаналітичний метод Алексєєва. Виходячи з теоретичних та практичних міркувань, Г.А. Алексєєв запропонував для побудови емпіричної кривої забезпеченості використовувати рівняння:

$$P_{(x_m)} = \frac{m - 0,25}{n + 0,50} \cdot 100\% \quad , \quad (3.2)$$

де $P_{(x_m)}$ – забезпеченість в відсотках, значення якої послідовно зростають, $m = 1, 2, \dots, n$ - порядковий номер членів статистичного ряду, розташованих в порядку убутання, n - число років або спостережень в ряду.

Цей метод був застосований нами для визначення міжрічної мінливості урожаю гороху в Черкаській області. Використовувалися щорічні дані про урожайність за період з 2000 по 2023 роки. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.2.

За цими даними були побудовані криві сумарної ймовірності можливих урожаїв гороху щодо середніх багаторічних значень (рис. 3.3). При цьому ставилася задача виявити особливості в розподілі можливих урожаїв різної забезпеченості в порівнянні з середньою багаторічною величиною.

Потім з кривої сумарної ймовірності знімалися значення гороху різної забезпеченості з кроком 5, 10, 20, ... 90, 95%. Результати цієї роботи були представлені в табл. 3.3.

Урожаї в Черкаській області (рис. 3.3) порядку 33 ц/га отримують з ймовірністю 5% (тобто раз в двадцять років), а щорічно тут забезпечені урожаї лише 12,4 ц/га. Ймовірність отримання урожаїв порядку 20,9 ц/га – 70%, тобто 7 разів за 10 років, а ймовірність отримання урожаїв 30 ц/га – 20%, тобто 2 раз в 10 років.

Таблиця 3.3 - Забезпеченість можливих урожаїв гороху (ц/га) в Черкаській області

Період	Забезпеченість, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
Черкаська область											
2000 - 2023	33	30	27,0	26,5	24,5	23,4	21,8	20,9	20,5	15,2	12,4

Таблиця 3.2 – Розрахунок ймовірнісних характеристик урожайності гороху у Черкаській області

Роки	У, ц/га	У, убув.	P_x , %	N
2000	21	33,8	3	1
2001	20,8	32,7	7	2
2002	21	28,8	11	3
2003	13,9	28	15	4
2004	24,4	27,8	19	5
2005	33,8	27,3	23	6
2006	21,8	27,2	28	7
2007	11,8	25,9	32	8
2008	24,5	25,0	36	9
2009	22,3	24,5	40	10
2010	19,8	24,4	44	11
2011	17,1	23,2	48	12
2012	20,6	22,5	52	13
2013	22,5	22,3	56	14
2014	27,2	21,8	60	15
2015	25,0	21	64	16
2016	32,7	21	68	17
2017	28	20,8	72	18

Продовження таблиці 3.2

2018	23,2	20,6	77	19
2019	27,3	20,4	81	20
2020	28,8	19,8	85	21
2021	27,8	17,1	89	22
2022	25,9	13,9	93	23
2023	20,4	11,8	97	24

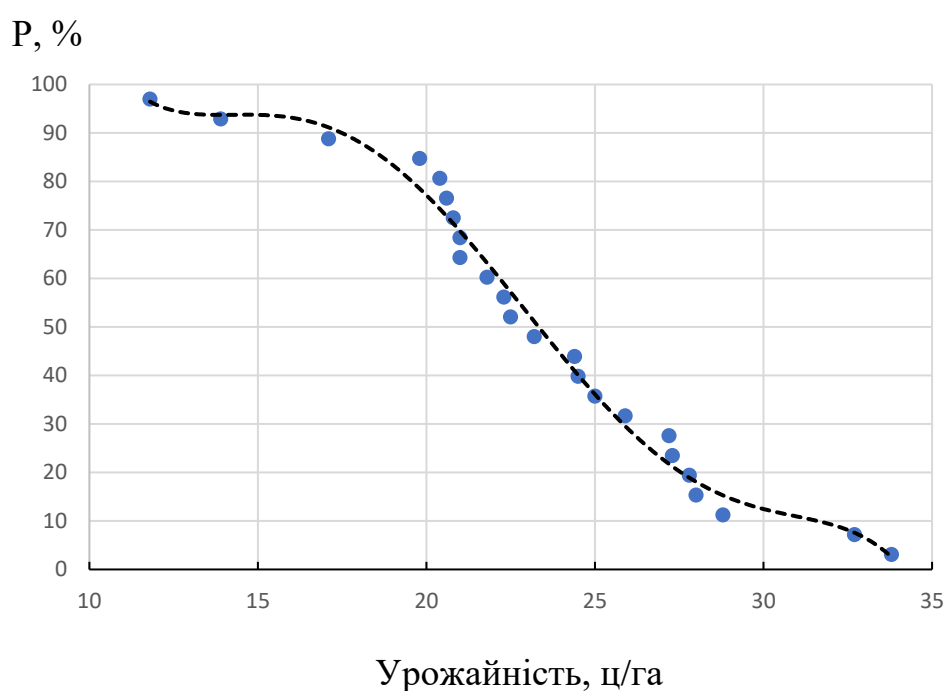


Рисунок 3.3 – Крива сумарної ймовірності урожайності гороху в Черкаській області

З розрахункового матеріалу по характеристиці ймовірності фактичних урожаїв гороху в Черкаській області можна сказати, що не дивлячись на деяке підвищення урожаїв протягом останніх років, несприятливі погодні умови здатні знизити урожайність майже у два рази у порівнянні з середньо багаторічною урожайністю. Тому при вирощуванні гороху потрібно детально оцінювати агрокліматичні ресурси території.

4 ЗВ'ЯЗОК УРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ З АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ

Зростання, розвиток та продуктивність сільськогосподарських рослин багато в чому залежать від метеорологічних умов, що складаються в період вегетації рослин. Зовнішні умови роблять зростання як пряме, і непрямий вплив. Останнє пов'язано з тим, що швидкість зростання залежить від інтенсивності решти всіх фізіологічних процесів, повітряного і кореневого харчування, постачання водою, напруженості процесів обміну речовин і енергії. У зв'язку з цим вплив зовнішніх умов може позначитися на інтенсивності зростання через зміну будь-якого із зазначених процесів. При цьому далеко не завжди причини того чи іншого впливу можна з достатньою точністю встановити, оскільки у природній обстановці вплив окремих факторів тісно взаємопов'язаний. Характер їх змін під час вегетації культур, що вивчаються, знайшов відображення не тільки в зростанні та розвитку рослин, а й на формуванні врожаю та його якості.

4.1 Вплив агрометеорологічних факторів на формування продуктивності гороху

Нами розглядаються агрометеорологічні умови зростання гороху за період з 2000 по 2023 роки по Черкаській області. Для розрахунків використано фактичні дані: дати наступу фаз розвитку гороху, середня декадна температура повітря, середній за декаду дефіцит вологості повітря, продуктивні запаси вологи в ґрунті. Дані були отримані за спостереженнями метеорологічних станцій області.

Черкаська область належить до зони з недостатнім зволоженням. Для повної характеристики забезпеченості гороху вологою потрібно знати, які витрати вологи відбуваються в даний період. В умовах оптимального

зволоження ґрунту спостерігається стійке відношення між валовими витратами води рослинами і випаровуваністю [2]. Частіше за все на полі не буває оптимальної вологості ґрунту. В цьому випадку вологопотреба рослин не задовольняється повністю, і споживання води рослинами завжди менше потреби. При цьому ріст і розвиток рослин вносять суттєві відмінності у потребу культур до води по періодах розвитку.

За сумарне випаровування при оптимальних умовах зволоження (потреба рослин у воді) приймається випаровуваність, розрахована будь-яким методом.

При виконанні розрахунків фактичне сумарне випаровування (E_{ϕ}) визначається за спрощеною формулою водного балансу:

$$E_{\phi} = (W_1 + x) - W_2 \quad (4.1)$$

де W_1 та W_2 – запаси продуктивної вологи відповідно на кінець попередньої та початок поточної декади; x – сума опадів за декаду.

Випаровування в оптимальних умовах зволоження – випаровуваність можна розраховувати за будь-яким методом. В агрометеорології найчастіше використовується метод А.М. Алпатєва [20]. Він запропонував випаровуваність (E_o) розраховувати через сумарний дефіцит насичення повітря (d) з врахуванням коефіцієнтів біологічної кривої водоспоживання (K):

$$E_o = K \cdot \Sigma d \quad (4.2)$$

Для різних сільськогосподарських культур, значення коефіцієнтів біологічної кривої споживання різне і також може бути різним для однієї і тієї ж культури в різних ґрунтово - кліматичних зонах.

Розрахунок вологозабезпеченості (V) за сумарним випаровуванням та дефіцитом насичення повітря виконується практично для всіх сільськогосподарських культур як відношення фактичного сумарного

випаровування (E_{ϕ}) з поля, зайнятого культурою, до сумарного випаровування при оптимальних умовах зволоження (E_o):

$$V = \frac{E_{\phi}}{E_o} \cdot 100 \quad (4.3)$$

Висівалися на території області сорти гороху, що отримали найбільше поширення в регіоні. Серед них Девіз, Оплот, Царевич, Отаман, Корвет, Гайдук, Меценат, Малахит й ін.

На певному етапі часу під час вегетаційного періоду рослини потребують різних оптимальних умов розвитку, тому слід розглядати не весь період в цілому, а кожний між фазний період окремо. Відомо, що при ранньому посіві в холодний ґрунт розвиток сходів затримується, тоді як коренева система продовжує розвиватися. При пізньому висіві, коли температура швидко наростає, прискорено формується надземна частина рослин, а коренева система відстає в розвитку. Тому горох краще висівати без затримок через 5-7 днів від стану стиглості ґрунту [9]. Це можна пояснити сприятливими погодними умовами у цей період. Горох вимогливий до вологи. Для набухання та проростання необхідно 100...120% води від маси насіння. Для проростання насіння необхідні волога, тепло та повітря, якими вони забезпечуються при оптимальній глибині посіву та пухкості верхнього шару ґрунту.

Середні терміни посіву по Черкаській області приходяться в першу декаду квітня. Як видно із табл. 4.1, найбільш рання дата сходів відмічалася 18 березня (2020р.), а найбільш пізня – 20 квітня. Перша фаза розвитку проходить при температурах нижче оптимальних, тому що сівба проводиться в періоди з температурою повітря 4 – 7 °С. Для нормального протікання періоду проростання насіння – сходів достатньою є сума ефективних температур 67 °С [4], чим область в досліджувані роки була забезпечена. Зниження температури повітря затримує тривалість періоду.

Таблиця 4.1 – Агromетeоролoгiчнi показники вирoщувaння гороху в Черкаській облaсті за перiод вегетaції сiвбa-схoди

Рік	Дата настання фази		Тривалість періоду, дні	Сума температур повітря вище 5 °С		$\bar{t}$, °С	ΣR , мм	Запаси вологи в шарі ґрунту, см			
	сiвба	сходи		актив.	ефектив.			0-20		0-100	
								мм	%	мм	%
2000	20.04	04.05	14	207	137	14,1	20	32	74	165	83
2001	02.04	18.04	16	158	78	9,9	21	33	77	175	88
2002	02.04	22.04	20	177	83	9,3	14	34	79	124	63
2003	22.04	06.05	14	187	117	13,9	7	42	98	188	95
2004	26.03	20.04	24	192	87	7,7	13	34	79	188	95
2005	06.04	20.04	14	156	86	10,3	4	31	72	180	91
2006	12.04	26.04	14	135	65	9,8	29	35	81	181	91
2007	21.03	14.04	24	184	64	7,7	10	33	78	171	86
2008	14.04	30.04	16	167	87	10,5	27	39	91	174	88
2009	06.04	20.04	14	137	66	9,9	2	35	81	164	83
2010	06.04	22.04	16	148	68	9,4	21	41	95	187	94
2011	03.04	22.04	19	151	56	9,6	46	33	78	160	81
2012	13.04	26.04	13	179	114	14,1	25	36	84	164	83
2013	18.04	28.04	10	148	98	13,3	18	32	74	166	84
2014	21.03	08.04	18	145	55	7,9	2	30	70	150	76
2015	13.04	28.04	15	165	90	10,9	4	34	79	150	76
2016	05.04	20.04	15	198	107	12,9	35	33	78	163	82
2017	04.04	20.04	16	141	61	9,3	10	31	72	161	81
2018	12.04	26.04	14	208	138	14,9	8	31	72	167	84
2019	07.04	20.04	13	105	48	8,7	10	31	72	164	83
2020	18.03	08.04	21	132	28	6,4	7	47	108	105	53
Серед.	7.04	22.04	16	163	83	10,5	16	35	81	164	83
Max	20.04	6.05	24	208	137	14,1	46	47	108	188	95
Min	18.03	8.04	10	105	28	6,4	2	30	70	105	53

Так, в 2004 році через ранні дати посіву 26 березня відмічено найдовший період сходів – 24 дні, при цьому спостерігалась середня температура за цей же період 7,7°C. Причиною стало зниження температури повітря під час першої декади квітня. Самим пізнім терміном посіву є 20 квітня у 2000 році. Середня ж тривалість періоду сягає 16 днів. В період сівба – сходи гороху у Черкаській області найкоротші терміни становлять 10 днів, при цьому спостерігалась середня температура за цей же період 13,3°C.

За період сівба – сходи гороху в Черкаській області середня сума активних температур складала 163 °C, найменша сума за цей період становила 105 °C (2019 р.), а найбільша 208 °C (2018 р.). Середня сума ефективних температур за 24-річний період від сівби до сходів складала 83 °C, найменша сума за цей період становила 28 °C (2020 р.), а найбільша 137 °C (2000 р.).

Середня температура повітря за період сівба – сходи гороху становила 10,5 °C, найменша сума за цей період становила 6,4 °C (2020 р.), а найбільша 14,1 °C (2000 та 2012 р.).

За досліджуваний період днів запаси продуктивної вологи в шарі 0 – 20 см і 0-100 були задовільними, в середньому 35 мм і 164 мм відповідно, що є оптимальними умовами зволоження для проростання і дружної появи сходів. Отже, період сходів в області в більшій мірі залежить від температури повітря і ґрунту.

Оптимальною вологістю для гороха вважається 80% повної вологості ґрунту. Критичний період відносно нестачі вологи охоплює фази від початку закладки генеративних органів до повного цвітіння. У гороха посівного наявні форми, відносно стійкі до посухи протягом всього вегетаційного періода і лише в відповідні фази розвитку.

В цілому горох – культура довгого дня, але в межах вида зустрічаються форми з різною фотоперіодичною реакцією, яка тісно пов'язана з спектральним складом світла. Розвиток рослин прискорює перевага в спектрі довгохвильових променів.

Розглянемо період сходи – утворення суцвіть. В цей період у рослин відбувається формування рослинної маси, утворення справжніх листків та суцвіть [20].

Біологічною особливістю гороху є довгий період генеративного розвитку. Несприятливі погодні умови, що припадають на цей період, для сортів гороху, що різняться за нагромадженням пластичних речовин, є основною причиною зниження урожаю насіння. Саме тому для одержання високих і сталих урожаїв гороху за різних екологічних умов в кожному господарстві необхідно висівати 2 або 3 сорти, що різняться не тільки генетично, а й за екотипами.

Раннє і рясне утворення суцвіть свідчить про сприятливі умови для життя рослин і є важливою передумовою отримання рослин з хорошою продуктивністю. Отже, в це період важливе значення мають опади та запаси продуктивної вологи в шарі 0 – 20 см.

Кількість опадів за період коливається в широких межах. Сума опадів за період у середньому складає 68 мм. Максимальну кількість опадів було відмічено в 2014 році і склали вони 183 мм. Самим посушливим період по області був у 2017 році – 25 мм.

За результатами розрахунків табл. 4.2 середня дата масових утворень суцвіття відповідає даті 31 травня. В залежності від умов погоди дата змінюється в значному діапазоні. Найбільш рання дата утворень суцвіття за цей період відмічається 20 травня (2018 р.), а найбільш пізня - 10 червня (2010 р.). Так, в окремі роки тривалість указанного періоду може досягати 49 днів, а мінімальна – 24 днів. Середня тривалість періоду сходи – утворення суцвіття складала 38 днів.

У період від сходів до утворення суцвіття висока температура повітря викликає пересихання верхнього шару ґрунту і величина урожаю прямо залежить від запасів продуктивної вологи у шарі 0-20см. Найбільший урожай гороху спостерігається, якщо у період сходи – утворення суцвіття температура повітря становить 12-14 °С. За досліджуваний період середня

Таблиця 4.2 – Агromетeоролoгiчнi показники вирoщувaння гороху в Черкаській облaсті зa перiод вегетaції
схoди – утворeння суцвiть

Рік	Дата настання фази		Тривалість періоду, дні	Сума температур повітря вище 5 °C		$\bar{t}$, °C	ΣR , мм	Запаси вологи в шарі ґрунту, см			
	сходи	утворення суцвіть		актив. ефектив.				0-20		0-100	
								мм	%	мм	%
2000	04.05	31.05	27	399	265	14,8	41	32	73	160	81
2001	18.04	28.05	40	508	308	12,7	35	31	72	164	83
2002	22.04	28.05	36	537	356	14,9	74	33	77	118	60
2003	06.05	31.05	25	483	358	19,3	35	34	79	179	90
2004	20.04	31.05	41	525	320	12,8	54	26	60	175	88
2005	20.04	24.05	34	489	320	14,4	66	34	72	168	85
2006	26.04	12.06	46	655	423	14,2	74	37	86	186	94
2007	14.04	31.05	47	688	451	14,6	53	29	67	159	80
2008	30.04	10.06	42	585	374	13,9	42	38	88	171	86
2009	20.04	06.06	47	711	475	15,1	59	32	73	153	77
2010	22.04	10.06	49	787	544	16,1	75	37	86	174	88
2011	22.04	22.05	30	467	318	15,6	176	30	70	154	78
2012	26.04	04.06	39	723	527	18,5	35	24	56	143	72
2013	28.04	22.05	24	433	314	18,1	32	32	74	164	83
2014	08.04	20.05	42	484	273	11,5	183	35	81	170	86
2015	28.04	02.06	35	560	385	16,0	63	31	72	149	75
2016	20.04	31.05	41	570	365	13,9	124	34	79	160	81
2017	20.04	06.06	47	709	475	15,1	25	26	60	136	69
2018	26.04	20.05	24	414	293	17,2	41	28	65	150	76
2019	20.04	28.05	38	608	418	16,0	54	29	67	196	98
2020	08.04	24.05	46	511	281	11,1	84	31	72	119	60
Серед.	22.04	31.05	38	564	373	15,1	68	32	73	159	81
Max	6.05	10.06	49	787	544	19,3	183	38	88	196	98
Min	8.04	20.05	24	399	265	11,1	25	24	56	118	60

температура повітря складає 14,2 °С. Максимальна температура повітря за цей період - 19,3 °С, а мінімальна температура – 11,1 °С. Помітно, що з 2000 року середня температура повітря за період значно зростає, а у 2003 році її величина дорівнює 19,3 °С. Сума активних температур по області за період складає 564 °С, хоча по даним зі області суми коливаються від 399 °С до 787 °С.

В Черкаській області запаси вологи в орному шарі ґрунту в період сходи – утворення суцвіття становлять в середньому 32 мм (73 % від НВ), найбільше значення запасів продуктивної вологи складало 38 мм (88 % від НВ), найменше значення запасів продуктивної вологи було відмічене 25 мм (56 % від НВ).

Запаси вологи в метровому шарі ґрунту в Черкаській області в період сходи – утворення суцвіття становлять в середньому 159 мм (81 % від НВ), найбільше значення запасів продуктивної вологи складало 196 мм (98 % від НВ) в 2019 році, найменше значення запасів продуктивної вологи було відмічене 118 мм (60 % від НВ) в 2002 році.

На початок періоду сходи – утворення суцвіття запаси вологи в метровому шарі ґрунту зменшилися від 186 до 104 мм. Отже, відповідно до розрахунків агрометеорологічні умови для періоду сходи – утворення суцвіття були досить сприятливими для росту та розвитку рослин гороху.

Період від утворення суцвітть – цвітіння є надто важливим в розвитку гороху. В цей період в рослинах формуються продуктивні органи, тому майбутній урожай, насамперед, залежатиме від агрометеорологічних умов. Найбільш важливими будуть тепло і волога.

В умовах жаркої сухої погоди інколи відбувається і перехресне запилення, яке складає частки відсотка і лише в виключних випадках може досягати декількох відсотків. Припускають, що перехресне запилення на рослинах гороху відбувається в основному з допомогою личинок тріпсів, хоча не виключають участі бджіл і джмелів. Встановлено, що приймочка зберігає життєздатність протягом 8 – 10 днів. Однак більш високий

відсоток зав'язування насіння відмічається при запиленні в перші 3 дні після опилення.

Аналізуючи таблицю 5.3, бачимо, що за 24 років тривалість періоду «утворення суцвіть – кінець цвітіння» у середньому складає 27 днів. Найбільша тривалість склала 41 день, а найменша – 17 днів з сумою активних температур 376 °С в 2007 році. Середня дата настання фази кінця цвітіння по розрахункам починається 26 червня. В окремі роки настання фази кінця цвітіння проходить зі значним відхиленням від норми через неоднакові агрометеорологічні умови, що складаються на кожній спостережній території.

Сумою активних температур за період утворення суцвіть – кінець цвітіння гороху по області забезпечений в повній мірі. Середня температура повітря за період утворення суцвіть – кінець цвітіння складає 19,3 °С. Максимальною середня температура повітря була в 2007 році – 22,1 °С, а мінімальною – 15,8 °С (2004 р.). Середня по області активна температура за цей же період становила 509 °С. Сума активних температур по спостереженням області коливається в межах від 332 °С до 767 °С. Ефективна температура за цей же період в середньому по області становила 375 °С. Сума ефективних температур за період утворення суцвіть – кінець цвітіння по області коливається в межах від 227 °С до 566 °С. Середня сума опадів в середньому склала 63 мм. Мінімальну кількість опадів зафіксовано – 6 мм (2004 р.), максимальну – 178 мм (2002 р.).

Запаси вологи в орному шарі ґрунту в Черкаській області в період утворення суцвіть – кінець цвітіння складали в середньому 26 мм (59 % від НВ), найбільше значення запасів продуктивної вологи відмічене 35 мм (2002 р), найменше значення запасів продуктивної вологи було становило 11 мм в 2012 році (28% від НВ).

В Черкаській області запаси вологи в метровому шарі ґрунту в період утворення суцвіть – кінець цвітіння становлять в середньому 139 мм (70 %

Таблиця 4.3 – Агromетeоролoгiчнi показники вирoщувaння гороху в Черкаській облaсті за перiод вегетaції утворeння суцвiть – кiнець цвiтiння

Рік	Дата настання фази		Тривалість періоду, дні	Сума температур повітря вище 5 °С		$\bar{t}$, °С	ΣR , мм	Запаси вологи в шарі ґрунту, см			
	утворення суцвіть	кінець цвітіння		0-20				0-100			
				мм	%			мм	%		
2000	31.05	24.06	25	441	315	17,6	31	26	59	139	70
2001	28.05	30.06	33	521	356	15,8	122	35	81	172	87
2002	28.05	24.06	27	482	327	17,1	178	34	79	138	70
2003	31.05	30.06	31	586	431	18,9	47	28	65	147	74
2004	31.05	20.06	21	332	227	15,8	6	33	77	186	94
2005	24.05	24.06	31	570	415	18,4	76	22	51	140	71
2006	12.06	02.07	18	351	261	19,5	49	31	72	184	93
2007	31.05	16.06	17	376	291	22,1	36	22	51	138	70
2008	10.06	30.06	20	374	274	18,7	70	21	49	131	66
2009	06.06	24.06	18	371	281	20,6	33	26	59	139	70
2010	10.06	04.07	24	511	391	21,3	83	23	53	128	65
2011	22.05	20.06	29	606	461	20,9	38	28	65	134	68
2012	04.06	24.06	20	424	324	21,2	24	11	26	82	41
2013	22.05	20.06	29	568	423	19,6	44	20	47	132	67
2014	20.05	30.06	41	767	562	18,7	118	31	72	165	83
2015	02.06	10.07	38	756	566	19,9	1	30	70	141	71
2016	31.05	30.06	31	601	446	19,4	79	31	72	153	77
2017	06.06	30.06	24	492	372	20,5	25	10	23	93	47
2018	20.05	20.06	31	586	431	18,9	76	23	53	131	66
2019	28.05	20.06	23	501	386	21,8	61	19	44	129	65
2020	24.05	20.06	27	478	343	17,7	119	34	79	126	64
Серед.	31.05	26.06	27	509	375	19,3	63	26	59	139	70
Max	10.06	10.07	41	767	566	22,1	178	35	81	186	94
Min	20.05	16.06	17	332	227	15,8	6	11	23	93	47

Таблиця 4.4 – Агрометеорологічні показники вирощування гороху в Черкаській області за період вегетації кінць цвітіння – досягання

Рік	Дата настання фази		Тривалість періоду, дні	Сума температур повітря вище 5 °С		$\bar{t}$, °С	ΣR , мм	Запаси вологи в шарі ґрунту, см			
	кінець цвітіння	достигання		актив.	ефектив.			0-20		0-100	
								мм	%	мм	%
2000	24.06	16.07	22	396	286	18,0	88	20	46	110	55
2001	30.06	14.07	15	318	243	21,2	56	21	40	132	67
2002	24.06	12.07	18	344	322	22,9	24	21	49	98	49
2003	30.06	10.07	11	200	145	18,2	59	34	78	127	64
2004	20.06	10.07	21	382	277	18,2	47	21	49	138	70
2005	24.06	10.07	16	301	221	18,8	11	17	40	123	62
2006	02.07	14.07	12	242	182	20,2	26	27	63	150	76
2007	16.06	24.06	8	167	127	20,9	15	24	56	108	55
2008	30.06	10.07	11	218	163	19,8	44	16	37	114	56
2009	24.06	04.07	10	224	174	22,4	20	20	46	110	55
2010	04.07	10.07	6	132	102	22,0	10	23	53	107	54
2011	20.06	10.07	20	382	282	19,1	15	42	98	169	85
2012	24.06	02.07	8	182	142	22,8	13	18	42	54	27
2013	20.06	30.06	10	225	175	22,5	45	11	26	94	46
2014	30.06	10.07	11	205	150	18,6	16	20	47	119	60
2015	10.07	14.07	4	82	62	20,6	10	20	47	114	58
2016	30.06	10.07	11	248	193	22,5	5	19	44	117	59
2017	30.06	04.07	5	106	81	21,1	3	5	12	68	34
2018	20.06	06.07	16	328	248	20,5	28	9	21	72	36
2019	20.06	30.06	10	234	184	23,4	5	11	26	90	45
2020	20.06	10.07	20	446	346	22,3	39	17	40	92	46
Серед.	26.06	8.07	13	255	195	21	28	20	46	110	55
Max	10.07	16.07	22	446	346	23,4	88	42	98	169	85
Min	16.06	24.06	5	82	81	18,0	3	5	12	54	27

від НВ), найбільше значення запасів продуктивної вологи складало 186 мм (94 % від НВ) в 2004 році, найменше значення запасів продуктивної вологи було відмічене 93 мм (47 % від НВ) в 2017 році.

Оцінюючи агрометеорологічні умови періоду кінець цвітіння – досягання по таблиці 5.4, бачимо, що з 2000 по 2023 рік середня дата досягання визначається датою 8 червня. Найбільш рання дата досягання відмічалася 16 липня (2000 р.), а найбільш пізня – 24 червня (2007 р.).

Середня тривалість періоду складає 13 днів. Мінімальна тривалість періоду 5 днів (2017 р.), максимальна – 22 днів (2000 р.)

Середня температура за цей період складає 21.0 °С. Максимальною середня температура повітря була в 2019 році – 23,4 °С, а мінімальною – 18,0 °С (2000 р.). Середня по області активна температура за цей же період становила 255 °С. Сума активних температур по спостереженням області коливається в межах від 82 °С до 446 °С. Ефективна температура за цей же період в середньому по області становила 195 °С. Сума ефективних температур за період кінець цвітіння – досягання по області коливається в межах від 81 °С до 346 °С. Середня сума опадів в середньому склала 28 мм. Мінімальну кількість опадів зафіксовано – 3 мм (2017 р.), максимальну – 88 мм (2000 р.).

Запаси вологи в орному шарі ґрунту в Черкаській області в період кінець цвітіння – досягання складали в середньому 20 мм (46 % від НВ), найбільше значення запасів продуктивної вологи відмічене 42 мм (2011 р), найменше значення запасів продуктивної вологи було становило 5 мм в 2017 році (12% від НВ).

В Черкаській області запаси вологи в метровому шарі ґрунту в період кінець цвітіння – досягання становлять в середньому 110 мм (55 % від НВ), найбільше значення запасів продуктивної вологи складало 169 мм (85 % від НВ) в 2011 році, найменше значення запасів продуктивної вологи було відмічене 54 мм (27 % від НВ) в 2012 році.

В цей період у рослин гороху відбувається налив зерна. В цей час особливо сприятливою є тепла, помірно волога погода. Високі температури, сухість ґрунту і низька вологість повітря призводять до того, що з зерна втрачається волога і воно втрачає вагу. Відповідно, знижуються показники врожайності, що відмічалось в 2003, 2007, 2011 роках.

Фенологічні фази розвитку рослин у період вегетації, а також терміни їх настання і тривалість є важливими показниками, що відображають особливості формування врожаю гороху. Настання фенологічних фаз розвитку рослин та тривалість міжфазних періодів значною мірою залежать від абіотичних факторів або погодних умов, головними з яких є тепло та вологозабезпеченість. Істотно впливають і умови вирощування. Посів гороху було зроблено 7 квітня. Через 93 дні після сходів настала фаза достигання. Залежно від сорту та умов обробітку вегетаційний період може становити 70...140 днів. Період вегетації гороху у цих розрахунках становила 73 – 100 днів (без застосування добрив та із застосуванням добрив $N_{32}P_{32}K_{32}$ відповідно). Мінеральні добрива збільшують період вегетації на 1-2 дні.

Веgetаційний період гороху від сходів до достигання таблиця 4.5 за період з 2000 по 2023 роки по Черкаській області характеризувався середньою температурою повітря 16,1 °С, кількістю опадів 181 мм, середнім дефіцитом вологості повітря 545 мм, вологозабезпеченістю посівів 74 % і середньою тривалістю міжфазного періоду від сходів до достигання 93 дні (табл. 4.5). Максимальною і мінімальною з середніх за визначений період була температура повітря в області і склала 19,2 °С у 2012 році та 13,6 °С у 2020 році відповідно при накопичених сумах активних температур, що коливалися від 1340 °С до 1636°С. За розрахунками максимальна середня кількість опадів по області склала 297 мм у 2001 році, а мінімальна – 72 мм у 2017 році. Величина випаровування по області склала 257 мм.

Таблиця 4.5 – Агрометеорологічні показники вирощування гороху в Черкаській області за період вегетації сівба – досягання

Рік	Дата настання фази		Тривалість періоду, дні	Сума температур повітря вище 5 °С		$\bar{t}$, °С	$\sum R$, мм	Запаси вологи в шарі ґрунту, см		$\sum d$, мм	$E_{\text{ф}}$, мм	E_0 , мм	V, %
								0-100 см					
	сівба	достигання		актив.	ефектив.			$W_{\text{п}}$	$W_{\text{к}}$				
2000	20.04	16.07	87	1583	1148	18,2	164	160	96	491	228	319	71
2001	02.04	14.07	103	1586	1082	15,4	297	175	96	461	376	300	125
2002	02.04	12.07	101	1636	1131	16,2	286	132	57	534	361	347	104
2003	22.04	10.07	79	1406	1011	17,8	143	189	127	568	205	369	56
2004	26.03	10.07	106	1399	869	13,2	117	195	119	636	193	413	47
2005	06.04	10.07	95	1407	931	14,8	155	180	111	505	224	328	68
2006	12.04	14.07	93	1460	995	15,7	188	192	152	557	228	362	63
2007	21.03	24.06	95	1425	950	15,0	198	180	84	638	294	415	71
2008	14.04	10.07	87	1340	905	15,4	180	167	107	498	240	323	73
2009	06.04	04.07	89	1415	970	15,9	107	167	95	620	179	403	44
2010	06.04	10.07	95	1549	1074	16,3	187	204	107	489	284	318	89
2011	03.04	10.07	98	1539	1049	15,7	274	160	178	576	256	374	68
2012	13.04	02.07	80	1536	1136	19,2	105	170	47	539	228	350	65
2013	18.04	30.06	73	1336	971	18,3	116	166	82	435	200	283	71
2014	21.03	10.07	111	1632	1077	14,7	308	150	98	548	360	356	101
2015	13.04	14.07	92	1546	1086	16,8	138	152	96	530	194	345	56
2016	05.04	10.07	96	1555	1075	16,2	236	173	97	484	312	315	99
2017	04.04	04.07	91	1411	956	15,5	72	164	54	658	182	428	43
2018	12.04	06.07	85	1564	1139	18,4	148	173	53	578	268	376	71
2019	07.04	30.06	84	1394	974	16,6	140	161	69	466	232	303	77
2020	18.03	10.07	114	1550	980	13,6	236	106	73	642	269	417	65
Серед.	7.04	8.07	93	1489	1024	16,1	181	167	95	545	257	354	74
Max	20.04	16.07	106	1636	1148	19,2	297	204	178	658	376	428	125
Min	18.03	24.06	73	1340	905	13,6	72	106	47	435	179	283	43

В окремі роки витрати перевищували 350 – 400 мм. Причиною цього були сильні зливові опади (274 мм, 286 мм, 308 мм).

Випаровуваність по території коливається від 283 до 428 мм. Середня по області вологозабезпеченість між фазних періодів від сходів до досягання гороху складає 74 %.

Проведемо оцінку років з високими і низькими врожаями. Аналізуючи таблицю 4.6 бачимо, що різниця між максимальними і мінімальними показниками урожайності не сильно значна. Перше, на що звернемо увагу, це деякі відмінності в тривалості вегетаційного періоду: він скорочується. Головною причиною цього є величина середньої температури повітря. Як бачимо, в роки з високими врожаями температура повітря майже відповідала оптимальним умовам зростання культури гороху: 13 – 16 °С, а в роки з низькими врожаями коливалася від 15 до 18 °С. Високий рівень температури повітря негативно впливає на режим зволоження ґрунту у зв'язку з посиленням випаровування вологи.

Якщо оцінюючи суму опадів у критичний період, то бачимо, що сума опадів значно нижча в роки з низькими врожаями і коливається по роках від 36 до 47 мм. В той час, сума опадів з високими врожаями коливається в межах від 76 до 119 мм. Це значно вплинуло на врожай гороху.

Результатом можна вважати висоту та густоту рослин. Мінімальна висота рослин на початок цвітіння в сприятливий період коливалася від 57 до 74 см, а в несприятливий від 28 до 39 см;

Отже, оцінимо запаси вологи за різні роки: на початок вегетації запаси в метровому шарі ґрунту були задовільними і для врожайних, і для неврожайних років. Результатом можна вважати висоту та густоту рослин. Мінімальна висота рослин в сприятливий період була 58 см, а в несприятливий – 38 см; максимальна – 66 см і 62 см відповідно.

Густота рослин гороху в роки зі сприятливими та несприятливими агрометеорологічними умовами на початок цвітіння спостерігалася майже однаковою.

Таблиця 4.6 – Урожайність гороху в роки зі сприятливими та несприятливими агрометеорологічними умовами в Черкаській області

Рік	Урожай, ц/га	Тривал. вегетац. періоду, дні	Сума опадів, мм		Запаси вологи 0-100см, мм		Серед. температура, °С.		Висота рослин, см	Густота рослин, шт./кв. м	Вологоза безпечені сть, %
			критичн. період	вегетац. період	критичн. період	вегетац. період	критичн. період	вегетац. період	початок цвітіння	початок цвітіння	
	Роки з високою урожайністю										
2005	33,8	95	76	155	140	149	18,4	14,8	74	159	68
2016	32,7	96	79	236	143	152	19,4	16,2	57	175	99
2020	28,8	114	119	236	126	116	17,7	13,6	70	129	65
	Роки з низькою урожайністю										
2003	13,9	79	47	143	147	160	18,9	17,8	39	96	56
2007	11,8	95	36	198	138	148	22,1	15,0	28	179	71
2011	17,1	96	38	274	153	156	20,9	15,7	38	257	68

Вологозабезпеченість посівів не була оптимальною у роки з низькими врожайми, проте, у високоврожайні роки вона була кращою. Вологозабезпеченість у високоврожайні роки коливалась від 65 % до 99 %, а в роки з низькими від 56 до 71 %. Відповідно, і величина врожаїв значно різняться.

В останні роки зросла небезпека природних катаклізмів, які проявляються у різких змінах погоди, збільшенні спекотного бездощового періоду, зливах, градах. Кількість опадів щороку зростає, але їх перерозподіл несприятливий для сільськогосподарських рослин: зменшилася їхня кількість у зимовий період та більш посушливими стають травень та липень. Однак, березень, червень, серпень та жовтень, навпаки, значно вологішими. Стосовно періоду вегетації рослин, відбувається збільшення режиму зволоженості та спостерігається тенденція для подальшого його зростання.

4.2 Залежність продуктивності культури від агрометеорологічних показників

Формування високо продуктивних агрофітоценозів гороху передбачає наявність ресурсного забезпечення технологій його вирощування та сприятливих погодних умов. Тому на рівень урожайності насіння гороху та її стабільність істотно впливають і погодні умови, які становлять близько 48% за оптимальних параметрів впливу інших факторів. Слід також зазначити, що метеорологічні умови, що складаються під час вегетації культури, в значній мірі визначають ефективність того чи іншого агроприйому [4, 7, 5]. Отримані результати досліджень багатьох науковців щодо сучасних технологій вирощування гороху спрямовані на максимальну реалізацію біологічного потенціалу культури, якої неможливо досягти без урахування метеорологічних умов конкретного регіону, які відіграють важливе значення, а також без застосування мінеральних добрив, нових сортів, інокуляції насіння, захисту рослин, проте ці питання потребують додаткового вивчення,

оскільки умови вирощування цієї культури постійно змінюються і зростає кількість та різноманітність добрив, сортів, сучасних потужних препаратів для захисту рослин з врахуванням потреби культури [1, 2].

Один з перших агроекологів Дж. Ацці вважав, що врожай є похідною двох компонентів: продуктивності й стійкості. Він акумулює дію всіх факторів, що впливають на рослину під час росту й розвитку.

Тому екологічне випробування сортів зернобобових культур за різних погодних умов вирощування дозволяє прогнозувати генетично обумовлений ступінь стабільності врожайності. Так, інтенсивним прийнято вважати сорт, який за оптимальних умов вирощування кожного року за врожайністю посідає перше місце серед тих, що досліджуються; пластичним — сорт, який посідає перше місце за середнім урожаєм з урахуванням усіх років випробування; стабільним — сорт із найменшою різницею між максимальним і мінімальним урожаєм, залежно від років вирощування.

Були побудовані графіки залежності урожайності від середньообластних запасів продуктивної ваги на дату періоду сівба – сходи (рис. 4.1). Як видно з рис. 4.1 зв'язок слабкий, однак простежується той факт, що якщо при сході запаси продуктивної вологи були вище 20 мм, то урожай збільшується. У Черкаській області запаси продуктивної вологи на весну не грають істотної ролі у формуванні урожаю, так як їх значення на дату сходів практично завжди в межах оптимуму.

Також було побудовано та проаналізовано графік зав'язку врожаїв гороху з середньою температурою за період від сівби до сходів. Чіткої залежності не просліджується, але можна сказати, що при зниженні температури повітря в період сходів до 6 -9°C врожай зменшується. Найвищий врожай отримується при середній температурі за період від 9 до 13°C (рис. 4.2).

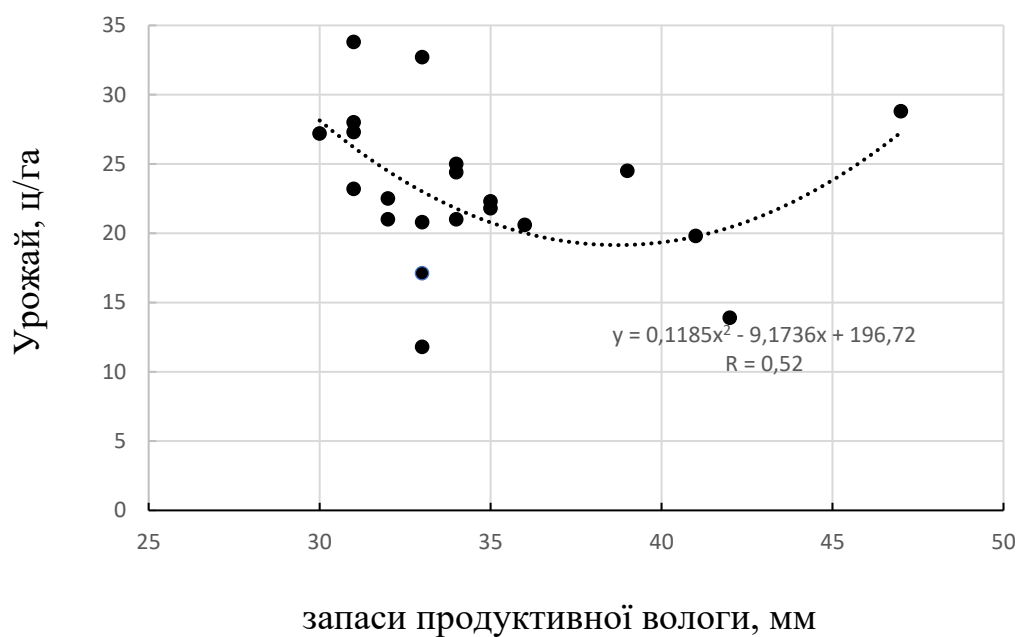


Рисунок 4.1 – Залежність урожаїв гороху в Черкаська області від середніх запасів продуктивної вологи за період від сівби до сходів

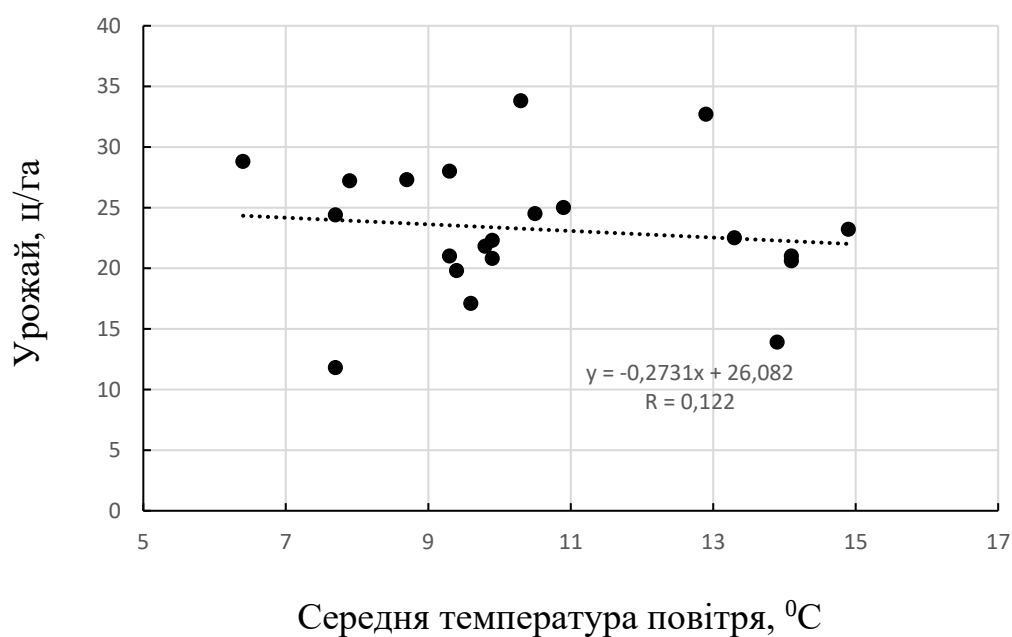


Рисунок 4.2 – Залежність урожаїв гороху в Черкаська області від середньої температури повітря за період від сівби до сходів

Був побудований і проаналізований графік залежності врожаїв гороху від середньої температури повітря за період від сходів до утворення суцвіть (рис. 4.3). Як видно із рис. 4.3 залежність врожаю гороху від середньої

температури повітря за період від сходів до утворення суцвіть від сум температур тісна, тіснота зв'язку характеризується не високим коефіцієнтом кореляції – 0,52. При середніх температурах повітря, які коливаються від 11 до 19⁰С формуються врожайності від 11 до 34 ц/га.

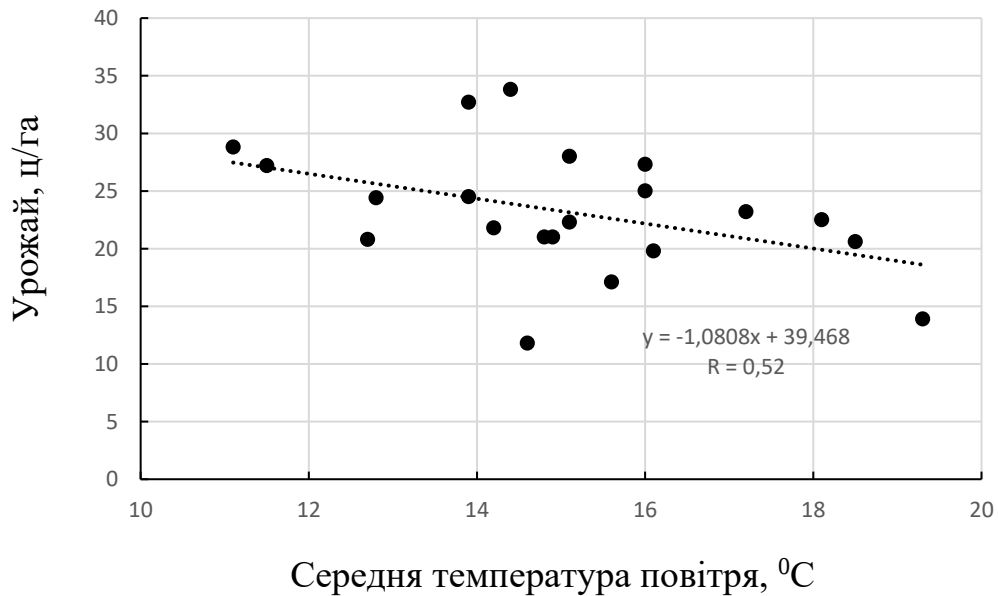


Рисунок 4.3 – Залежність урожаїв гороху в Черкаська області від середньої температури повітря за період від сходів до утворення суцвіть

Протягом вегетаційного періоду у рослин готується основа для репродуктивного періоду. Чим більша площа сформованих листків, тим краще при сприятливих умовах асиміляції розвиваються генеративні органи.

Встановлено, що однією з найбільш інформативних характеристик посівів є висота рослин. Залежність урожаю (Y) гороху від висоти (H) рослин (рис. 4.4) у фазу масового колосіння описується рівнянням

$$y = -0,0091 H^2 + 1,257 H - 16,063 \quad (4.1)$$

і характеризується значенням коефіцієнта кореляції $r = 0.74$

Ріст стебла після утворення суцвіть здійснюється почерговим подовженням міжвузлів. Чим довші ці міжвузля, тим вищим буде врожай надземної маси і зерна, і навпаки. Аналізуючи рис. 4.4 видно, що

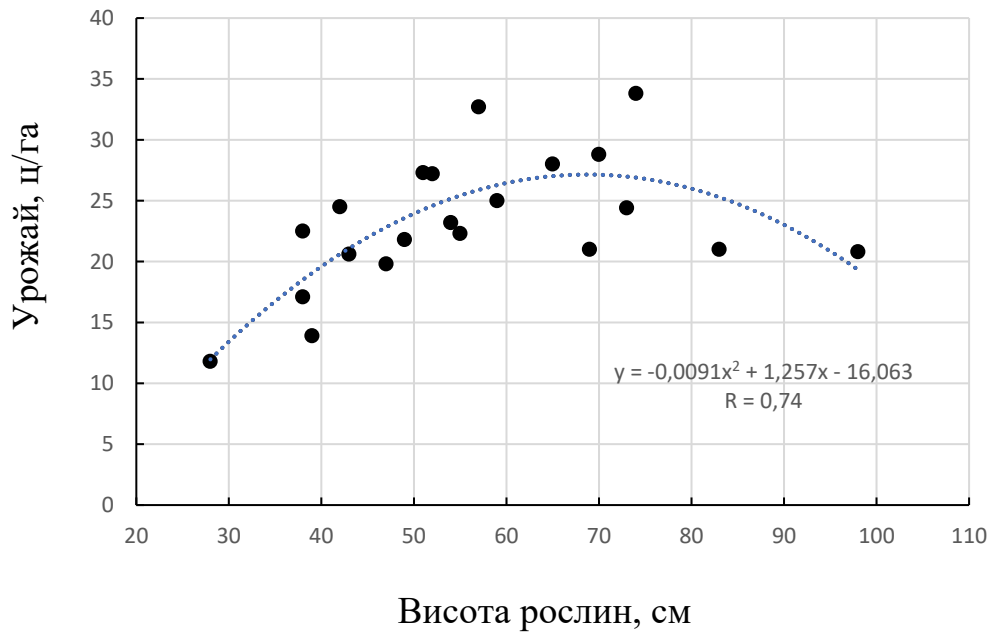


Рисунок 4.4 – Залежність урожаїв гороху в Черкаська області від висоти рослин на початок цвітіння

максимальний урожай було отримано при висоті гороху 57 – 74 см. При більших і менших значеннях висоти урожайність культури знижувався табл. 4.7. Низьким врожаям (11 -17 ц/га) відповідають посіви з висотою 28 - 40 см. Коли при оптимальній висоті рослин були отримані низькі врожаї гороху, це пояснити можна аномальними умовами погоди конкретного року. Прикладом може бути 2003 рік, що характеризувався сильною посухою в травні місяці. Рослини, які мають висоту 75 – 80 см, зі слабкою соломиною схильні до полягання через навантаження або через сильні вітри, або сильні опади.

Другою фотометричною характеристикою, що суттєво впливає на врожай гороху, є густота посіву. Залежність урожаю (у) гороху від густоти посіву (N) на 1 кв.м рис. 4.5 у фазу початок цвітіння описується рівнянням

$$y = -0,0012 N^2 + 0,3966 N - 9,3028 \quad (4.2)$$

і коефіцієнтом кореляції $r = 0.425$. В цій залежності враховані стебла з формування бобів. Високі врожаї гороху були зібрані по області, коли

Таблиця 4.7 - Висота і густота стояння рослин гороху в Черкаській області

РІК	Висота рослин, см				Густота посіву на 1 м ²	
	3-й справжній листок	утворення суцвіть	початок цвітіння	кінець цвітіння	3-й справжній листок	початок цвітіння
2000	5	56	69	87	175	175
2001	6	65	98	137	151	151
2002	8	65	83	150	125	125
2003	8	35	39	50	96	96
2004	4	40	73	84	179	179
2005	6	55	74	76	159	159
2006	5	37	49	52	169	169
2007	4	21	28	31	179	179
2008	7	39	42	69	116	116
2009	4	33	55	59	136	136
2010	4	38	47	52	164	164
2011	6	17	38	38	257	257
2012	6	33	43	-	139	139
2013	7	38	38	72	165	165
2014	5	31	52	-	164	164
2015	8	31	59	60	161	161
2016	7	41	57	67	175	175
2017	5	51	65	65	175	175
2018	4	21	54	54	132	132
2019	7	36	51	77	161	161
2020	4	42	70	120	129	129

густина стояння рослин на 1 кв.м складала 159 – 180 рослин. Їх величина сягала 28 – 34 ц/га. Найбільш низькі врожаї від 11 до 17 ц/га виходять при зріджених посівах 96- 130 рослин на квадратний метр (рис. 4.5).

Густота рослин суттєво впливає на масу та висоту рослин, структуру врожаю, строки фенологічних фаз та продуктивність фотосинтезу. В одних випадках підвищені норми висіву позитивно впливають на врожайність, а в інших урожайність суттєво не змінюється при різних нормах висіву. Збільшуючи або зменшуючи площу живлення, можна підвищити ефективність мінеральних добрив.

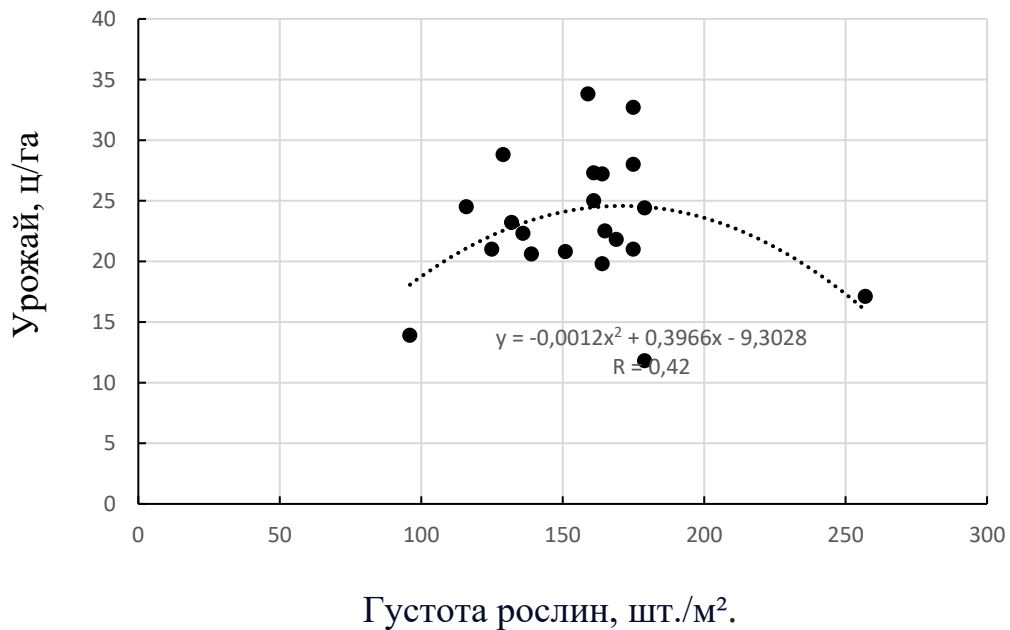


Рисунок 4.5 – Залежність урожаїв гороху в Черкаська області від густоти рослин на початок цвітіння

У надто загушених посівах прискорюється опоживання елементів живлення, особливо азоту. Рослини взаємно затінюють одна одну, стебла надмірно розростаються, асиміляційна здатність рослин знижується і, відповідно, зменшується кількість плодоносних вузлів, бобів і насіння. Тут суттєво знижується маса 1000 насінин, що негативно позначається як на урожайності гороху, так і на якості насіння [1, с. 114; 3, с. 56].

Оптимальна густота рослин і забезпечення елементами живлення є найважливішими умовами, від яких залежить продуктивність посівів.

Густота стояння рослин гороху впливає на поширення корневих гнилей, несправжньої борошнистої роси, аскохітозу, сірої та білої гнилей – у разі загушення посівів кількість хвороб може збільшуватися.

Кореляційний аналіз дозволив відокремити агрометеорологічні фактори, які найбільш суттєво впливають на формування врожаю. Були розраховані багатофакторні рівняння залежності врожайності гороху від комплексу агрометеорологічних факторів в різні періоди розвитку.

На період утворення суцвіть кінець цвітіння було отримано багатофакторне рівняння залежності врожаю гороху від тривалості періоду (n), суми опадів (R) та висоти рослин (h) :

$$Y = 0.215 n - 0.39h - 0.07r + 11.9 \quad (4.3)$$

$$r = 0.48$$

Також було розраховане рівняння залежності урожаїв гороху від середніх запасів вологи (W) в шарі 0-20 см за період сівба – сходи, висоти росли на фазу початок цвітіння (h) та середньої температури повітря за період утворення суцвіть до цвітіння (t):

$$Y = 0,161 h - 0,63 W - 0,70 t + 62,47 \quad (4.4)$$

Коефіцієнт кореляції зв'язку $r = 0,70$

Отриманні рівняння можуть використовуватися для уточнення прогнозу середнього по області врожаю.

ВИСНОВКИ

На основі обробки та аналізу матеріалів багаторічних спостережень за урожайністю гороху по Черкаській області та метеорологічними умовами за період з 2000 по 2023 рр. можна зробити наступні висновки:

1. Вивчено фізико-географічні особливості території, по якій велися дослідження.

2. Вивчено біологічні особливості гороху і його вимоги до умов навколишнього середовища. Ця культура не є стійкою до посушливих умов вирощування. Однак її вирощують і у відносно посушливих умовах, завдяки доволі глибокій добре розвиненій кореневій системі.

У зв'язку з тим, що горох відрізняється холодостійкістю, скоростиглістю та маловибагливістю до ґрунтів, у нашій країні його обробляють майже повсюдно. 3. Ознайомлено зі статистичними методами обробки матеріалу, зі структурою моделі, яка застосовується для оцінки агрометеорологічних умов.

4. Виконано кількісну оцінку агрометеорологічних показників за різні періоди вегетації гороху. Умови періоду сходи – досягання протягом всього досліджуваного періоду були сприятливими.

5. Середня температура повітря в Черкаській області за період від сходів до утворення суцвіття складала 11-19 °С, від утворення суцвіття до кінця цвітіння коливається від 15 до 22 °С, від кінця цвітіння до досягання – від 18 до 23 °С.

6. Запаси продуктивної вологи на дату посівів за досліджений період можна оцінити як добрі. На період утворення суцвіття – кінець цвітіння запаси вологи в продуктивному шарі ґрунту в 20 % років можна вважати добрими, 65 % років можна вважати задовільними в межах 66 – 88 мм, а 15 % з незадовільними. На дату кінець цвітіння запаси продуктивної вологи зменшуються і також оцінюються як задовільні в 60 % років

7. По методу гармонійних вагів розраховано тренд урожайності гороху в Черкаській області за період 2020 – 2023 рр. Лінія тренду низхідна, що вказує на збільшення урожаїв. Розраховано коефіцієнт сприятливості клімату за кожний рік. В 42 % років були несприятливі метеорологічні умови для зростання гороху і формування його урожайності, а в 58 % років – сприятливі.

8. Середня урожайність гороху в Черкаській області складає 23,4 ц/га та коливається в межах від 11 до 34 ц/га. Відхилення урожайності гороху від лінії тренду складає ± 13 ц/га.

9. Урожайність гороху в Черкаській області залежить від: термінів посіву, запасів продуктивної вологи в орному шарі на момент посіву, умов вологозабезпеченості і температурного режиму посівів під час утворення суцвіть і цвітіння, стану ґрунту і сортових особливостей .

10. Спостерігається зв'язок урожаю гороху з тривалістю всіх періодів та висотою і густотою рослин.

11. Отримані багатофакторні статистичні залежності урожайності гороху від агрометеорологічних показників і числа продуктивних стебел. Залежність характеризується коефіцієнтом регресії від 0,48 до 0,70.

12. В цілому агрометеорологічні умови сприятливі для вирощування і отримання високих врожаїв гороху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник по Черкаській області : (1986–2005 рр). М-во надзвичайних ситуацій України. Черкаси. 2012. 204 с.
2. Адаменко Т.І. Агрокліматичний довідник по території України. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіда, А.Л. Прокопенко, Кам'янець-Подільський. 2011. 107 с.
3. Безуглий І. М., Василенко А. О. Динаміка росту та стійкість до вилягання в онтогенезі детермінантних сортів гороху. Селекція і насінництво. 2001. Вип. 85. С. 115–121.
4. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: підручник / В.Д. Паламарчук та ін. ІВінниця, 2013. 724 с.
5. Вовченко А. М., Пономаренко М. І., Власова Н. А., Кисіль В. І. Порівняльна продуктивність сортів гороху та придатність їх до збирання прямим комбайнуванням. Агроном. 2007. № 3. С. 86– 87.
6. Глибокий О. М., Авраменко С. В., Попов С. І. Формування продуктивності сортів гороху залежно від умов вирощування в східному лісостепу України. Генетичні ресурси рослин. 2021. № 29. С. 113-122. DOI:10.36814/pgr.2021.29.11. С. 36-45.
7. Дворецька С.П., Рябокінь Т.М., Каражбей Т.В. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2016. № 1.
8. Дідур І. М., Захарчук В. В. Вплив елементів технології вирощування на врожайні показники зерна гороху. Сільське господарство та лісівництво. 2016. № 4. С. 55-61.
9. Зінченко О.І., Коротєєв А.В., Каленська С.М. Рослинництво / за ред. О.І. Зінченка. Практикум. Вінниця: Нова Книга. 2008. 536 с.
10. Зуза В. Горох без бур'янів. Farmer. 2016. Березень. С. 100 -102.

11. Іщенко В.А., Томашина Г.П., Темченко А.М. Поширеність гороху та ефективність елементів його вирощування в умовах північного Степу. Вісник Степу. 2013. Вип. 10. С. 49-53.
12. Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Костина Т. П. Вплив погодних умов та системи удобрення на формування продуктивності сортів гороху. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН». 2012. Вип. 3-4. С. 82-90.
13. Камінський В. Ф., Сокирко Д. П., Гангур В. В. Вплив технологічних прийомів на формування продуктивності гороху в умовах Лівобережного Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. 2021. Вип. 117. С. 73-79. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.10>
14. Кириченко В.В., Огурцов Ю.Є., Костромітін В.М. [та ін.] Технологія вирощування гороху : навч. посіб.; під ред. В. В. Кириченка. Харків: Магда LTD, 2011. 99 с.
15. Коблай С. В. Адаптивний потенціал різних за морфотипом сортів гороху в умовах Півдня України. Селекція і насінництво. 2016. № 110. С. 82-90.
16. Козев В. І. Успадкування типу листя і продуктивності в різних генотипів гороху Селекція і насінництво 2014 № 106. С.57-63.
17. Мостовенко В.В. Вивчення густоти стояння рослин та тривалості вегетаційного періоду гороху овочевого залежно від технологічних прийомів вирощування. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 17 (2). С. 235- 245.
18. Побережна А. А. Еколого-економічні проблеми світового виробництва зернобобових культур для підвищення білкових ресурсів. Селекція і насінництво. Харків, 2005. Вип. 90. С. 66–74.
19. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса : ТЕС. 2012. 612 с.
20. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум із сільськогосподарської метеорології. Одеса, 2002. 400 с.

21. Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур : навч. посібник / за ред. Н.А. Білоножка. Вища школа, 1990. 292 с.
22. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Українські технології, 2006. 730 с.
23. Рослинництво: Підручник для студентів агрономічних спец. вузів III - IV рівнів акред / О.І.Зінченко, В.Н.Салатенко, М.А.Білоножка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591с.
24. Рябокінь Т.М., Дворецька С.П., Єфіменко Г.М. Продуктивність сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування. Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області : наук.- виробн. зб. НААН України, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, Центр наук. забезп. АПВ Харків. обл. Харків : Магда LTD, 2014. Вип. 16. С. 212-217.
25. Ушкаренко В.О. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант. 2008. 272 с.
26. Хухлаєв І. І., Колесникова С. В. Новий високотехнологічний сорт гороху Світ. Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. Дніпропетровськ, 2008. № 35. С. 80–83.
27. Чекригін П. М. Результати і перспективи селекції безлисточкових (вусатих) сортів в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Селекція і насінництво. 2003. Вип. 87. С. 42–48.
28. Шульга М.С. Горох, Київ : Урожай. 1971. 139 с.