

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет магістерської підготовки
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Агроекологічна оцінка умов вирощування сталих**
урожаїв гречки в Вінницькій області

Виконав студент 2 курсу групи МАЕ-19
Спеціальність 101 «Екологія»,
(шифр і назва)

Освітня програма «Агроекологія»
(назва)

Потапчук Олександр Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., доцент
Вольвач Оксана Василівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

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

Рецензент к.геогр.н., доцент
Волошина Олена Вікторівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Одеса 2020 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки
Кафедра агрометеорології та агроекології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 «Екологія»
(шифр і назва)
Освітня програма Агроекологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агрометеорології та агроекології
Польовий А.М.
« 26 » жовтня 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Потапчуку Олександр Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Агроекологічна оцінка умов вирощування сталих
урожаїв гречки в Вінницькій області
керівник роботи Вольвач Оксана Василівна, к.геогр.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 16 » жовтня 2020 року № 194 «С»

2. Строк подання студентом роботи 07 грудня 2020 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Метеорологічна та агрометеорологічна
інформація гідрометеорологічної мережі Вінницької області: середньодадні
температури, суми опадів за декаду, середньодадній дефіцит вологості
повітря, запаси продуктивної вологості у ґрунті у метровому та орному шарах
ґрунту під гречкою, а також дані про фенологію гречки за період 2004-2018 рр.
2. Часові ряди середньобласної урожайності гречки з 1998 по 2017 рр.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вивчити фізико-географічні та агрокліматичні особливості
території Вінницької області; визначити показники агроекологічних умов
чотирьох міжфазних періодів гречки та вегетаційного періоду у цілому для
території Вінницької області. Провести уточнення біологічного мінімуму для
кожного міжфазного періоду, визначити залежності тривалості періодів від
середніх температур. Провести аналіз динаміки урожайності гречки за
допомогою методу гармонійних зважувань. Проаналізувати кліматичну
складову урожаїв. Провести ймовірнісний аналіз урожайності. Розрахувати
норми внесення мінеральних добрив для отримання високих урожаїв гречки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Графіки зв'язку тривалості міжфазних періодів гречки та відповідних сум температур, графіки залежності тривалості міжфазних періодів від середньої температури за період; графік динаміки урожайності та лінія тренду, графік відхилень урожайності від лінії тренду; ймовірнісна крива урожайності гречки.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання. Формування бази даних для виконання магістерської роботи. Оформлення текстової частини першого та другого розділів магістерської роботи.	26.10.2020 р. - 05.11.2020 р.	90	5 (відмінно)
2	Проведення аналізу динаміки урожайності гречки за методом гармонійних зважувань. Проведення ймовірнісного аналізу урожайності. Написання третього розділу кваліфікаційної роботи.	06.11.2020 р. - 10.11.2020 р.	90	5 (відмінно)
3	Розрахунок показників агроекологічних умов міжфазних періодів гречки та вегетаційного періоду у цілому. Уточнення біологічного мінімуму по міжфазним періодам.	11.11.2020 р. - 15.11.2020 р.	90	5 (відмінно)
	Рубіжна атестація	16.11.2020 р. - 21.11.2020 р.	90	5 (відмінно)
4	Визначення залежностей тривалості міжфазних періодів від середніх температур. Розрахунок норм внесення мінеральних добрив.	22.11.2020 р. - 29.11.2020 р.	90	5 (відмінно)
5	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	30.11.2020 р. - 07.12.2020 р.	90	5 (відмінно)
	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.			
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студент

 (підпис) Потапчук О.М.
 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Вольвач О.В.
 (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Потапчук О.М. Агроекологічна оцінка умов вирощування сталих урожаїв гречки в Вінницькій області

Актуальність обраної теми зумовлена тим, що сучасні урожаї гречки є невеликими і не відповідають потенційним можливостям культури. Тому для отримання високих урожаїв слід визначити наскільки агроекологічні умови території вирощування відповідають вимогам культури.

Тому необхідне детальне вивчення агроекологічних умов вирощування гречки з метою їх раціонального використання і отримання високих і стійких урожаїв культури.

Метою даного дослідження є аналіз агроекологічних умов окремих міжфазних періодів і вегетаційного періоду гречки у цілому на прикладі Вінницької області.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні *завдання*:

- проаналізувати динаміку урожайності гречки за останні двадцять років;
- визначити ймовірність отримання урожаїв гречки різних величин;
- розрахувати основні агроекологічні показники як міжфазних періодів, так і вегетаційного періоду гречки;

- визначити зв'язки між тривалістю окремих періодів і відповідними термічними показниками;

- розрахувати норми внесення мінеральних добрив під посіви гречки.

Об'єкт дослідження – посіви гречки у Вінницькій області.

Предмет дослідження – умови отримання високих і стійких урожаїв гречки.

Метод дослідження – статистичні методи: регресійний аналіз, метод гармонійних вагів для дослідження динаміки урожайності, ймовірнісний метод

Вперше: встановлені сучасні агроекологічні показники по міжфазних періодах гречки та за весь вегетаційний період, розраховані норми внесення мінеральних добрив для отримання урожаїв гречки порядку 20 ц/га, що є досить реалістичним для Вінницької області.

Отримані результати можуть бути використані при виконанні комплексної оцінки агроекологічних ресурсів стосовно вирощування гречки і отримання високих урожаїв

Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг роботи становить 73 сторінки, 12 рисунків, 15 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 35 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: гречка, урожайність, міжфазний період, біологічний мінімум, вологозабезпеченість, мінеральні добрива.

SUMMARY

Potapchuk O.M Agroecological assessment of growing conditions for sustainable yields of buckwheat in Vinnitsa region

The relevance of the chosen topic is due to the fact that modern buckwheat crops are small and do not meet the potential of the culture. Therefore, to obtain high yields, it is necessary to determine how agroecological conditions of the growing area meet the requirements of the culture. Therefore, a detailed study of agroecological conditions for growing buckwheat is necessary in order to rationally use them and obtain high and sustainable yields.

The purpose of this study is to analyze the agroecological conditions of individual interphase periods and the growing season of buckwheat as a whole on the example of Vinnitsa region.

To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks:

- analyze the dynamics of buckwheat yields over the past twenty years;
- to determine the probability of obtaining buckwheat yields of different sizes;
- to calculate the main agroecological indicators of both interphase periods and buckwheat growing season;
- to determine the relationship between the duration of individual periods and the corresponding thermal indicators;
- calculate the rates of application of mineral fertilizers for buckwheat crops.

The object of research is buckwheat crops in Vinnitsa region.

The subject of research - the conditions for obtaining high and stable yields of buckwheat.

Research method - statistical methods: regression analysis, method of harmonic scales for research of dynamics of productivity, probabilistic method

For the first time: modern agroecological indicators for interphase periods of buckwheat and for the whole vegetation period have been established, norms of mineral fertilizers application for buckwheat yields of about 20 c/ha have been calculated, which is quite realistic for Vinnitsa region.

The obtained results can be used in performing a comprehensive assessment of agro-environmental resources in relation to the cultivation of buckwheat and high yields.

The work consists of an introduction, 4 sections, conclusions, a list of sources used, appendices. The total volume of work is 73 pages, 12 figures, 15 tables. The list of used literature sources contains 35 titles.

KEY WORDS: buckwheat, yield, interphase period, biological minimum, moisture supply, mineral fertilizers.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
1.1 Фізико-географічна характеристика.....	8
1.2 Кліматичні умови.....	10
2 ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ ТА АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГРЕЧКИ.....	14
2.1 Народногосподарське значення гречки.....	14
2.2 Агроекологічна характеристика гречки.....	18
2.2.1 Ботанічні та морфологічні особливості гречки.....	18
2.2.2 Вимоги гречки до тепла.....	20
2.2.3 Вимоги гречки до вологи.....	21
2.2.4 Вимоги гречки до світла.....	23
2.2.5 Вимоги гречки до ґрунтів і мінерального живлення.....	24
2.2.6 Сучасні сорти гречки.....	25
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ УРОЖАЙНОСТІ ГРЕЧКИ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	26
3.1 Дослідження динаміки урожайності.....	26
3.2 Дослідження кліматичної складової урожайності гречки.....	29
3.3 Ймовірнісна оцінка урожаїв гречки.....	33
4 АГРОЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	36
4.1 Агроекологічні умови вирощування гречки у період сівба-сходи....	37
4.2 Агроекологічні умови росту та розвитку гречки у період сходи – утворення суцвіть.....	44
4.3 Агроекологічні умови росту та розвитку гречки у період утворення суцвіть – цвітіння.....	51
4.4 Агроекологічні умови росту та розвитку гречки у період цвітіння – дозрівання.....	56
4.4 Характеристика агроекологічних умов вегетаційного періоду гречки	62
4.5 Агроекологічне обґрунтування оптимізації мінерального живлення посівів гречки.....	65
ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	73
ДОДАТКИ.....	76

ВСТУП

Гречка цінною круп'яною і медоносною культурою, що має важливе агротехнічне, харчове, медичне значення. У крупі гречки містяться важливі для організму людини білки, вітаміни, амінокислоти. Відходи від очищення насіння та зелена маса гречки широко використовується в тваринництві та птахівництві. Стійка до окислення олія, що міститься у зерні, дозволяє тривалий час зберігати крупи.

У світовому землеробстві гречка вирощується протягом 2 тис. років. Ця культура походить з Гімалайських гір, звідти вона поступово поширилася в Східний Сибір, на Далекий Схід – Монголію, Китай, Корею та Індію. В Європі гречка є досить молодого культурою. Татари та казахи називали гречку “чорна гречка” або “арабська гречка”, що пов’язано з темним кольором її плодів і продуктів харчування, які виготовляють з неї [1].

Посівні площі гречки в світі становлять близько 3,2 млн га. Лідером за посівними площами гречки є Росія (близько 30-35% світової площі). У 2013 і 2014 рр. посівна площа під цією культурою в Росії становила відповідно 1,1 і 1,0 млн га. На значних площах гречку висівають в Китаї, Україні, країнах ЄС, США, Канаді, Японії та Індії [1].

На жаль, за останні роки в Україні відмічається негативна тенденція зменшення виробництва зерна гречки: з 573,5 тис. га у 2000 р. (валовий збір зерна – 480,6 тис. т) до 124 тис. га – у 2014 р. (валовий збір зерна – 141 тис. т). Оскільки щорічні потреби зерна гречки в Україні становлять 160-180 тис. т, то країна вимушена імпортувати близько 20-30 тис. т зерна цієї культури [1].

В Україні гречка вирощується переважно на Поліссі і частково в Лісостепу. Урожайність гречки набагато менша за урожайність інших зернових культур. Найвища врожайність в Україні була в 1990 р. - всього 11,6 ц/га, пізніше врожайність знизилась до 6,8 ц/га (2002 р.). Проте передовий досвід і виробнича практика свідчать про те, що при застосуванні науково обґрунтованої агротехніки з врахуванням специфічних біологічних вимог до

факторів навколишнього середовища гречка спроможна давати врожай зерна до 30-40 ц/га [1].

Метою даної кваліфікаційної магістерської роботи є дослідження агроекологічних умов вирощування гречки на території Вінницької області та динаміки урожайності культури протягом останніх років з метою визначення факторів, що впливають на її продуктивність.

Для цього були вирішені наступні задачі:

1. Оцінити динаміку урожайності гречки на території Вінницької області за допомогою методу гармонійних вагів.
2. Проаналізувати кліматичну складову урожайності гречки.
3. Оцінити сумарну ймовірність урожаїв гречки відносно середньобаторічних значень.
4. Проаналізувати агроекологічні умови вирощування гречки за окремими міжфазними періодами: сівба-сходи, сходи – утворення суцвіть, утворення суцвіть-цвітіння і цвітіння-дозрівання. Уточнити за допомогою статистичних методів значення біологічних мінімумів за кожний міжфазний період. Виявити залежності тривалості міжфазних періодів від середніх за період температур.
5. Проаналізувати агроекологічні умови вегетаційного періоду гречки у цілому: показники водного та термічного режимів, умови вологозабезпеченості, посушливі умови.
6. Розрахувати норми добрив для отримання високих урожаїв гречки у Вінницькій області.

Були використані багаторічні дані про середньообласну урожайність за 1998-2017 рр., середні метеорологічні, агрометеорологічні та фенологічні дані спостережень за гречкою по мережі гідрометстанцій Вінницької області за 2004-2018 рр., а також відомості щодо агрохімічних показників якості ґрунтів.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Фізико-географічна характеристика

Вінницька область – одна з областей зони Лісостепу України. Вона розташована на правобережжі Дніпра в межах Придніпровської та Подільської височин. На 1 січня 2018 р. територія області становить 26517,6 км².

Річкою Південний Буг територія області ділиться на дві частини: лівобережна відноситься до Придніпровської височини, а правобережна – до Подільського плато. Поверхня Вінниччини - підвищене плато, що знижується в напрямі з північного заходу на південний схід.

Більша частина території Вінницької області розташована в межах Українського кристалічного щита. У центральній частині області з північно-західного на південно-східний напрямок протікає р. Південний Буг, по південно-західній межі області тече р. Дністер. На території області протікають 204 річки завдовжки понад 10 км кожна. Пересічна густота річкової мережі становить 0,38 км/км² [2].

В межах області 56 водосховищ, загальною площею водного дзеркала 11167 га, 5356 ставків загальною площею водного дзеркала біля 30,0 тис.га.

Річки і водойми використовують для рибництва, промислового і комунального водопостачання, зрошення земель. Велика кількість ставків є потенційною загрозою підтоплення населених пунктів та ланів у паводковий період, а також може з'явитися причиною катастрофічних затоплень у випадку зруйнування гребель та дамб, особливо від Ладизинської ДРЕС та Дністровського гідрокаскаду [2].

За даними щорічної Доповіді про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області за 2017 рік, земельний фонд області складає 2649,29 тис. га. Дві третини (2014,5 тис. га) території зайнята

сільськогосподарськими землями, під лісами та іншими лісовкритими площами – 14,3%, забудовані землі займають 4,1%, болота – 1,1%, інші землі (господарські двори, дороги, піски, яри, кам'яністі місця тощо) – 2,81% [2].

На Вінниччині поширені лісостепові ландшафти. В лісах переважають широколистяні породи дерев: граб, клен, липа, дуб, ясен. Трав'яниста рослинність характеризується великою різноманітністю. Лише диких рослин нараховується біля тисячі видів [2].

Подільське плато займає більшу частину області. Воно продовжується далі на захід на території Хмельницької і Тернопільської областей. Зниження в рельєфі, по якому течуть ріки Снівода, Соб і Південний Буг, відокремлює Подільське плато від Придніпровської височини, частина якої заходить на територію області. Максимальна висота – 384 м над рівнем моря. Поблизу села Степашки (Барський район) окрема ділянка плато має відмітку 382 м.

Взагалі плато не становить суцільної рівної поверхні і дуже порізане долинами численних невеликих річок та ярами. Низовин в межах області немає. Є окремі рівні ділянки території, що лежать нижче навколишньої місцевості. На північному заході області, між Південним Бугом і його притокою Згаром, лежить дуже заболочена Летичівська низина, її абсолютні висоти не перевищують 300 м [3].

Сучасна структура земельного фонду Вінницької області формувалася протягом тривалого періоду під впливом різноманітних чинників. Рівнинність поверхні, сприятливі природно-кліматичні умови, давнє господарське освоєння досліджуваної території спричинили докорінне перетворення довкілля [4].

Сільськогосподарська освоєність території Вінницької області є дуже високою – 76,0% від загальної площі області. Розораність складає 65,1%. У структурі сільськогосподарського землекористування області переважає рілля – 1725,5 тис.га, багаторічні насадження займають площу 51,4 тис.га, пасовища і сіножаті – 236,3 тис.га.

Ґрунти Вінниччини по родючості розміщуються від ґрунтів високої родючості (добрі землі) до ґрунтів низької якості (малоцінні землі) по загальній класифікації ґрунтів і земель України. Основні ґрунти області це чорноземи (50,1% площі сільськогосподарських угідь) та сірі лісові (майже 33%) [2].

Середній показник вмісту гумусу по області складає 2,69%, що є досить низьким показником. Це пов'язано з тим, що внесення органічних добрив в області є критичним. Ґрунтів з вмістом гумусу нижче критичного рівня в області нараховується 523,7 тис. га, що складає 41,4 % [2]. Треба відзначити, що катастрофічне зменшення у ґрунтах регіону вмісту гумусу відбувається постійно. Наприклад, за період 1995-2008 рр. ця величина знизилася на 0,06% і у 2009 р. становила 2,7% [5]. Тобто зменшення рівня ґрунтової родючості продовжується.

В області виробляється вагома частка загально-державного обсягу основних сільськогосподарських культур. При чому, якщо за площею землекористування область займає в Україні 12-е місце, то за обсягами виробництва продукції рослинництва ключові позиції. Так, перше місце серед регіонів країни за 2017 рік зайнято по виробництву зернових та зернобобових культур, цукрових буряків, картоплі, плодів і ягід [2].

1.2 Кліматичні умови

Клімат області – помірно-континентальний. За своїм географічним розташуванням територія області знаходиться у сфері впливу насичених вологою атлантичних повітряних мас, та периферійної частини сибірського (азійського) антициклону, для якого характерні сухі холодні континентальні повітряні маси. На клімат впливають також повітряні маси з Арктики та Середземномор'я.

В літню пору переважають вологі вітри західного та північно-західного румбів, найбільший їх вплив спостерігається на північний захід від лінії

Моглів-Подільський – Гайсин. В холодну пору (жовтень – квітень) відчутний вплив (особливо на південний схід від цієї лінії) сибірського антициклону з вітрами південних та південно-східних румбів [2].

Середня температура січня: $-3,5^{\circ}\text{C}$, середня температура липня: $19,9^{\circ}\text{C}$. Середньорічні суми осадів на території області складають 440-590 мм. Найбільша кількість опадів буває на північному заході території Вінниччини. Максимум опадів припадає на травень – липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці, на холодну пору року припадає 25% опадів: в грудні-лютому випадає 65-80 мм опадів [2].

Зима характеризується тривалими й інтенсивними відлигами з підвищенням температури в окремі роки до $12-14^{\circ}\text{C}$. Характерною рисою термічного режиму взимку є порівняно невеликі зміни температури з місяця в місяць. Найбільше підвищення температури по всій зоні спостерігається в періоди березень-квітень та квітень-травень. Дальше підвищення температури протікає значно повільніше.

Літній період відзначається високими й сталими температурами без значних змін по території області. В найтеплішому місяці - липні - середня температура становить $19,9^{\circ}\text{C}$. Температура серпня відрізняється від температури липня на 1°C . Найінтенсивніші зниження температури відбуваються протягом жовтня-листопада.

Перехід температур через 0°C навесні спостерігається у кінці третьої декади лютого (27.02), а восени - у третій декаді листопада (25.11), отже, зимовий період у Вінницькій області триває близько 90 днів [3].

В агрокліматології початок та закінчення періоду із середньодобовою температурою повітря вище 5°C є ознакою початку та закінчення вегетаційного періоду. Для середньовимогливих до тепла культур початок та кінець вегетації визначається переходом температури через 10°C , а для теплолюбних культур – через 15°C .

Початок вегетаційного періоду у Вінницькій області спостерігається 31 березня, а його закінчення - 31 жовтня, тобто тривалість вегетаційного періоду

для невимогливих до тепла сільськогосподарських культур складає 214 днів. Період активної вегетації (період з температурами вище 10°C) триває в середньому по області 169 днів. Його початок спостерігається 19 квітня, а закінчення – 31 жовтня.

Перехід температур через 15°C навесні відзначається 18 травня, а восени – 7 вересня, тобто тривалість вегетаційного періоду для теплолюбних культур складає 111 днів [3, 6].

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації сільськогосподарських культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Вінницької області поділено на два агрокліматичних райони (рис.1.1, табл. 1.1): помірного теплозабезпечення та достатнього зволоження й достатнього теплозабезпечення та достатнього зволоження.

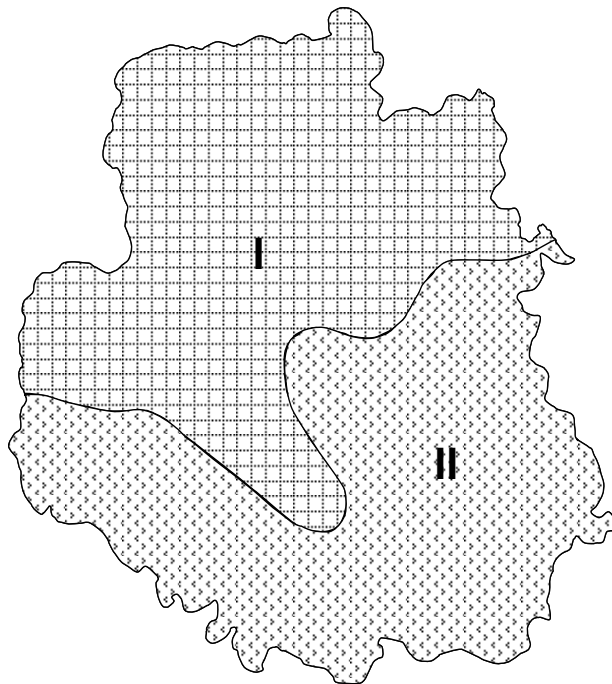


Рисунок 1.1 – Схема агрокліматичного районування території Вінницької області [3]

Таблиця 1.1 - Показники агрокліматичного районування області [3]

Агрокліматичний район	Показники агрокліматичних ресурсів за період активної вегетації сільськогосподарських культур		
	сума позитивних температур повітря вище 10 °С	кількість опадів, мм	гідротермічний коефіцієнт (ГТК)
I. Помірного теплозабезпечення, достатнього зволоження	2630 – 2780	430 – 480	1,3 – 1,5
II. Достатнього теплозабезпечення, достатнього зволоження	2780 – 2980	400 – 440	1,2 – 1,3

Тривалість беззаморозкового періоду в повітрі становить 173 дні. В південних районах Вінницької області останні весняні заморозки в повітрі в середньому припадають на другу декаду квітня. У повітрі перші осінні заморозки бувають у середньому в першій декаді жовтня. Проте в окремі роки останні весняні заморозки в повітрі спостерігаються навіть у другій половині травня, а перші осінні - у вересні [3, 6]. Взагалі клімат Вінниччини сприятливий для сільськогосподарського виробництва: тривале тепле та досить вологе літо, рання весна, суха осінь, зима с помірними морозами та значним сніговим покривом – все це позитивно впливає на ріст зернових, технічних та садових культур [2].

2 ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ ТА АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГРЕЧКИ

2.1 Народногосподарське значення гречки

Гречка – це одна з важливіших круп'яних культур. З зерна гречки виготовляють крупу – ядрицю, яка відзначається високими харчовими, поживними і дієтичними властивостями. Гречана крупа містить білок, жири, вуглеводи, а також солі заліза, кальцію, фосфору та інші живильні елементи, що необхідні для організму. Також до складу гречаної крупы входять важливі органічні кислоти – лимонна, малеїнова та щавлева. Ці кислоти сприяють кращій перетравності їжі та засвоєнню організмом поживних сполук. Також у крупі містяться вітаміни В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), РР (нікотинова кислота) та Р (рутин). Ці вітаміни відграють дуже важливу роль у фізіологічній діяльності організму людини.

Аналізуючи білок гречки, деякі автори [9, 10] відзначають, що за поживністю вони перевершують білки зернових злакових культур. Білковий комплекс зерна гречки наближається до білків молока та курячих яєць, які є найбільш збалансованими та цінними [9, 10]. Треба відзначити, що завдяки виведенню нових сортів гречки, за теперішнього часу вміст білків у крупі суттєво збільшився. Наприклад, у сімдесятих роках минулого століття у гречаній крупі містилося 10% білку, тоді як у пшоні -11,5%, а в перловці - 9% [7].

За сучасними даними в ядрах крупы гречки міститься 12,6% білків, що значно більше, ніж містять інші крупи і хліб (рис – 7,0%, пшоно – 12,0%, перлова крупа – 9,8 %, житній хліб – 5,0 %, пшеничний – 8,6%) [10]. За даними [11] вміст білка у зерні знаходиться у межах 10-15%, при середньому значенні 13,1%.

Цінність білків гречаної крупы зумовлюють різноманітні амінокислоти, яких за даними багатьох дослідників [12, 13] у зерні налічується 17. Також у

літературних джерелах зустрічаються відомості, що амінокислот у зерні міститься 18 [10]. Особливо важливі для організму людини триптофан, лізин та метіонін. Також гречка містить достатню кількість гістидину, що стимулює ріст і розвиток дітей. Завдяки високому вмісту цистеїну (300 мг/100 г гречаної крупи) гречка стійка проти радіоактивного опромінення [12]. Жири гречки стійкі до окислення, тому вона зберігається досить тривалий час, причому смакові властивості при зберіганні не погіршуються, що має важливе значення для створення продовольчих резервів [9].

Велике значення має гречка для тваринництва. На корм худобі дуже ефективно використовують гречані висівки, відходи від переробки зерна на крупу (полову), а також гречану соломку. Зерно гречки та відходи від його очищення із задоволенням з'їдають кури, індки і цесарки. М'ясо птиці, якій згодовували гречку, набуває більш високі смакові властивості [7].

Із зеленої маси виробляють силос. Процеси силосування значно покращуються завдяки значному вмісту вуглеводів [7, 11].

Гречана соломка за загальною поживністю рівноцінна соломі злакових, однак поступається їй за кормовими особливостями. У 100 г гречаної соломи міститься 2300 г перетравного протеїну, що відповідає 30 кормовим одиницям [8]. Але годівля тварин білої масті сухою та зеленою масою гречки може спричинити так званий гречаний сип або фагопіризм, що ушкоджує слизові оболонки та непігментовані ділянки шкіри. Цю хворобу спричиняє пігмент фагопірин, що міститься в квітках і в оболонках плодів гречки [12]. Цікаво, що тварини темної масті є стійкими до цього захворювання [7]. Тому згодовувати соломку та полову тваринам можна лише в невеликій кількості або в перемішку з іншими кормами [13].

Культура гречки у якості медоносної рослини сприяє розвитку бджільництва. В Житомирській, Чернігівській, Сумській областях розміщені її основні посіви, і тут гречаний мед переважає всі інші види. З одного гектару посіву гречки бджоли збирають сировину для вироблення 40–60 кг меду, а за сприятливих погодних умов і для вироблення 90–100 кг [7, 8, 10, 11, 13].

Найбільший зафіксований збір меду становив 259,8 кг/га [9]. Завдяки цінному хімічному складу гречаний мед широко використовують у парфумерній промисловості і косметиці у якості додаток при виробництві шампунів, кремів, мила, для виготовлення косметичних масок та інших товарів [9].

Симбіоз гречаних полів із пасіками приводить до суттєвих економічних вигід: з одного боку підвищується вихід меду, з другого – на 30-40% збільшується урожай гречки. Коли гречка масово цвіте, бджоли здебільшого летять на її посіви та мало відвідують інші квітучі рослини. Одночасно з медозбором бджоли активно запилюють квітки, чим підвищують її врожайність [9, 11].

Також гречка має важливе агротехнічне значення – вона є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур. Якщо гречка вирощується широкорядним способом, то перед сівбою проводять декілька прийомів передпосівного обробітку ґрунту. Завдяки розпушуванню міжрядь зменшується кількість бур'янів. Якщо гречку вирощують звичайним рядовим способом, вона створює дуже щільний покрив і бур'яни пригнічуються відсутністю світла. Культури, які розміщують у сівозміні після гречки, краще забезпечуються фосфором і калієм, на які багаті післяжнивні рештки гречки [11].

Завдяки відносно короткому вегетаційному періоду гречку можна висівати як поукісну культуру [1]. Скоростиглі сорти, вегетаційний період яких триває усього 60-65 днів, рекомендується також вирощувати на зайнятих парах (тобто як парозаймаючу культуру), рано звільняючи поля під посів озимих культур [9, 10].

Ще у середині XIX ст. гречку широко висівали у якості сидерату із подальшим заорюванням зеленої маси зеленої маси з високим вмістом калію, фосфору, магнію та інших цінних хімічних елементів під озими [7, 12]. Завдяки швидкому нарощуванню вегетативної маси гречка накопичує на фазу плодоношення до 40 т органічної речовини на гектарі. Вегетативна маса легко

подрібнюється та швидко розкладається в ґрунті, збільшуючи урожайність озимих культур [10].

Академік Д.М. Прянишников відзначав важливу біологічну властивість гречки: вона добре засвоює з ґрунту важкорозчинні сполуки фосфору і переводить їх в легкодоступну для рослин форму. Також гречка добре засвоює й сполуки калію та виносить їх в орний горизонт [7]. Тому після гречки наступним культурам залишається сприятливий фосфорно-калієвий фон та добре розпушений орний шар [10].

Завдяки досить пізнім строкам сівби та швидкостиглості гречку можна вдало використовувати у якості страхової культури, якою можна пересівати не тільки загиблі озимі, але й ярові культури [9].

Гречка краще за всі зернові культури очищує поле від бур'янів, при цьому дещо покращуються агрофізичні властивості ґрунту та активізуються фізико-хімічні та біохімічні процеси, що і ньому відбуваються [7].

Кореневі екsudати рослин гречки пригнічують гнилісну мікрофлору і покращують фітосанітарний стан орного шару. Також вони здатні знижувати токсичність алюмінію на кислих ґрунтах. Ґрунт після гречки залишається чистим від шкідників, також пригнічується розвиток таких коренепаросткових бур'янів як осот, пирій молочай та інші. Тому рекомендують практикувати її сівбу в рисових сівозмінах як фітомеліоративну культуру, яка очищує поля від хвороб і бур'янів. Це забезпечує підвищення врожайності рису на 0,5-0,7 т/га [12]. Також потужна листова поверхня посіву гречки вкриває поверхню ґрунту протягом всієї вегетації і захищає її від пересихання [10].

Останнім часом виріс інтерес до гречки як до важливої лікарської рослини. Завдяки високому вмісту рутина (група вітаміну Р) її використовують для зниження крихкості та проникності кровоносних судин, відновлення серцевої діяльності, лікування та профілактики атеросклерозу [10]. Також рутин рекомендовано для осіб, що працюють з радіоактивними

речовинами та рентгенівськими променями, тому що він усуває їх шкідливу дію [7].

Нажаль, всі ці цінні властивості гречки за теперішнього часу недооцінюються хліборобами. Між тим, вирощування гречки дозволяє підвищити рентабельність рослинництва завдяки високій господарській цінності, незначним витратам на виробництво та високим закупочними цінам [10].

2.2 Агроекологічна характеристика гречки

2.2.1 Ботанічні та морфологічні особливості гречки

Серед зернових культур лише гречка не належить до родини Gramineae (злакові). Вона належить до родини гречкових (Polygonaceae), роду гречаних (Fagopyrum). Сорти, які вирощують у нашій країні, належать до виду *F. Esculentum* (гречка посівна, звичайна). Зустрічається вид *Fagopyrum tataricum* – гречка татарська, дикоростуча однорічна рослина, яка засмічує посіви [7, 11].

Коренева система гречки стрижнева, проникає у ґрунт до максимальної глибини 0,7-1,0 м. Вона складається з головного кореня із досить довгими бічними розгалуженнями. За рахунок значного розгалуження і поширення у всіх напрямках коренева система гречки густо пронизує шар ґрунту на глибину до 50 см.

По відношенню до загальної маси рослини коренева система складає всього 10%, а до надземної - 30 %. За даними [7, 8] найбільшого розвитку коренева система досягає у шарі ґрунту 31-50 см, за даними [1] більша частина коренів розміщується в орному шарі ґрунту.

Ступінь розвитку кореневої системи визначається характером ґрунту, його механічним складом і найбільше – від ґрунтової родючості. З розвитком коренів пов'язаний і розвиток надземної частини рослини [7].

Стебло гречки прямостояче, багатогранне, з моноподіальним типом розгалуження. Висота стебла залежить від умов вирощування і коливається від

30-60 см у ранньостиглих сортів до 150 см у пізньостиглих. Розгалуження стебла залежить від способу сівби – за рядкового способу утворюється 2-3 гілки на рослині, за широкорядного – 11-12 гілок. Товщина стеблини становить 2-10 мм. З тіньового боку стебло має зелене забарвлення, з сонячного – червоно-буре, іноді фіолетове, завдяки наявності антоціану [1, 8].

Листки гречки в нижній частині рослини серцевидної форми, на довгих черешках, досить крупні (до 10 см). До верхньої частини рослини вони зменшуються, приймають стріловидну форму, черешок у них майже відсутній, тому вони називаються сидячими [1, 8]. Листки голі, як правило зелені, іноді приймають антоціанове червоно-буре забарвлення. У пізньостиглих сортів листків зазвичай більше, вони крупніші та соковитіші ніж у скоростиглих сортів. Однак, за високих температур вони швидше втрачають тургор та зав'ядають [7].

Квітки гречки білі, рожеві, іноді червоні, зібрані у суцвіття – китицю, а у верхній частині рослини – щиток, рідше напівзонтик. Квітки мають п'ять пелюсток і не мають чашечки. Кожна квітка містить одногнізду зав'язь з трьома приймочками та вісім тичинок. За нормальних умов на одній рослині формується від 500 до 1500-2000 квіток [1]. Гречка – ентомофільна рослина, іноді - анемофільна [11].

Плід гречки - тригранний горішок із прирощеним навколоплідником. Тверда плодова оболонка має різне забарвлення: світло-сіре, темно-коричневе, чорне. Внутрішня частина плода складається із зародкового корінця, двохскладчастих сім'ядоль та ендосперму. Сім'ядолі при проростанні виносяться на поверхню ґрунту [11].

Розміри плодів звичайної гречки коливаються від мілких (довжина 4-5 мм, ширина 3-3,5 мм, маса 1000 зернин 12-18 г) до крупних (довжина 5,5-6,0 мм, ширина 4-4,5 мм, маса 1000 зернин 24-30 г). Розміри плодів та маса 1000 зернин є сортовими ознаками гречки [7].

2.2.2 Вимоги гречки до тепла

Гречка – вибаглива до тепла рослина. Відомо, що вона досить чутлива як до низьких, так і до високих температур [7]. За різними джерелами біологічним мінімумом для проростання насіння є температура 5-8°C, але більш дружні сходи з'являються лише при температурі не нижче 12-16°C [4, 8]. За температури 8°C сходи з'являються через 18 діб, за 12°C – через 10, а за 15°C – через 7 діб [8].

Максимальна температура для проростання насіння гречки -31°C. При підвищенні температури понад цей поріг відмирають ростки, зменшується кількість пророслого насіння, перешкоджається поглинання води проростками.

Гречка нормально росте і розвивається за температури ґрунту й повітря від 14 до 27°C. Оптимальна температура для зростання гречки за даними різних дослідників коливається у межах 17-25°C [1, 7].

Сходи чутливі до весняного похолодання: терплять при 2–3°C, гинуть при заморозках мінус 2–4°C. Дорослі рослини чутливі до осінніх заморозків - листки і стебла пошкоджуються при мінус 2°C, а квітки гинуть навіть при мінус 1 °C, що особливо слід враховувати при післяжнивному вирощуванні гречки [11].

Відношення рослин гречки до температурного фактору в період активної вегетації мають більш складний характер, ніж на ранній стадії розвитку (проростання насіння). Це пов'язано з різним фізіолого-біохімічним станом рослин [13].

На розвиток рослин під час цвітіння та плодоутворення негативно впливає температура нижче 15°C. За температури понад 33°C рослини пригнічуються. У фаз плодоносіння потреба в теплі зростає, однак при різкому підвищенні температури і низькій вологості повітря запліднення уповільнюється [1].

Під час цвітіння у теплу ясну погоду бджоли прилітають на поля гречки лише вранці. За температури вище 25°C бджоли літають значно менше. Це пояснюється тим, що нектар висихає і не приваблює бджіл [8]. У такому випадку зменшується озернення рослин і кінцевий урожай. Також погано діють на гречку тумани, а також тривалі дощі й суховії.

Якщо в період цвітіння - плодоутворення температура повітря підвищується до 30–35°C, у гречки спостерігається «запал», квітки «горять» з масовим відмиранням зав'язей. Оптимальна температура для плодоутворення становить 17–19 °C [11].

За скоростиглістю сорти гречки умовно ділять на чотири групи: скоростиглі (тривалість періоду вегетації 65-75 днів), середньостиглі (75-85 днів), середньопізні (85-95 днів), пізньостиглі (95-105 днів) [14]. Сума ефективних температур вище 10°C для скоростиглих сортів гречки становить 800°C, середньо- та пізньостиглих - понад 1200°C [11].

2.2.3 Вимоги гречки до вологи

Серед культур помірного клімату гречка найбільш вибаглива до вологи. Це зумовлено територією походження культури (субтропіки Китаю та Індії з теплим вологим кліматом). Підвищені вимоги до вологості у гречки спричиняють такі особливості, як відсутність опушення листя та воскового нальоту на стеблах, а також велика кількість продохів на верхньому та нижньому боці листа [14].

На утворення одиниці сухої речовини надземної маси (показник коефіцієнта транспірації) гречка використовує 400-600 одиниць води [1, 7, 11]. Це набагато більше, ніж у проса, гороху й картоплі.

Для створення урожаю зерна 20 ц/га і соломи 50 ц/га гречка потребує до 3500 т води. Посіви гречки мають бути достатньо забезпечені вологою протягом усієї вегетації. Насіння під час проростання поглинає до 60 % води від його маси [11]. Нестача вологи в ґрунті затримує або повністю зупиняє

появу сходів. У польових умовах гречка швидше дає сходи за теплої погоди при вологості ґрунту 25-30% на глибині 5-10 см [1].

У період вегетації найбільшу кількість вологи (50 – 60 % від загальної потреби) рослини засвоюють під час масового цвітіння -плодоутворення. Цей період у гречки є критичним, і нестача води призводить до різкого зменшення врожайності зерна [11].

Гречка чутлива до повітряної посухи, особливо в період цвітіння і зав'язування плодів. Відносна вологість повітря менше 30 – 40 %, яка супроводжується вітрами, викликає в'янення рослин, загибель квіток, зав'язей і навіть плодів. Особливо несприятливою для гречки є сумісна дія ґрунтової посухи, високих температур (вище 30 °C), низької вологості повітря (менше 40 %) і вітру-суховію. За таких умов у рослин протягом 2 – 3 днів відмирають зав'язі. Тому гречку слід висівати недалеко від лісу або лісосмуг, де підтримується більш м'який мікроклімат як за вологістю, так і за температурою [11].

Режим зрошення посіві гречки в значній мірі залежить від строків сівби. Передполивний поріг вологості активного шару ґрунту (0,5 м) повинен бути на рівні 75-80% НВ. Кількість вегетаційних поливів 2-4. Поливна норма становить 400-500 м³/га води. Своєчасні й дружні сходи гречки одержують за рахунок стимулюючого сходи поливу в нормі 350-450 м³/га [15].

При вирощуванні гречки на зрошенні важливо враховувати характер посівів, у відповідності до якого визначаються оптимальні умови зволоження.

Дослідження [16] показали, що при середній температурі повітря 17-20°C формування урожаю гречки залежить від запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-20 см в декаду масового настання фази цвітіння та суми опадів за період цвітіння-дозрівання. У районах Західного Сибіру для прогнозування врожайності враховують середньомісячні температури та кількість опадів за період всієї вегетації гречки (червень, липень, серпень) [16].

2.2.4 Вимоги гречки до світла

Світло впливає на інтенсивність фотосинтезу, динаміку росту рослин, урожайність та якість урожаю, на чергування фаз розвитку та просторове розміщення рослин в агроєкосистемі, а також на її тепловий та водний режими.

Повноцінний розвиток рослин гречки можливий тільки при достатній кількості світла в період вегетації. Проведені різними вченими дослідження з різними сортами гречки показали, що мінімальна освітленість посівів, необхідна для успішного запилення квіток і формування стабільних врожаїв, становить не менше 90-1100 лк. Освітленість посівів значно впливає на фізіологічні процеси в рослинах культури. При нестачі світла в період формування статевих клітин відбувається затримання росту рослин, знижується запилення і зав'язування квіток, зменшується маса зернин.

Зниження показників якості зерна та врожайності рослин відбувається від нестачі сонячної енергії, від чого сильно знижується фотосинтетична активність листя. При цьому різко сповільнюється фізіологічні та біохімічні процеси. Від початку утворення в першому нижньому суцвітті основного стебла материнських клітин пилку – тетрад мікроспор до початку цвітіння у рослин гречки спостерігається критичний період. При нестачі світла в цей період у рослин затримується ріст, зменшується кількість квіток і листя. Це також призводить до зниження продуктивності рослин гречки. Варто зазначити, що недостатня освітленість посівів в інші періоди незначно впливає на культури [17].

Тривалий час гречку вважали рослиною короткого дня, але експериментальним шляхом було доведено, що скоростиглі і середньостиглі сорти слабо реагують на скорочення світлового дня, або не реагують зовсім. У більш пізньостиглих сортів при скороченні світлового дня скорочується періоду від утворення сходів до масового цвітіння [7].

2.2.5 Вимоги гречки до ґрунтів і мінерального живлення

Гречка зростає на різних ґрунтах – дерново-підзолистих, чорноземних, торфоболотних. Більшість посівів зосереджені в зоні підзолистих та опідзолених ґрунтів, що відзначаються низькою природною родючістю. Вважається, що гречка завдяки здатності кореневої системи засвоювати поживні речовини з важкодоступних сполук, є менш вибагливою до родючості ґрунту. Однак, наука і практичні дослідження рослинників довели, що високі урожаї гречки отримують лише на родючих ґрунтах, чистих від бур'янів [7].

Кращими для гречки є легкі ґрунти, суглинкові та супіщані чорноземи, добре забезпечені поживними речовинами і вологою. На легких суглинкових або супіщаних, а також на низинних ґрунтах гречка дає високі врожаї за умови високої агротехніки. Важкі глинисті ґрунти малопридатні для вирощування гречки, на таких ґрунтах урожайність, як правило, дуже низька [1].

Гречка має високий показник виносу NPK з ґрунту, а також дуже коротким періодом їх споживання. За 30-40 днів після сівби рослини споживають більш 60% азоту і калію і до 50% фосфору від максимальної їх кількості. До азоту гречка менш вибаглива, ніж до фосфору і калію. Азот необхідний для нормального росту і розвитку кореневої системи на початку вегетації. Надлишок азоту у подальшому спричиняє надлишковий розвиток вегетативної маси, подовження періоду вегетації і зниження плодоутворення. Своєчасне регулювання оптимального співвідношення між азотом, фосфором і калієм забезпечує максимальне зав'язування плодів та отримання високих урожаїв гречки [14].

Дослідження [18] показали, що на темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу України за вирощування гречки після попередника пшениці озимої слід вносити мінеральні добрива в нормі $N_{60}P_{45}K_{45}$ в передпосівну культивуацію. За такої норми внесення можна одержати урожайність зерна близько 18 ц/га.

2.2.6 Сучасні сорти гречки

У 2016 р. до Державного реєстру сортів рослин, придатних для вирощування було 26 сортів гречки (14 – для Степу, 18 – для Лісостепу і 15 – для Полісся).

До найбільш поширених і перспективних сортів гречки відносяться: Руслана, Слобожанка, Софія, Степова, Українка, Ярославна – для Степу; Амазонка, Воля, Мальва, Ольга, Оранта, Рута, Селяночка – для Лісостепу; Дикуль, Єлена, Надійна – на Поліссі.

Найбільша кількість сортів гречки створена в ННЦ Інститут землеробства НААНУ – 9 сортів та в інституті сільського господарства Північного Сходу НААНУ – 7 сортів [1].

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ УРОЖАЙНОСТІ ГРЕЧКИ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1 Дослідження динаміки урожайності

Для аналізу динаміки урожайності гречки використовувалися щорічні середньообласні дані за період з 1998 по 2017 роки, за даними обласного управління статистики [19]. Розрахунок трендів здійснювався за методом гармонійних вагів (зважувань), запропонованим для агрометеорологічних досліджень А.М. Польовим. Алгоритм цього методу добре відомий агрометеорологам і детально описаний у роботах [20, 21].

Результати цієї роботи представлені на рис. 3.1 та 3.2. На рисунках плавна лінія характеризує тренд врожайності, а ламана лінія - щорічні коливання врожайності за рахунок різних факторів, основу яких становить клімат.

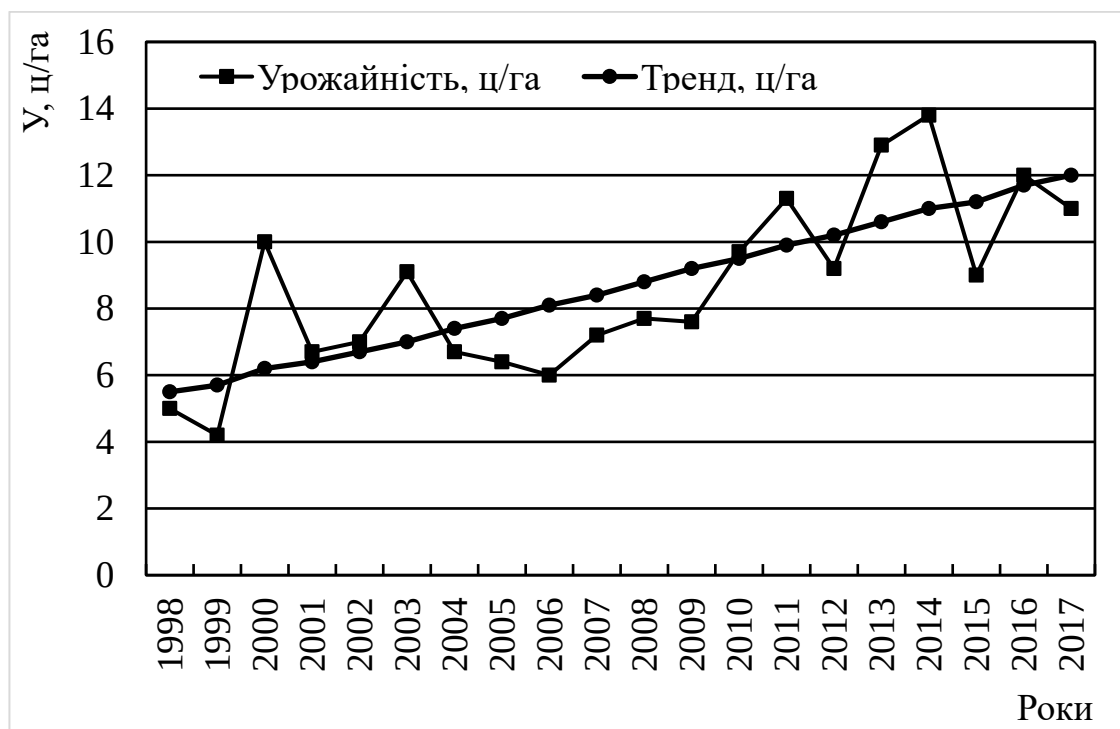


Рисунок 3.1 – Динаміка урожайності гречки та лінія тренду в
Вінницькій області

Аналізуючи ряд урожайності можна бачити, що за двадцять досліджених років її значення коливалися від 4,2-5 ц/га (в 1999 і 1998 рр.) до 13,8 ц/га (в 2014 р.). За ці роки також спостерігалися як маленькі урожаї (не більше 6,7 ц/га в 2001 та 2004-2006 рр.), так і досить високі (11 ц/га в 2017 р., 11,3 ц/га в 2011 р., 12 ц/га в 2016 р. та 12,9 ц/га в 2013 р.). Середня урожайність за двадцять досліджуваних років становить 8,6 ц/га, тенденція урожайності позитивна і становить 0,4 ц/га.

Динаміка урожайності за трендом представляє практично пряму лінію, причому значення трендової компоненти за двадцять років зросли майже вдвічі – з 5,5 ц/га у 1998 р. до 12 ц/га у 2017 р. Це свідчить про суттєве підвищення культури землеробства у Вінницькій області при вирощуванні гречки.

Для виявлення в чистому вигляді впливу погодних умов окремих років на формування врожаю гречки в Вінницькій області, розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.2).

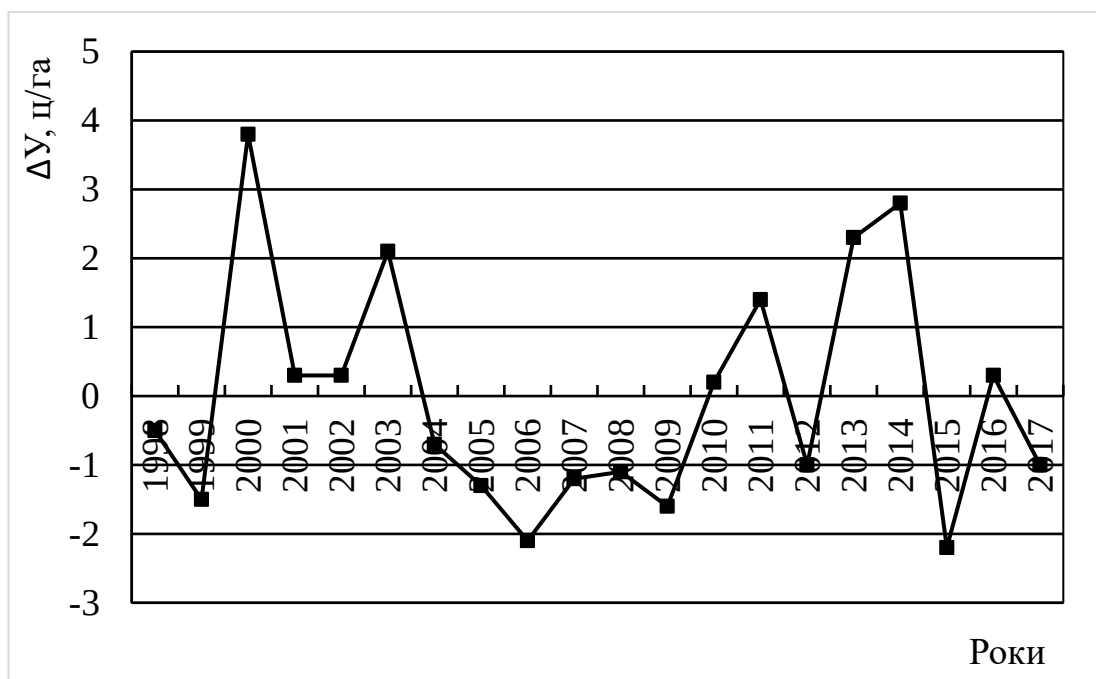


Рисунок 3.2 – Відхилення урожайності гречки від лінії тренду в Вінницькій області

За двадцять досліджуваних років в 11 випадках спостерігались від'ємні відхилення, які коливалися від досить незначних величин (досягали -0,5-0,7 ц/га у 1998 та 2004 рр.) до доволі суттєвих значень (досягали -2,1-2,2 ц/га в 2006 та 2015 рр.). Таким чином, найбільш несприятливими для вирощування гречки були 2006 та 2015 рр., саме у ці роки спостерігалися найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду.

У роки ж зі сприятливими погодними умовами вдавалося отримати збільшення врожаю за їх рахунок і відхилення від лінії тренду мали додатні значення. Найбільш сприятливим для вирощування гречки був 2000 р., коли додатне відхилення від лінії тренду склало 3,8 ц/га. Як можна бачити з рисунка, також достатньо суттєві прирости урожаю за рахунок сприятливих погодних умов було отримано у 2014 р. – 2,8 ц/га, а також у 2013 та 2003 рр. – 2,3 та 2,1 ц/га відповідно.

Такі порівняно великі прирости та недобори урожаїв гречки за рахунок погодних умов свідчать про те, що вони у Вінницькій області не є досить стабільними. Тому представляє інтерес дослідження саме кліматичної складової мінливості урожаїв.

Також цікавою є оцінка ступеня сприятливості клімату за допомогою відповідного коефіцієнта (K_C), який визначається за формулою:

$$K_C = \frac{Y_B}{Y_T}, \quad (3.1)$$

де Y_B - виробничий урожай зерна гречки в конкретному році (ц/га), Y_T - урожай за трендом в тому ж році (ц/га). У роки зі сприятливими для вирощування гречки умовами величина коефіцієнта сприятливості більше або дорівнює одиниці, в несприятливі роки ця величина менша за одиницю.

Відповідні розрахунки виконані для Вінницької області і отримані наступні результати (табл. 3.1). На території дослідження з 20 років спостережень у 9 роках спостерігалися сприятливі кліматичні умови. Це

становить 45% від загальної кількості років. K_C в ці роки коливався від 1,02 до 1,61. Несприятливих років було 11 (55%) і коефіцієнт сприятливості коливався від 0,74 до 0,92.

Таблиця 3.1 - Розрахунок ступеня сприятливості клімату K_C
по Вінницькій області

Рік	Показники			
	Y_B , ц/га	Y_T , ц/га	ΔY , ц/га	K_C
1998	5	5,5	-0,5	0,91
1999	4,2	5,7	-1,5	0,74
2000	10	6,2	3,8	1,61
2001	6,7	6,4	0,3	1,05
2002	7	6,7	0,3	1,04
2003	9,1	7	2,1	1,30
2004	6,7	7,4	-0,7	0,91
2005	6,4	7,7	-1,3	0,83
2006	6	8,1	-2,1	0,74
2007	7,2	8,4	-1,2	0,86
2008	7,7	8,8	-1,1	0,88
2009	7,6	9,2	-1,6	0,83
2010	9,7	9,5	0,2	1,02
2011	11,3	9,9	1,4	1,14
2012	9,2	10,2	-1	0,90
2013	12,9	10,6	2,3	1,22
2014	13,8	11	2,8	1,25
2015	9	11,2	-2,2	0,80
2016	12	11,7	0,3	1,03
2017	11	12	-1	0,92

3.2 Дослідження кліматичної складової урожайності гречки

Згідно з дослідженнями В.М. Пасова, в будь-якому сільськогосподарському районі динаміку врожайності тієї чи іншої культури можна розглядати як наслідок зміни рівня культури землеробства, на фоні якої

відбуваються випадкові коливання (іноді вельми суттєві), що пов'язані з особливостями погоди різних років [22].

Зміни культури землеробства у часі формують лінію тренду. За таким підходом загальну дисперсію урожайності σ^2 можна розглядати як добуток двох складових, одна з яких характеризує внесок, що надає динаміка культури землеробства σ_a^2 , а друге – мінливістю погоди σ_m^2 . Тоді

$$\sigma^2 = \sigma_a^2 + \sigma_m^2, \quad (3.2)$$

$$\sigma_m^2 = \sigma^2 - \sigma_a^2. \quad (3.3)$$

Величина σ_m більш стійка у часі ніж σ , тому що до складу останньої входить величина σ_a , що суттєво змінюється у часі.

Розрахунок σ_m можна проводити за наступних формул:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (3.4)$$

$$\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{iT} - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (3.5)$$

$$\sigma_m^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_{iT} - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (3.6)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

де y_i – урожайність конкретного року; $\bar{y}$ – середньобогаторічна урожайність; y_{iT} – динамічна середня величина (урожайність за трендом у конкретному році); n – кількість років дослідження [22].

Для того, щоб вірно оцінити мінливість урожайності, окрім дисперсії необхідно враховувати і рівень врожайності. Є відомим, що урожайність

однієї і тієї ж культури в різних кліматичних зонах може відрізнятись на 100% та більше. Тому для оцінки мінливості урожайності краще користуватися коефіцієнтом варіації c_v :

$$c_v = \frac{\sigma}{\bar{y}}. \quad (3.7)$$

Згідно до методики В.М. Пасова [22], оскільки особливий інтерес представляє тільки та частина варіації урожаю, що пов'язана зі змінами погоди, то до формули (3.8) замість σ слід ввести σ_m :

$$c_v = \frac{1}{\bar{y}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_{iT} - \bar{y})^2}{n-1}}. \quad (3.8)$$

За вищевказаною методикою була розрахована кліматична складова мінливості урожаїв гречки у Вінницькій області. Тренд побудований за методом гармонійних зважувань [20, 21]. Хід розрахунків представлено у таблиці 3.2.

$$c_v = \frac{1}{8,6} \sqrt{\frac{131,6 - 80,5}{20 - 1}} = \frac{1}{8,6} \sqrt{\frac{51,1}{19}} = \frac{\sqrt{2,69}}{8,6} = \frac{1,64}{8,6} = 0,19$$

В.М. Пасов [22] стосовно кліматичної складової мінливості урожаїв озимої пшениці та озимого жита для характеристики території вирощування культури пропонує такі градації, які можна застосувати й для інших сільськогосподарських культур:

- зона найменшої мінливості урожаїв або стабільних урожаїв ($c_m \leq 0,20$);
- зона помірно стійких урожаїв ($c_m = 0,21 - 0,29$);
- зона нестійких урожаїв ($c_m \geq 0,30$);
- зона дуже нестійких урожаїв ($c_m \geq 0,50$).

Таблиця 3.2 – Розрахунок кліматичної складової урожайності гречки

n	Рік	y	y_T	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$	$y_{iT} - \bar{y}$	$(y_{iT} - \bar{y})^2$
1	1998	5	5,5	-3,6	13,0	-3,1	9,6
2	1999	4,2	5,7	-4,4	19,4	-2,9	8,4
3	2000	10	6,2	1,4	2,0	-2,4	5,8
4	2001	6,7	6,4	-1,9	3,6	-2,2	4,8
5	2002	7	6,7	-1,6	2,6	-1,9	3,6
6	2003	9,1	7	0,5	0,3	-1,6	2,6
7	2004	6,7	7,4	-1,9	3,6	-1,2	1,4
8	2005	6,4	7,7	-2,2	4,8	-0,9	0,8
9	2006	6	8,1	-2,6	6,8	-0,5	0,3
10	2007	7,2	8,4	-1,4	2,0	-0,2	0,0
11	2008	7,7	8,8	-0,9	0,8	0,2	0,0
12	2009	7,6	9,2	-1	1,0	0,6	0,4
13	2010	9,7	9,5	1,1	1,2	0,9	0,8
14	2011	11,3	9,9	2,7	7,3	1,3	1,7
15	2012	9,2	10,2	0,6	0,4	1,6	2,6
16	2013	12,9	10,6	4,3	18,5	2	4,0
17	2014	13,8	11	5,2	27,0	2,4	5,8
18	2015	9	11,2	0,4	0,2	2,6	6,8
19	2016	12	11,7	3,4	11,6	3,1	9,6
20	2017	11	12	2,4	5,8	3,4	11,6
Середнє		8,6					
Сума					131,6		80,5

Середню квадратичну помилку кліматичної складової мінливості урожаїв можна визначити за формулою

$$\partial_{C_m} = \frac{c_m \sqrt{1+c_m^2}}{\sqrt{2(n-1)}}, \quad (3.9)$$

де n – довжина ряду.

В нашому випадку $n = 20$, отже помилка ∂_{C_m} дорівнює

$$\partial_{C_m} = \frac{0,19 \sqrt{1+(0,19)^2}}{\sqrt{2(20-1)}} = \frac{0,19 \sqrt{1,0361}}{\sqrt{38}} = \frac{0,19}{6,16} = 0,031$$

Таким чином стосовно вирощування гречки Вінницьку область можна віднести до території стабільних урожаїв.

3.3 Ймовірнісна оцінка урожаїв гречки

Для всебічної характеристики урожайності будь-якої сільськогосподарської культури на будь-якій території дослідження недостатньо знати середні значення урожайності. В агрометеорології широко використовуються методи математичної статистики для розкриття просторово-часової структури урожайності. Велике практичне значення набуває знання не тільки середніх характеристик урожайності, але і яка частота повторюваності кожного з членів ряду значень урожайності. З цією метою агрометеорології для виявлення просторово-часової мінливості урожайності широко використовується графо-аналітичний метод Алексєєва [23].

Виходячи з теоретичних і практичних міркувань він запропонував для побудови емпіричної кривої сумарної ймовірності формулу:

$$P_{(x_m)} = \frac{m - 0,25}{n + 0,50} \cdot 100\% \quad (3.10)$$

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

Вказаний метод був застосований нами для визначення міжрічної мінливості урожаю гречки для Вінницької області. Використовувалися щорічні дані про урожайність за період з 1998 по 2017 роки. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.3.

За цими даними було побудовано криву сумарної ймовірності можливих урожаїв гречки 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 імовірності знімалися значення урожаю гречки різної забезпеченості з кроком 5, 10, 20, ... 90, 95%. Результати цієї роботи були представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.3 – Розрахунок ймовірності урожаїв гречки в Вінницькій області

Рік	N	Ряд урожайності, ц/га		P _x , %
		Фактичний	Ранжований	
1998	1	5	13,8	4
1999	2	4,2	12,9	9
2000	3	10	12	13
2001	4	6,7	11,3	18
2002	5	7	11	23
2003	6	9,1	10	28
2004	7	6,7	9,7	33
2005	8	6,4	9,2	38
2006	9	6	9,1	43
2007	10	7,2	9	48
2008	11	7,7	7,7	52
2009	12	7,6	7,6	57
2010	13	9,7	7,2	62
2011	14	11,3	7	67
2012	15	9,2	6,7	72
2013	16	12,9	6,7	77
2014	17	13,8	6,4	82
2015	18	9	6	87
2016	19	12	5	91
2017	20	11	4,2	96

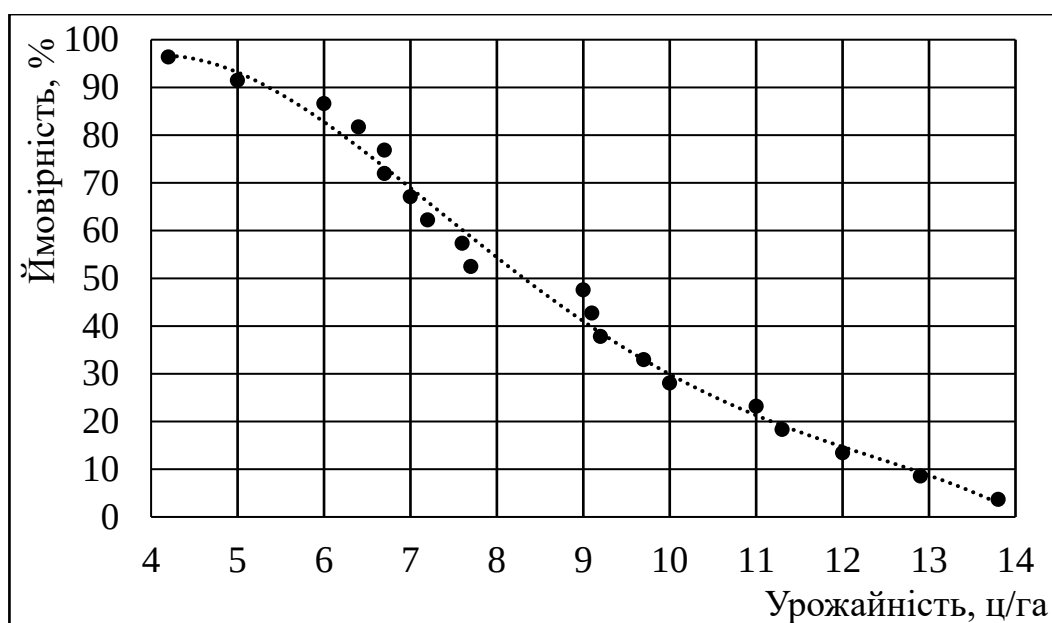


Рисунок 3.3 – Ймовірнісна крива урожаїв гречки у Вінницькій області

Таблиця 3.4 - Забезпеченість урожаїв гречки (ц/га) в Вінницькій області

У _{сер}	Забезпеченість, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
8,6	13,5	13,0	11,0	10,0	9,0	8,6	7,5	7,0	6,0	5,0	4,5

В Вінницькій області урожаї гречки порядку 13 ц/га отримують з ймовірністю 10 % (тобто раз в десять років), урожаї гречки порядку 7,0 ц/га отримують з ймовірністю 70 % (тобто 7 разів в десять років), а щорічно тут забезпечені урожаї лише не вище 4,5 ц/га.

4 АГРОЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Життєвий цикл гречки складається з двох головних періодів: вегетативний розвиток - утворення вегетативних органів (коренева система, пагони, листочки) і генеративний розвиток - формування суцвіть, квітів і насіння. Протягом життєвого циклу у рослини відбувається ряд зовнішніх змін, які дозволяють виділити фенологічні фази розвитку: сходи, утворення двох справжніх листочків, бутонізація (утворення суцвіть) і розгалуження, цвітіння, утворення плодів і їх дозрівання [24].

Деякі дослідники більш деталізують період вегетації гречки і вважають, що він ділиться на три частини. Перша частина - від сходів до цвітіння триває 25-35 днів. В цей час утворюються гілки і переважна більшість стеблових корінців, гречка росте повільно. Друга частина - від початку цвітіння до побуріння плодів за часом приблизно така ж. В першу половину цього періоду відзначається швидкий ріст стебла і гілок, йде інтенсивне цвітіння, припиняється утворення стеблових корінців. Друга половина періоду характеризується припиненням зростання стебла і утворенням зав'язі. Третя частина - від побуріння зерна до повної його стиглості, за часом найдинамічніша - 15-30 днів [25].

Процес формування органів - органогенез рослин - проходить етапами, які неможливо зафіксувати за допомогою фенологічних спостережень. Встановлено, що гречка, як і інші види рослин, за вегетаційний період проходить дванадцять етапів органогенезу. Залежно від фази розвитку та етапу органогенезу, змінюється ставлення рослин гречки до факторів середовища

Агроекологічну оцінку умов вирощування будь-якої сільськогосподарської культури, зокрема, гречки, доцільно проводити по окремим міжфазним періодам і за параметрами, що характеризують

забезпеченість рослин основними екологічними факторами життя, перш за все – теплом та вологою.

У даній кваліфікаційній роботі вегетаційний період гречки був поділений на такі міжфазні періоди: сівба – сходи, сходи – утворення суцвіть, утворення суцвіть - цвітіння і цвітіння – дозрівання. Також розглядалися агроєкологічні умови вегетаційного періоду гречки у цілому.

4.1 Агроєкологічні умови вирощування гречки у період сівба-сходи

Гречка є культурою досить пізнього строку сівби. Практично жоден агротехнічний прийом не дає такого підвищення урожайності як своєчасна сівба. Для гречки термін сівби – це показник, що формує 40-90% урожайності (у залежності від сорту). Для дотримання оптимальних строків сівби гречки необхідно стежити за ходом настання весни. Як правило, сіяти гречку треба при стійкому прогріванні ґрунту на глибині 8-10 см до температури 8-10°C. Оптимальний термін сівби треба обирати таким чином, щоб забезпечити такі умови для рослин, щоб сходи не підпадали під весняні заморозки, а цвітіння та утворення плодів не потерпало від сухої та жаркої погоди.

У таблиці 4.1 представлені агроєкологічні умови вирощування гречки у перший міжфазний період. Як можна бачити, середньобаторічна дата сівби гречки в Вінницькій області - 13 травня, а середньобаторічна дата появи сходів 26 травня. В залежності від метеорологічних умов конкретного року ці дати можуть істотно змінюватися. Наприклад, найраніша дата сівби відзначається у 2009 р. – 29 квітня, найпізніша – у 2005 р. - 27 травня. Найраніше з'явилися сходи також у 2009 р. – 8 травня, найпізніше - у 2005 та 2008 рр. – 10 червня.

Тривалість міжфазних періодів також може суттєво змінюватись у залежності від умов конкретного року. Відомо, що оптимальна температура для проростання насіння гречки знаходиться в інтервалі 20-25°C. При більш

Таблиця 4.1 – Агроекологічні показники умов вирощування гречки в період від сівби до сходів

Роки	Дати настання фаз		N, дні	$\Sigma T > 8^{\circ}\text{C}$		T _{ср} , °C	ΣR , мм	W _{ср}			
	Сівба	Сходи		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	4,05	20,05	16	208	80	13,0	13	28	70	145	84
2005	27,05	10,06	14	237	125	16,9	55	32	80	172	99
2006	14,05	28,05	14	226	114	16,1	35	23	58	137	79
2007	22.05	04.06	13	309	205	23,8	29	7	18	91	53
2008	24.05	10.06	16	285	157	17,8	24	31	78	162	94
2009	29.04	08.05	9	134	62	14,9	9	20	50	139	80
2010	06.05	18.05	12	202	106	16,8	23	25	63	141	82
2011	04.05	16.05	12	170	74	14,2	15	29	73	133	77
2012	01.05	10.05	10	205	125	20,5	5	24	60	127	73
2013	18.05	24.05	6	109	61	18,2	27	24	60	131	76
2014	19.05	28.05	9	183	111	20,3	41	40	100	164	95
2015	19.05	26.05	7	156	100	22,3	0	27	68	130	75
2016	06.05	16.05	10	137	57	13,7	111	38	95	161	93
2017	22.05	31.05	9	153	81	17,0	16	29	73	131	76
2018	13.05	26.05	13	230	126	17,7	15	24	60	128	74
Ср.	13.05	26.05	11	196	106	17,5	28	27	67	139	81
Найменш.	29.04	08.05	6	109	57	13,0	0	7	18	91	53
Найбільш.	27.05	10.06	16	309	205	23,8	111	40	100	172	99

низькій температурі проростання насіння сповільнюється і поява сходів затримується [Б].

В Вінницькій області тривалість першого міжфазного періоду становить у середньому 11 днів, при цьому середня температура за цей період становить 17,8 °С. Найкоротший період – 6 днів відмічається у 2013 р. за температури 18,2°С, найдовший – 16 днів – у 2004 та 2008 рр. за температури 13,0 та 17,8°С відповідно. У першому випадку середня температура за перший міжфазний період гречки була найнижчою за весь період дослідження. Довга тривалість періоду сівба-сходи у другому випадку, коли середня температура була досить великою, найімовірніше пояснюється нестачею у цей період вологи для проростання насіння в орному шарі ґрунту. Цим же можна пояснити і те, що у 2007 р. середня температура періоду сівба-сходи була найбільшою за весь досліджуваний період і близькою до оптимальних значень -23,8°С, але це не призвело до суттєвого скорочення тривалості періоду сівба-сходи и вона становила 13 днів.

Теплозабезпеченість міжфазного періоду характеризується сумою активних та ефективних температур, які були також розраховані (табл. 4.1). За біологічний мінімум гречки, у відповідності до літературних джерел, ми прийняли 8°С. Середня сума активних температур за 15-річний період від сівби до сходів склала 196°С, найбільша сума за цей період становила 309 °С в 2007 р., а найменша - 109°С в 2013 р. Середньобагаторічна сума ефективних температур за період сівба - сходи склала 106 °С, найменша сума ефективних температур за цей період становила 57 °С в 2016 р., а найбільша – 205°С в 2007 р. Як вже відзначалося, середня температура повітря за період становила 17,5 °С, найбільша – 23,8°С в 2007 р, а найменша – 13,0 °С в 2004 р.

Темпи розвитку рослин зв'язані з температурою повітря. Біологічний мінімумум - це температура, при якій починається розвиток рослин [26, 27].

Для визначення темпів розвитку рослин використовується формула

$$n = A/(T - B), \quad (4.1)$$

де n – тривалість вегетаційного (або міжфазного) періоду, дні; A – сума ефективних температур, яка необхідна фітоценозу для успішного проходження вегетаційного (або міжфазного) періоду, °C; B – біологічний мінімум даної культури у цей період; T – середня температура повітря за вегетацію або її частину, °C.

Щоб побудувати графік залежності між сумами додатних температур за період ($SumT$) і тривалістю міжфазного періоду (N) ми скористалися методом найменших квадратів. Ми розглянули залежність між сумами додатних температур і тривалістю міжфазного періоду, яка описується рівнянням лінійної регресії виду:

$$y = ax + b, \quad (4.2)$$

де y – сума додатних середньодобових температур за період; x – тривалість міжфазного періоду.

Залежність між сумами позитивних температур та тривалістю періоду сівба - сходи гречки в Вінницькій області представлена на рис. 4.1.

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_1 = 14,3N_1 + 35, \quad (4.3)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °C; 14,3 – біологічний мінімум, °C; N – тривалість періоду, дні; 35 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °C, 1 – номер міжфазного періоду. R – коефіцієнт кореляції, що є мірою тісноти прямолінійного зв'язку, у даному випадку дорівнює 0,78. Це свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку є тісний зв'язок.

Опади є основним джерелом поповнення вологи у ґрунті. В середньому за період сівба - сходи випадає 28 мм, найбільша кількість опадів випала у 2016 р. і становила 111 мм, а в 2015 р. опадів у період сівба-сходи взагалі не було.

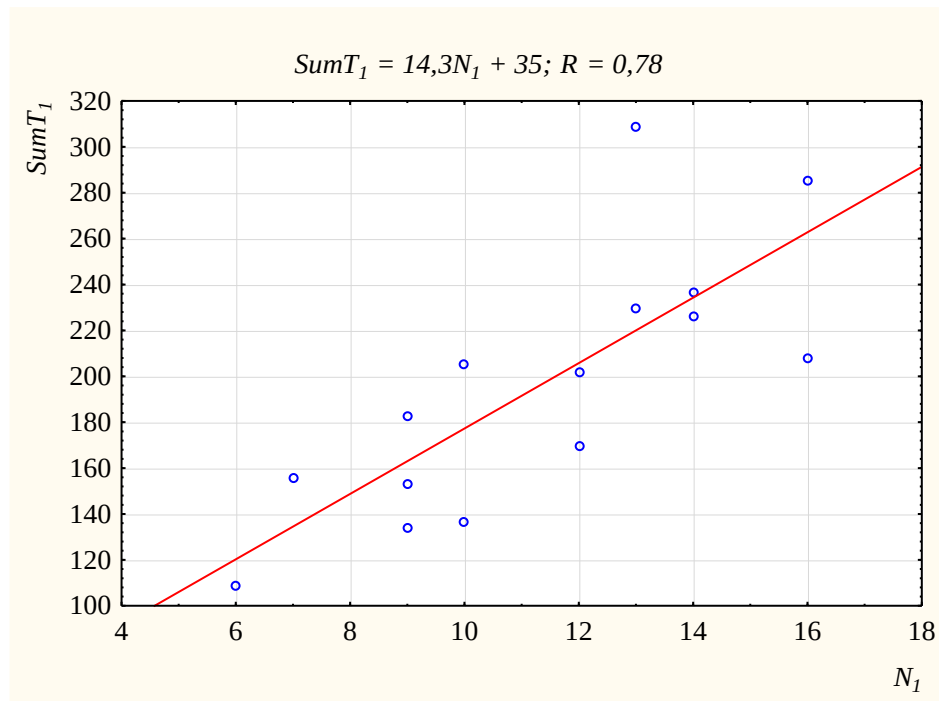


Рисунок 4.1 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду сівба - сходи гречки в Вінницькій області

Запаси вологи орного шару ґрунту в Вінницькій області в міжфазний період сівба-сходи гречки складають в середньому 27 мм (67 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2014 році - 40 мм (100 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2007 р. та склали 7 мм (18 % від НВ).

Запаси вологи метрового шару ґрунту в Вінницькій області в перший міжфазний період складають в середньому 139 мм (81 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2005 році 172 мм (99 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2007 р. та склали 91 мм (53 % від НВ).

Також в агроєкології важливим є питання визначення залежності тривалості міжфазних періодів сільськогосподарських культур від температури повітря. Зв'язок тривалості міжфазного періоду із середньою температурою повітря за період, згідно з дослідженнями Є.С. Уланової, є оберненим і представляє собою ступеневу криву [28].

Позначимо тривалість періоду через y , а температуру повітря через x . Рівняння зворотного зв'язку має вигляд

$$y = \frac{b}{x^a}, \quad (4.4)$$

де a і b - параметри рівняння, постійні коефіцієнти.

Методика, за допомогою якої можна визначити параметри цього рівняння, запропонована Є.С. Улановою та О.Д. Сиротенком [28]. Вона передбачає наявність тісного лінійного зв'язку між логарифмами величини середньої температури за період і величини тривалості міжфазного періоду. Тому необхідно рівняння (4.4) привести до лінійного вигляду. Якщо прологарифмувати це рівняння, ми отримаємо $\lg y = -a \lg x + \lg b$.

Якщо позначити $\lg y = y_1$, $\lg x = x_1$, $\lg b = B$, ми отримаємо $y_1 = -ax_1 + B$. Це рівняння прямої лінії для зворотного зв'язку. Якщо взяти не значення x та y , а їх логарифми, то між ними зв'язок буде прямолінійний. Параметри рівняння прямої регресії як правило визначаються за методом найменших квадратів або з застосуванням коефіцієнту кореляції r та середньоквадратичних відхилень σ_x та σ_y .

У таблиці 4.2. надається порядок розрахунків параметрів рівняння. Ми використовували для їх визначення коефіцієнт кореляції (r)

$$r = \frac{\sum \Delta x_1 \Delta y_1}{\sqrt{\sum \Delta x_1^2 \sum \Delta y_1^2}} = \frac{-0,0415}{\sqrt{0,0809 \cdot 0,2222}} = \frac{-0,0415}{0,1341} = -0,31.$$

Помилка коефіцієнту кореляції

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1-(-0,31)^2}{\sqrt{15}} = \frac{0,90}{3,87} = 0,233.$$

$$r \pm \sigma_r = -0,31 \pm 0,233 = \begin{cases} -0,54 \\ -0,08 \end{cases}.$$

Коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}};$$

$$\sigma_{y_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta y_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,2222}{15}} = \sqrt{0,0148} = 0,1217$$

Таблиця 4.2 – Розрахунок зв'язку тривалості періоду сівба – сходи
із середньою температурою періоду

№ п/п	x	y	x_1	y_1	Δx_1	Δy_1	Δx_1^2	Δy_1^2	$\Delta x_1 \Delta y_1$	$\Delta x_1 + \Delta y_1$	$(\Delta x_1 + \Delta y_1)^2$
1	13	16	1,1139	1,2041	-0,1240	0,1659	0,015365	0,027529	-0,00070	0,1633	0,02665
2	16,9	14	1,2279	1,1461	-0,0100	0,1079	0,0001	0,011648	0,00107	0,0698	0,00487
3	16,1	14	1,2068	1,1461	-0,0311	0,1079	0,000966	0,011648	0,00001	-0,0066	0,00004
4	23,8	13	1,3766	1,1139	0,1387	0,0757	0,019231	0,005737	-0,00041	0,0925	0,00856
5	17,8	16	1,2504	1,2041	0,0125	0,1659	0,000157	0,027529	-0,00655	-0,0048	0,00002
6	14,9	9	1,1732	0,9542	-0,0647	-0,0840	0,004188	0,007049	-0,00277	-0,0502	0,00252
7	16,8	12	1,2253	1,0792	-0,0126	0,0410	0,000159	0,001679	-0,00806	0,0133	0,00018
8	14,2	12	1,1523	1,0792	-0,0856	0,0410	0,007329	0,001679	-0,00443	-0,0078	0,00006
9	20,5	10	1,3118	1,0000	0,0739	-0,0382	0,005454	0,001459	0,00014	-0,0374	0,00140
10	18,2	6	1,2601	0,7782	0,0222	-0,2600	0,000492	0,067625	0,00333	-0,1214	0,01473
11	20,3	9	1,3075	0,9542	0,0696	-0,0840	0,004844	0,007049	0,00043	-0,1063	0,01130
12	22,3	7	1,3483	0,8451	0,1104	-0,1931	0,012189	0,037288	-0,00463	-0,1209	0,01463
13	13,7	10	1,1367	1,0000	-0,1012	-0,0382	0,010237	0,001459	-0,00065	0,0092	0,00008
14	17	9	1,2304	0,9542	-0,0075	-0,0840	5,55E-05	0,007049	-0,00126	-0,0106	0,00011
15	17,7	13	1,2480	1,1139	0,0101	0,0757	0,000101	0,005737	0,00131	-0,0804	0,00647
Ср.			1,2379	1,0382							
Сума							0,0809	0,2222	-0,0415	0,0004	0,2200

$$\sigma_{x_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0809}{15}} = \sqrt{0,0054} = 0,0734$$

$$\frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = \frac{0,1217}{0,0734} = 1,66.$$

Визначаємо коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = -0,31 \cdot 1,66 = -0,51.$$

Підставляємо в рівняння $y_1 - \bar{y}_1 = R(x_1 - \bar{x}_1)$ величини R , $\bar{y}_1$, $\bar{x}_1$:

$$y_1 - 1,0382 = -0,51(x_1 - 1,2379); \quad y_1 = 1,0382 - 0,51x_1 + 0,6313$$

Отримуємо пошукане рівняння зв'язку

$$y_1 = 1,6695 - 0,51x_1 \quad \text{чи} \quad lgy = 1,67 - 0,51lgx.$$

Знаходимо b ($lgb = 1,67, b = 47$).

Таким чином, залежність тривалості міжфазного періоду поновлення вегетації – нижній вузол соломини від середньої температури цього періоду, представлена на рис. 4.2, визначається рівнянням $y = \frac{47}{x^{0,51}}$. Кореляційне відношення (η), яке характеризує тісноту криволінійних залежностей у даному випадку становить 0,63, що відповідає досить тісному зв'язку.

4.2 Агроєкологічні умови росту та розвитку гречки у період сходи – утворення суцвіть

Агроєкологічні умови зростання гречки в період сходи – утворення суцвіть в Вінницькій області представлені в табл. 4.3. Як видно з таблиці, сходи в середньому спостерігаються 26 травня, найраніше фаза почалася в 2009 р. – 8 травня, найпізніше – в 2005 та 2008 рр. - 10 червня. Утворення суцвіть за середньобагаторічними даними відбувається 10 червня,

екстремальні дати: найраніша – 26 травня (2009 р.), найпізніша – 30 червня (2008 р.).

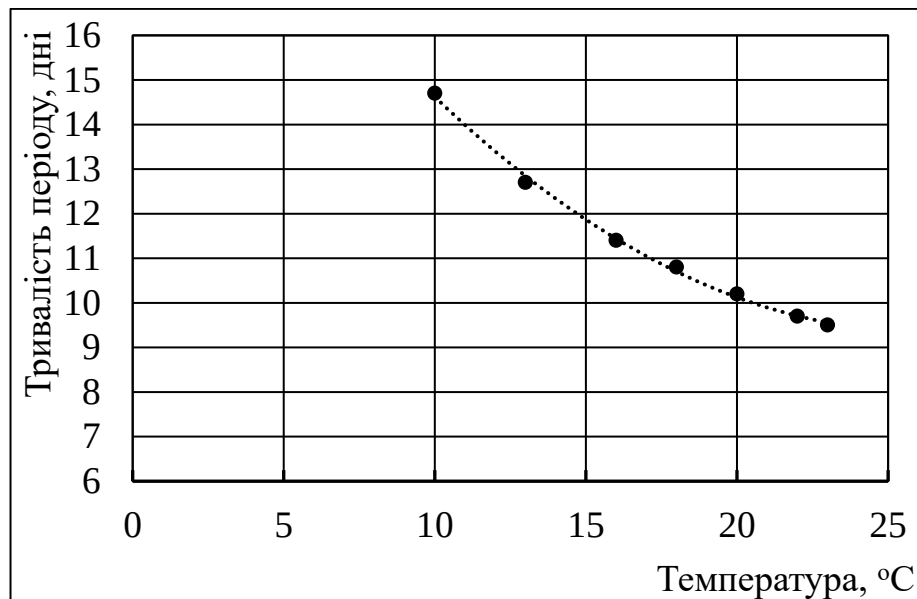


Рисунок 4.2 – Залежність тривалості періоду сівба – сходи від середньої температури за період

Тривалість періоду сходи – утворення суцвіть в середньому складає 17 днів. Найдовшим цей період був в 2012 році – 21 день, а найкоротшим в 2010 та 2014 роках – 13 днів.

Сума активних температур, що накопичилася у період сходи-утворення суцвіть за 15-річний період досліджень становить 307°C. Найбільша сума активних температур за цей період становить 404 °C (2008 р.), а найменша становить 206 °C (2014 р.). Середньобаторічна сума ефективних температур за період сходи – утворення суцвіть склала 173°C. Найбільша сума ефективних температур за цей період становить 245°C (2007 р.), а найменша сума становить 102°C (2014 р.). На досліджуваній території середня температура повітря становила за період – 18,3°C, найменша температура спостерігалась у 2004 р. і становила 14,8°C, найбільша температура становила 23,3°C і спостерігалась в 2007 р.

Таблиця 4.3 – Агроекологічні показники умов вирощування гречки в період від сходів до утворення суцвіть

Роки	Дати настання фаз		N, дні	$\Sigma T > 8^{\circ}\text{C}$		T _{ср} , °C	ΣR , мм	W _{ср}			
	Сходи	Утворення суцвіть		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	20,05	6,06	17	252	116	14,8	8	22	55	132	76
2005	10,06	24,06	14	257	145	18,4	19	23	58	140	81
2006	28,05	16,06	19	301	149	15,8	71	30	75	148	86
2007	04.06	20.06	16	373	245	23,3	7	21	53	109	63
2008	10.06	30.06	20	404	244	20,2	41	19	48	132	76
2009	08.05	26.05	18	288	144	16,0	42	20	50	132	76
2010	18.05	31.05	13	227	123	17,5	34	26	65	141	82
2011	16.05	02.06	17	334	198	19,6	14	16	40	108	62
2012	10.05	31.05	21	381	213	18,1	21	21	53	122	71
2013	24.05	10.06	17	303	167	17,8	129	30	75	141	82
2014	28.05	10.06	13	206	102	15,8	18	40	100	173	100
2015	26.05	10.06	15	311	191	20,7	6	19	48	115	66
2016	16.05	02.06	17	284	148	16,7	63	35	88	157	91
2017	31.05	20.06	20	387	227	19,4	9	22	55	118	68
2018	26.05	10.06	15	304	184	20,3	10	19	48	119	69
Ср.	26.05	10.06	17	307	173	18,3	33	24	60	132	77
Найменш.	08.05	26.05	13	206	102	14,8	6	16	40	108	62
Найбільш.	10.06	30.06	21	404	245	23,3	129	40	100	173	100

Для уточнення біологічного мінімуму періоду сходи–утворення суцвіть ми також визначили як залежать суми активних температур від тривалості цього міжфазного періоду. Графічно ця залежність надається на рис. 4.3.

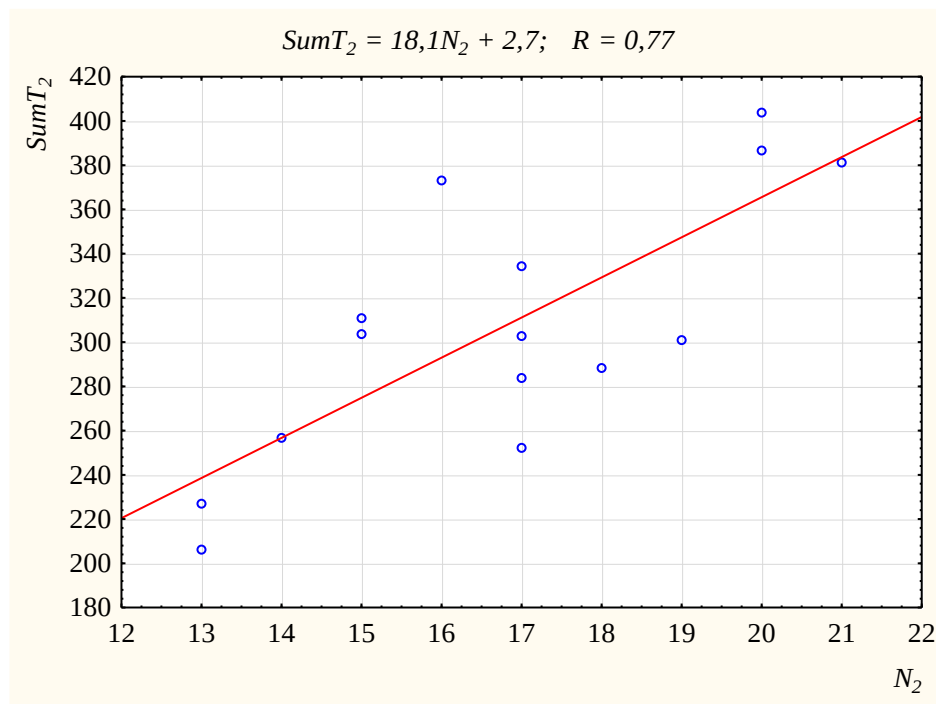


Рисунок 4.3 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду сходи – утворення суцвіть гречки в Вінницькій області

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_2 = 18,1N_2 + 3, \quad (4.5)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, $^{\circ}\text{C}$; 18,1 – біологічний мінімум, $^{\circ}\text{C}$; N – тривалість періоду, дні; 3 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, $^{\circ}\text{C}$, 2 – номер міжфазного періоду. Високе значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,77, свідчить про те, що і для другого міжфазного періоду гречки є тісний зв'язок між сумою температур та тривалістю періоду.

Середня сума опадів за досліджений період становить 33 мм, найменша кількість опадів випала в 2015 р., вона становила 6 мм, найбільша кількість опадів за період спостерігалась в 2013 році і становила 129 мм.

Запаси вологи шару ґрунту 0-20 см в Вінницькій області в другий міжфазний період складають в середньому 24 мм (60 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2014 році і становило 40 мм (100 % від НВ), найменші запаси вологи орного шару ґрунту спостерігались у 2011 році – 16 мм (40% НВ).

Запаси вологи метрового шару ґрунту в Вінницькій області в другий міжфазний період складають в середньому 132 мм (77 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2014 році і становило 173 мм (100 % від НВ), в 2011 р. у цей період запаси продуктивної вологи у цьому шарі ґрунту були найменші – 108 мм (62% НВ).

Як і для першого міжфазного періоду представляє інтерес дослідження залежності тривалості періоду від середньої температури. Вона була визначена за допомогою методики Є.С. Уланової [28], описаної вище. Розрахунки представлені у таблиці 4.4.

Визначимо коефіцієнт кореляції (r)

$$r = \frac{\sum \Delta x_1 \Delta y_1}{\sqrt{\sum \Delta x_1^2 \sum \Delta y_1^2}} = \frac{-0,0699}{\sqrt{0,0411 \cdot 0,2182}} = \frac{-0,0699}{0,1947} = -0,74.$$

Помилка коефіцієнту кореляції

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1-(-0,74)^2}{\sqrt{15}} = \frac{0,55}{3,87} = 0,15.$$

$$r \mp \sigma_r = -0,74 \mp 0,15 = \begin{cases} -0,89 \\ -0,59 \end{cases}.$$

Коефіцієнт рівняння регресії $R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}};$

$$\sigma_{y_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta y_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,2182}{15}} = \sqrt{0,0145} = 0,1206$$

$$\sigma_{x_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0411}{15}} = \sqrt{0,0027} = 0,0523$$

$$\frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = \frac{0,1206}{0,0523} = 2,31.$$

Таблиця 4.4 – Розрахунок зв'язку тривалості періоду сходи – утворення суцвіть
із середньою температурою періоду

№ п/п	x	y	x_1	y_1	Δx_1	Δy_1	Δx_1^2	Δy_1^2	$\Delta x_1 \Delta y_1$	$\Delta x_1 + \Delta y_1$	$(\Delta x_1 + \Delta y_1)^2$
1	14,8	17	1,2041	1,3802	-0,0476	0,1684	0,0023	0,0284	-0,0080	0,1208	0,0146
2	18,4	14	1,2672	1,2304	0,0155	0,0186	0,0002	0,0003	0,0003	0,0341	0,0012
3	15,8	19	1,1761	1,4314	-0,0756	0,2196	0,0057	0,0482	-0,0166	0,1440	0,0207
4	23,3	16	1,3874	1,0414	0,1357	-0,1704	0,0184	0,0290	-0,0231	-0,0347	0,0012
5	20,2	20	1,2068	1,1761	-0,0449	-0,0357	0,0020	0,0013	0,0016	-0,0806	0,0065
6	16,0	18	1,2330	1,2788	-0,0187	0,0670	0,0003	0,0045	-0,0013	0,0482	0,0023
7	17,5	13	1,2625	1,1761	0,0108	-0,0357	0,0001	0,0013	-0,0004	-0,0250	0,0006
8	19,6	17	1,3054	1,1761	0,0537	-0,0357	0,0029	0,0013	-0,0019	0,0179	0,0003
9	18,1	21	1,2529	1,1139	0,0012	-0,0979	0,0000	0,0096	-0,0001	-0,0967	0,0094
10	17,8	17	1,2330	1,2304	-0,0187	0,0186	0,0003	0,0003	-0,0003	-0,0001	0,0000
11	15,8	13	1,2648	1,0414	0,0131	-0,1704	0,0002	0,0290	-0,0022	-0,1573	0,0247
12	20,7	15	1,2900	1,1761	0,0383	-0,0357	0,0015	0,0013	-0,0014	0,0026	0,0000
13	16,7	17	1,1703	1,3617	-0,0814	0,1499	0,0066	0,0225	-0,0122	0,0685	0,0047
14	19,4	20	1,2480	1,3222	-0,0037	0,1104	0,0000	0,0122	-0,0004	0,1067	0,0114
15	20,3	15	1,2742	1,0414	0,0225	-0,1704	0,0005	0,0290	-0,0038	-0,1479	0,0219
Ср.			1,2517	1,2118			0,0411	0,2182	-0,0699	0,0007	0,1195
Сума					0,0000	0,0007	0,0411	0,2182	-0,06991	0,0007	0,1195

Визначаємо коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = -0,74 \cdot 2,31 = -1,71.$$

Підставляємо в рівняння $y_1 - \bar{y}_1 = R(x_1 - \bar{x}_1)$ величини R , $\bar{y}_1$, $\bar{x}_1$:

$$y_1 - 1,2379 = -1,71(x_1 - 1,0382); \quad y_1 = 1,2379 - 1,71x_1 + 2,1168$$

Отримуємо пошукане рівняння зв'язку

$$y_1 = 3,35 - 1,71x_1 \quad \text{чи} \quad lgy = 3,35 - 1,71lgx.$$

Знаходимо b ($lgb = 3,35, b = 2239$).

Таким чином, залежність тривалості міжфазного періоду сходи – утворення суцвіть від середньої температури цього періоду, представлена на рис. 4.4, визначається рівнянням $y = \frac{2239}{x^{1,71}}$. Кореляційне відношення (η), яке характеризує тісноту криволінійних залежностей у даному випадку становить 0,68, що також відповідає досить тісному зв'язку.

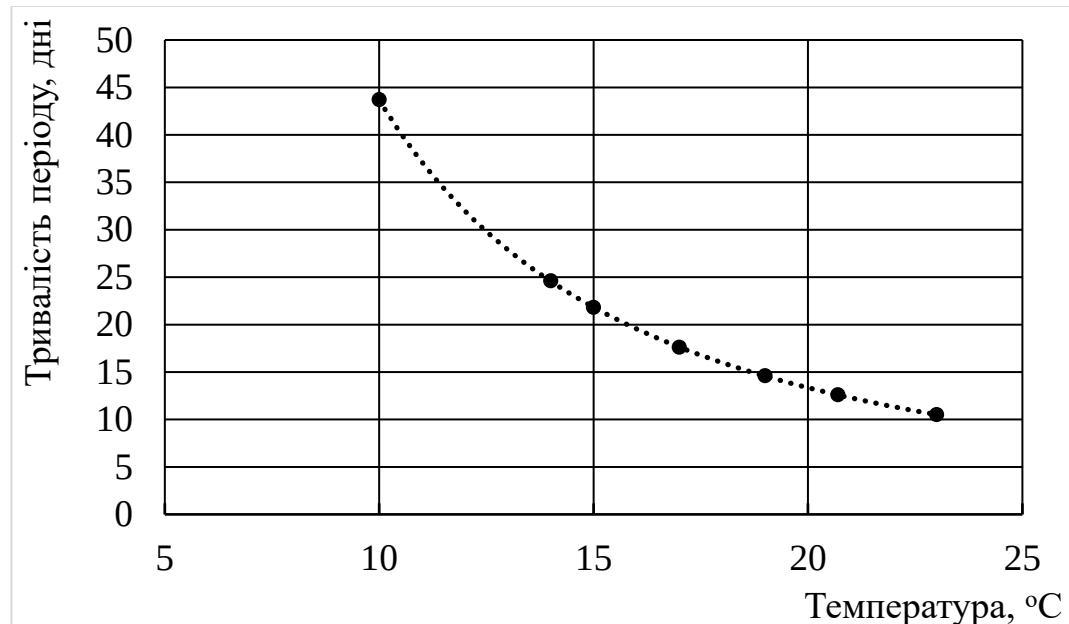


Рисунок 4.4 – Залежність тривалості періоду сходи – утворення суцвіть від середньої температури за період

4.3 Агроекологічні умови росту та розвитку гречки у період утворення суцвіть - цвітіння

Як видно з таблиці 4.5, утворення суцвіть за середньобагаторічними даним відбувається 10 червня, екстремальні дати: найраніша – 26 травня (2009 р.), найпізніша – 30 червня (2008 р.).

Цвітіння гречки в середньому спостерігається 20 червня, найраніше ця фаза наставала в 2012 р. – 6 червня, найпізніше – в 2008 р. – 10 липня. Тривалість третього міжфазного періоду в середньому складає 10 днів. Найдовшим цей період був в 2005 році – 13 днів, а найкоротшим в 2012 році – 6 днів.

Середня сума активних температур за 15-річний період склала 200 °С. Найбільша сума активних температур за цей же період склала 244 °С в 2005 році, а найменша 515°С в 2014 році. Середня сума ефективних температур за період сходи – повна стиглість склала 532°С. Найбільша сума ефективних температур за цей же період накопичилася у 1997 р. і становила 729°С, а найменша сума спостерігалась у 2012 р. - 123 °С. Середня температура повітря становила за цей період 20,1 °С, екстремальні значення становлять відповідно 17,0 та 22,8°С і відзначались відповідно в 2004 та 2017 роках

Для уточнення біологічного мінімуму періоду утворення суцвіть - цвітіння ми розглянули залежність сум активних температур від тривалості цього періоду. Ця залежність представлена на рис. 4.5.

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_3 = 14,3N_3 + 57, \quad (4.6)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °С; 14,3 – біологічний мінімум, °С; N – тривалість періоду, дні; 57 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °С, 3 – номер міжфазного періоду. Значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,84, свідчить про те, що між сумою

Таблиця 4.5 - Агроекологічні показники умов вирощування гречки в період утворення суцвіть - цвітіння

Роки	Дати настання фаз		N, дні	$\Sigma T > 8^{\circ}\text{C}$		T _{cp} , °C	ΣR , мм	W _{cp}			
	Утворення суцвіть	Цвітіння		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	6,06	18,06	12	204	108	17,0	10	15	38	116	67
2005	24,06	7,07	13	244	140	18,8	14	13	33	108	62
2006	16,06	26,06	10	202	122	20,2	14	35	88	162	94
2007	20.06	30.06	10	215	135	21,5	24	29	73	110	64
2008	30.06	10.07	10	194	114	19,4	3	11	28	101	58
2009	26.05	06.06	11	205	117	18,6	8	22	55	133	77
2010	31.05	08.06	8	163	99	20,4	22	29	73	144	83
2011	02.06	10.06	8	178	114	22,3	3	7	18	90	52
2012	31.05	06.06	6	123	75	20,5	18	25	63	118	68
2013	10.06	20.06	10	214	134	21,4	28	35	88	148	86
2014	10.06	20.06	10	176	96	17,6	0	31	78	165	95
2015	10.06	20.06	10	207	127	20,7	14	14	35	99	57
2016	02.06	14.06	12	214	118	17,8	29	25	63	128	74
2017	20.06	30.06	10	228	148	22,8	115	17	43	93	54
2018	10.06	20.06	10	225	145	22,5	49	23	58	120	69
Ср.	10.06	20.06	10	200	119	20,1	23	22	55	122	71
Найменш.	26.05	6.06	6	123	75	17,0	0	7	18	90	52
Найбільш.	30.06	10.07	13	244	148	22,8	115	35	88	165	95

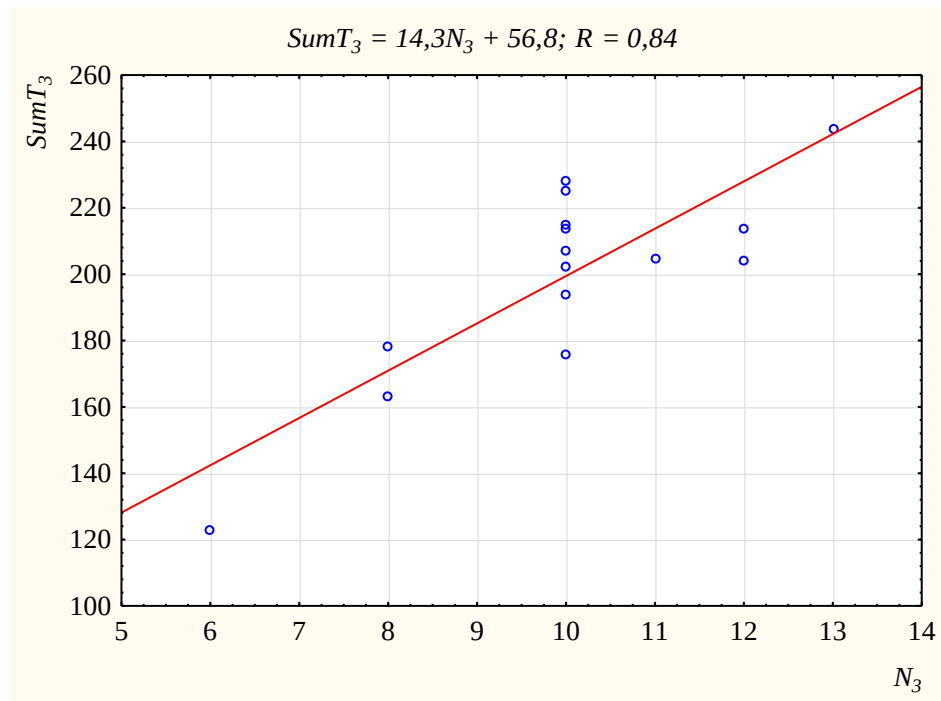


Рисунок 4.5 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду утворення суцвіть - цвітіння гречки в Вінницькій області

температур та тривалістю періоду в даному випадку існує дуже тісний прямолінійний зв'язок.

Сума опадів за розглянутий період складає в середньому 23 мм, найбільша кількість опадів випала в 2017 р. - 115 мм, а в 2014 році за цей період опадів взагалі не було.

Запаси вологи шару ґрунту 0-20 см в Вінницькій області в третій міжфазний період складають в середньому 22 мм (55 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2006 та 2013 році і становить 35 мм (88 % від НВ), в 2011 р. у цей період запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту були вкрай малі і становили 7 мм (18% НВ).

Запаси вологи шару ґрунту 0-100 см в Вінницькій області в міжфазний період утворення суцвіть – цвітіння складають в середньому 122 мм (71 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2014 році - 165 мм (95 % від НВ), найменше значення запасів вологи було відмічене в 2011 році 90 мм (52 % від НВ).

У таблиці 4.6. приведено розрахунки параметрів рівняння залежності тривалості міжфазного періоду утворення суцвіть – цвітіння від середньої температури цього періоду. Розрахунки проводились за допомогою коефіцієнту кореляції (r) за методикою [28].

$$r = \frac{\sum \Delta x_1 \Delta y_1}{\sqrt{\sum \Delta x_1^2 \sum \Delta y_1^2}} = \frac{-0,0217}{\sqrt{0,0229 \cdot 0,0945}} = \frac{-0,0217}{0,0465} = -0,47.$$

Помилка коефіцієнту кореляції

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1-(-0,47)^2}{\sqrt{15}} = \frac{0,78}{3,87} = 0,201.$$

$$r \mp \sigma_r = -0,47 \mp 0,201 = \begin{cases} -0,67 \\ -0,27 \end{cases}$$

Коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}};$$

$$\sigma_{y_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta y_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0945}{15}} = \sqrt{0,0063} = 0,0794$$

$$\sigma_{x_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0229}{15}} = \sqrt{0,0015} = 0,0391$$

$$\frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = \frac{0,0794}{0,0391} = 2,03.$$

Визначаємо коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = -0,47 \cdot 2,03 = -0,95.$$

Підставляємо в рівняння $y_1 - \overline{y_1} = R(x_1 - \overline{x_1})$ величини R , $\overline{y_1}$, $\overline{x_1}$:

$$y_1 - 0,9932 = -0,95(x_1 - 1,3015); \quad y_1 = 0,9932 - 0,95x_1 + 1,2418$$

Отримуємо пошукане рівняння зв'язку

Таблиця 4.6 – Розрахунок залежності тривалості періоду утворення суцвіть - цвітіння
від середньої температури періоду

№ п/п	x	y	x_1	y_1	Δx_1	Δy_1	Δx_1^2	Δy_1^2	$\Delta x_1 \Delta y_1$	$\Delta x_1 + \Delta y_1$	$(\Delta x_1 + \Delta y_1)^2$
1	17,0	12	1,2304	1,0792	-0,0711	0,0860	0,005048	0,007393	-0,006109	0,014930	0,000223
2	18,8	13	1,2742	1,1139	-0,0273	0,1207	0,000748	0,014579	-0,003301	0,093401	0,008724
3	20,2	10	1,3054	1,0000	0,0039	0,0068	0,000015	0,000046	0,000026	0,010651	0,000113
4	21,5	10	1,3324	1,0000	0,0309	0,0068	0,000957	0,000046	0,000210	0,037738	0,001424
5	19,4	10	1,2878	1,0000	-0,0137	0,0068	0,000188	0,000046	-0,000093	-0,006898	0,000048
6	18,6	11	1,2695	1,0414	-0,0320	0,0482	0,001023	0,002323	-0,001542	0,016206	0,000263
7	20,4	8	1,3096	0,9031	0,0081	-0,0901	0,000066	0,008120	-0,000733	-0,081980	0,006721
8	22,3	8	1,3483	0,9031	0,0468	-0,0901	0,002191	0,008120	-0,004218	-0,043305	0,001875
9	20,5	6	1,3118	0,7782	0,0103	-0,2150	0,000105	0,046246	-0,002205	-0,204795	0,041941
10	21,4	10	1,3304	1,0000	0,0289	0,0068	0,000836	0,000046	0,000197	0,035714	0,001275
11	17,6	10	1,2455	1,0000	-0,0560	0,0068	0,003135	0,000046	-0,000381	-0,049187	0,002419
12	20,7	10	1,3160	1,0000	0,0145	0,0068	0,000209	0,000046	0,000098	0,021270	0,000452
13	17,8	12	1,2504	1,0792	-0,0511	0,0860	0,002609	0,007393	-0,004392	0,034901	0,001218
14	22,8	10	1,3579	1,0000	0,0564	0,0068	0,003185	0,000046	0,000384	0,063235	0,003999
15	22,5	10	1,3522	1,0000	0,0507	0,0068	0,002569	0,000046	0,000345	0,057483	0,003304
Ср.			1,3015	0,9932							
Сума							0,0229	0,0945	-0,0217	-0,0006	0,0740

$$y_1 = 2,23 - 0,95x_1 \quad \text{чи} \quad lgy = 170 - 0,95lgx.$$

Знаходимо b ($lgb = 2,23, b = 170$).

Таким чином, залежність тривалості міжфазного періоду утворення суцвіть - цвітіння від середньої температури цього періоду, представлена на рис. 4.6, визначається рівнянням $y = \frac{170}{x^{0,95}}$. Кореляційне відношення (η), яке характеризує тісноту криволінійних залежностей у даному випадку становить 0,70, що також відповідає досить тісному зв'язку.

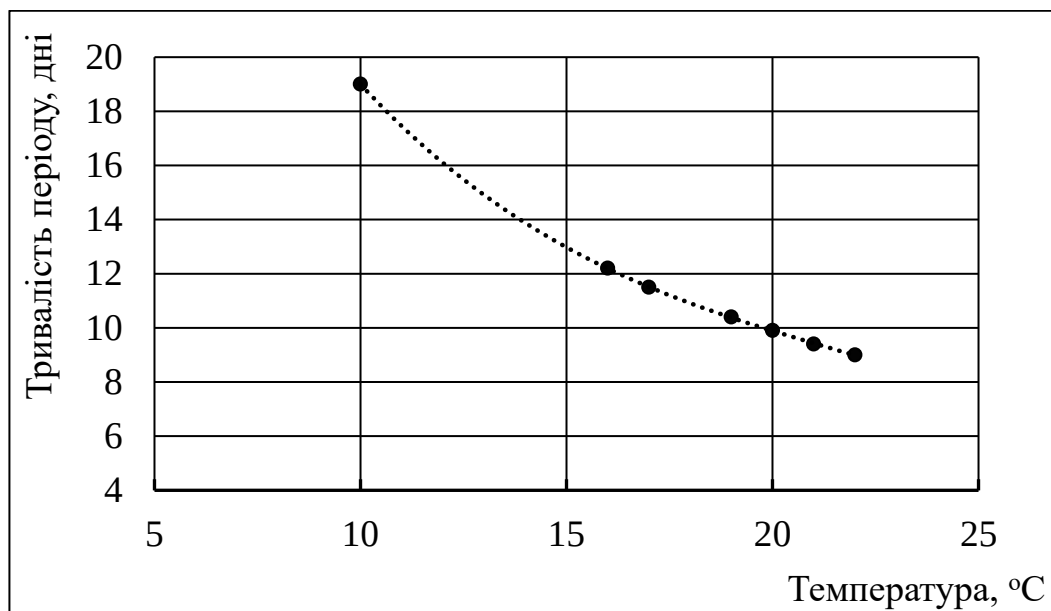


Рисунок 4.6 – Залежність тривалості періоду утворення суцвіть - цвітіння від середньої температури за період

4.4 Агроекологічні умови росту та розвитку гречки у період цвітіння - дозрівання

Як видно з таблиці 4.7, цвітіння гречки в середньому спостерігається 20 червня, найраніше ця фаза наставала в 2012 р. – 6 червня, найпізніше – в 2008 р. – 10 липня. Дозрівання в середньому спостерігається 13 серпня, найраніше дозрівання спостерігалось в 2010 і в 2011 рр. – 24 липня, найпізніше – в 2005

р. – 7 вересня. Тривалість четвертого міжфазного періоду в середньому складає 54 дні. Найдовшим цей період був в 2004 році – 60 днів, а найкоротшим в 2017 році – 41 день.

Середня сума активних температур за досліджуваний період склала 1134°C. Найбільша сума активних температур за цей період становила 1414°C в 2007 році, а найменша - 919°C в 2011 році. Середня сума ефективних температур за період цвітіння – дозрівання становить 700°C. Найбільша сума ефективних температур за цей період накопичилася також у 1997 р. і становила 918°C, а найменша сума спостерігалась також у 2011 р. - 567°C. Середня температура повітря становила за цей період 21,1 °C, екстремальні значення становлять відповідно 17,4 та 23,72°C і спостерігалися відповідно в 2005 та 2012 роках

Для уточнення біологічного мінімуму останнього міжфазного періоду ми також розглянули залежність сум активних температур від тривалості цього періоду. Ця залежність представлена на рис. 4.7.

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_4 = 14,7N_4 + 336, \quad (4.7)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °C; 14,7 – біологічний мінімум, °C; N – тривалість періоду, дні; 336 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °C, 4 – номер міжфазного періоду. Значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,81, свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку існує дуже тісний прямолінійний зв'язок.

Сума опадів за розглянутий період складає в середньому 130 мм, найбільша кількість опадів випала в 2010 р. - 258 мм, а в 2015 році за цей період випала мінімальна кількість опадів - 53 мм.

Таблиця 4.7 - Агроєкологічні показники умов вирощування гречки в період від цвітіння до дозрівання

Роки	Дати настання фаз		N, дні	$\Sigma T > 8^{\circ}\text{C}$		T _{cp} , °C	ΣR , мм	W _{cp}			
	Цвітіння	Дозрівання						0-20	% HB	0-100	% HB
2004	18.06	26.08	69	1358	806	19,7	226	23	58	118	68
2005	7.07	7.09	62	1076	580	17,4	124	12	30	80	46
2006	26.06	24.08	60	1151	671	19,2	92	19	48	107	62
2007	30.06	31.08	62	1414	918	22,8	108	16	40	79	46
2008	10.07	31.08	52	1127	711	21,7	186	13	33	77	45
2009	06.06	04.08	59	1301	829	22,1	120	30	75	130	75
2010	08.06	24.07	46	1001	633	21,8	258	27	68	123	71
2011	10.06	24.07	44	919	567	20,9	160	29	73	138	80
2012	06.06	26.07	50	1187	787	23,7	77	20	50	96	55
2013	20.06	08.08	49	1031	639	21,0	83	21	53	111	64
2014	20.06	06.08	47	990	614	21,1	149	25	63	136	79
2015	20.06	16.08	57	1228	772	21,5	53	5	13	46	27
2016	14.06	04.08	51	1133	725	22,2	79	11	28	75	43
2017	30.06	10.08	41	920	592	22,4	67	21	53	63	36
2018	20.06	13.08	64	1177	665	18,4	170	27	68	114	66
Ср.	20.06	13.08	54	1134	700	21,1	130	20	50	100	58
Найменш.	6.06	24.07	41	919	567	17,4	53	5	13	46	27
Найбільш.	10.07	7.09	69	1414	618	23,7	258	30	75	138	80

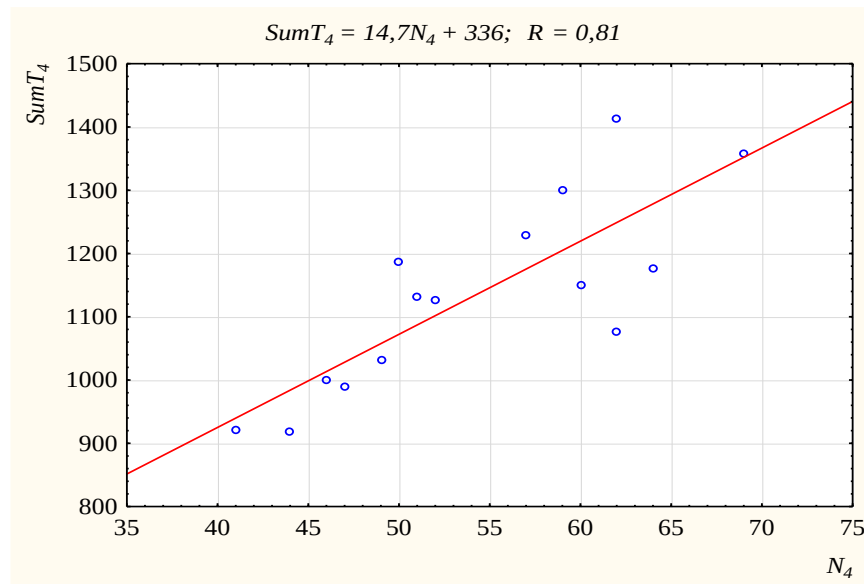


Рисунок 4.7 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду цвітіння-дозрівання гречки в Вінницькій області

Запаси вологи шару ґрунту 0-20 см в Вінницькій області в четвертий міжфазний період складають в середньому 20 мм (50 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2009 році 30 мм (75 % від НВ), в 2015 рр. у період цвітіння – дозрівання гречки запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту також були вкрай малі – 5 мм (13% НВ).

Запаси вологи шару ґрунту 0-100 см в Вінницькій області в четвертий міжфазний період складають в середньому 100 мм (58 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2011 році 138 мм (80 % від НВ), найменше значення запасів вологи було відмічене в 2015 році - 46 мм (27 % від НВ).

У таблиці 4.8. також приведено розрахунки параметрів рівняння залежності тривалості міжфазного періоду цвітіння - дозрівання від середньої температури цього періоду. Розрахунки проводились за допомогою коефіцієнту кореляції (r) за методикою [28].

$$r = \frac{\sum \Delta x_1 \Delta y_1}{\sqrt{\sum \Delta x_1^2 \sum \Delta y_1^2}} = \frac{-0,0177}{\sqrt{0,0187 \cdot 0,0624}} = \frac{-0,0177}{0,0342} = -0,52.$$

Помилка коефіцієнту кореляції

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1-(-0,52)^2}{\sqrt{15}} = \frac{0,73}{3,87} = 0,19.$$

$$r \pm \sigma_r = -0,52 \pm 0,19 = \begin{cases} -0,71 \\ -0,33 \end{cases}.$$

Коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}};$$

$$\sigma_{y_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta y_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0624}{15}} = \sqrt{0,0042} = 0,0645$$

$$\sigma_{x_1} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_1^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0187}{15}} = \sqrt{0,0013} = 0,0353$$

$$\frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = \frac{0,0645}{0,0353} = 1,83.$$

Визначаємо коефіцієнт рівняння регресії

$$R = r \frac{\sigma_{y_1}}{\sigma_{x_1}} = -0,52 \cdot 1,83 = -0,95.$$

Підставляємо в рівняння $y_1 - \bar{y}_1 = R(x_1 - \bar{x}_1)$ величини R , $\bar{y}_1$, $\bar{x}_1$:

$$y_1 - 1,7292 = -0,95(x_1 - 1,3221); \quad y_1 = 1,7292 - 0,95x_1 + 1,2560$$

Отримуємо пошукане рівняння зв'язку

$$y_1 = 2,99 - 0,95x_1 \quad \text{чи} \quad lgy = 966 - 0,95lgx.$$

Знаходимо b ($lgb = 2,99, b = 966$).

Таким чином, залежність тривалості міжфазного періоду цвітіння – дозрівання гречки від середньої температури цього періоду, представлена на

Таблиця 4.8 - Розрахунок залежності тривалості періоду цвітіння – дозрівання від середньої температури періоду

№ п/п	x	y	x_1	y_1	Δx_1	Δy_1	Δx_1^2	Δy_1^2	$\Delta x_1 \Delta y_1$	$\Delta x_1 + \Delta y_1$	$(\Delta x_1 + \Delta y_1)^2$
1	19,7	69	1,2945	1,8388	-0,0276	0,1096	0,000764	0,012023	-0,003030	0,082015	0,006727
2	17,4	62	1,2405	1,7924	-0,0816	0,0632	0,006651	0,003993	-0,005153	-0,018359	0,000337
3	19,2	60	1,2833	1,7782	-0,0388	0,0490	0,001505	0,002396	-0,001899	0,010152	0,000103
4	22,8	62	1,3579	1,7924	0,0358	0,0632	0,001284	0,003993	0,002264	0,099027	0,009806
5	21,7	52	1,3365	1,7160	0,0144	-0,0132	0,000206	0,000174	-0,000190	0,001163	0,000001
6	22,1	59	1,3444	1,7709	0,0223	0,0417	0,000497	0,001735	0,000929	0,063944	0,004089
7	21,8	46	1,3385	1,6628	0,0164	-0,0664	0,000268	0,004415	-0,001087	-0,050086	0,002509
8	20,9	44	1,3201	1,6435	-0,0020	-0,0857	0,000004	0,007353	0,000168	-0,087701	0,007691
9	23,7	50	1,3747	1,6990	0,0526	-0,0302	0,002772	0,000914	-0,001592	0,022418	0,000503
10	21,0	49	1,3222	1,6902	0,0001	-0,0390	0,000000	0,001521	-0,000005	-0,038885	0,001512
11	21,1	47	1,3243	1,6721	0,0022	-0,0571	0,000005	0,003261	-0,000125	-0,054920	0,003016
12	21,5	57	1,3324	1,7559	0,0103	0,0267	0,000107	0,000712	0,000276	0,037013	0,001370
13	22,2	51	1,3464	1,7076	0,0243	-0,0216	0,000588	0,000468	-0,000525	0,002623	0,000007
14	22,4	41	1,3502	1,6128	0,0281	-0,1164	0,000792	0,013553	-0,003277	-0,088268	0,007791
15	18,4	64	1,2648	1,8062	-0,0573	0,0770	0,003281	0,005926	-0,004410	0,019698	0,000388
Ср.			1,3221	1,7292							
Сума							0,0187	0,0624	-0,0177	-0,0002	0,0459

рис. 4.8, визначається рівнянням $y = \frac{966}{x^{0,95}}$. Кореляційне відношення (η), яке характеризує тісноту криволінійних залежностей у даному випадку становить 0,69, що також відповідає досить тісному зв'язку.

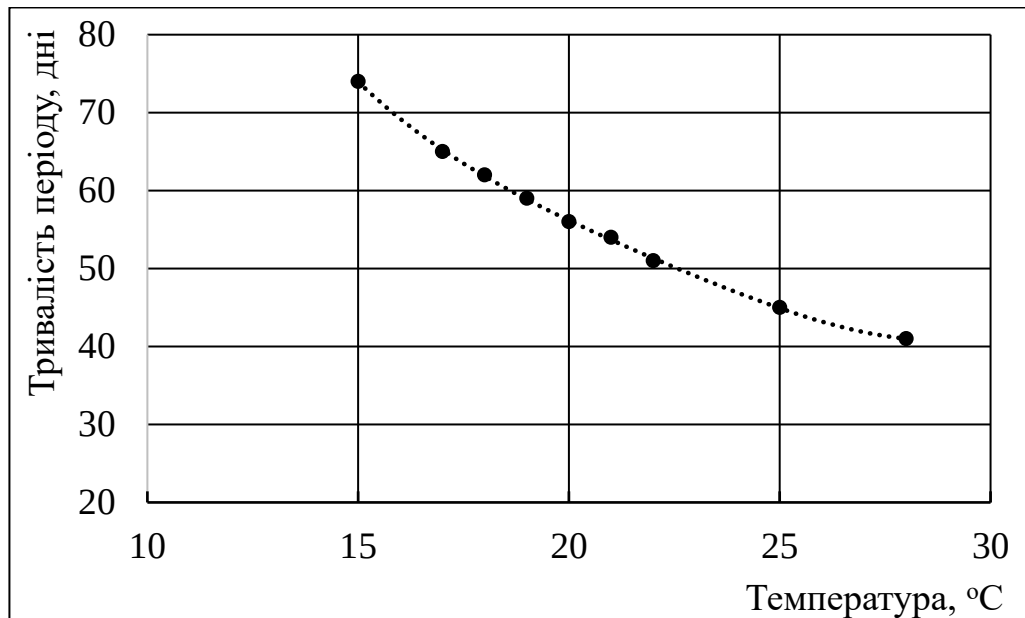


Рисунок 4.8 – Залежність тривалості періоду цвітіння – дозрівання від середньої температури за період

4.4 Характеристика агроекологічних умов вегетаційного періоду гречки

Агроекологічні умови вирощування гречки в Вінницькій області представлені в табл. 4.9. Середньобогаторічна дата сівби – 13 травня, а дата повної стиглості (дозрівання) – 13 серпня.

Середня тривалість вегетаційного періоду гречки від сівби до повної стиглості за 15 досліджуваних років становить 92 днів. Найтриваліший період спостерігався в 2004 р. і становив 114 днів, найменший – у 2014 р. – 79 днів. Сума активних температур за вегетаційний період становить у середньому 1837°C. Найменша сума активних температур спостерігалася у 2014 р. і становить 1555 °C. Найбільша сума активних температур спостерігалася у 2007 р. і становить 2311 °C.

Таблиця 4.9 - Агроєкологічні умови вирощування гречки в період сівба – повна стиглість

Роки	Дата настання фаз		Тр-ть п-ду	Сума т-р повітря вище 8°C		Сума опадів, мм	ΔW_{0-100} , мм	Еф, мм	Σd , мб	Ео, мм	V, %	Кількість декад	
	Сівба	Дозрівання		Акт.	Еф.							Зас.	Сух.
2004	4.05	26.08	114	2022	1110	257	10	267	872	425	63	5	0
2005	27.05	7.09	103	1814	990	212	136	348	786	383	91	5	1
2006	14.05	24.08	103	1880	1056	212	65	277	805	392	71	3	1
2007	22.05	31.08	101	2311	1503	168	13	181	1138	555	33	2	5
2008	24.05	31.08	98	2010	1226	254	124	378	1052	513	74	4	2
2009	29.04	04.08	97	1928	1152	179	17	196	803	391	50	1	0
2010	06.05	24.07	79	1593	961	337	4	341	694	338	100	0	0
2011	04.05	24.07	81	1601	953	192	29	221	686	334	66	2	1
2012	01.05	26.07	87	1896	1200	121	48	169	883	430	39	4	1
2013	18.05	08.08	82	1657	1001	267	40	307	631	308	100	3	2
2014	19.05	06.08	79	1555	923	208	73	281	732	357	79	0	1
2015	19.05	16.08	89	1902	1190	73	130	203	1128	550	37	2	6
2016	06.05	04.08	90	1768	1048	282	29	310	638	311	100	2	3
2017	22.05	10.08	80	1688	1048	207	53	260	853	416	63	3	1
2018	13.05	13.08	102	1936	1120	244	21	265	793	387	68	3	1
Сер.	13.05	13.08	92	1837	1099	214	63	267	833	406	69	3	2
Найм.	29.04	24.07	79	1555	923	73	4	169	631	308	33	0	0
Найб.	27.05	7.09	114	2311	1503	337	136	378	1138	555	100	5	6

Сума ефективних температур в середньому становить 1099°C, найбільша сума ефективних температур становила 1503°C в (2007 р.), а найменша - 923°C (також у 2014 р.).

За вегетаційний період гречки в середньому випадає становить 214 мм, найменша кількість опадів спостерігалась у 2015 р. і становила 73 мм, найбільша - у 2010 році - 337 мм.

Також були визначені показники зволоження вегетаційного періоду.

Вологопотреба рослин (E_o), прирівнюється до випаровуваності і визначається з формули:

$$E_o = k \sum d , \quad (4.8)$$

де k – біофізичний коефіцієнт випаровуваності даної культури, його значення ми приймаємо за 0,65; $\sum d$ - сума дефіцитів насичення вологою повітря за період, мм.

Розрахунки фактичного вологоспоживання (E_Φ) виконувались за допомогою рівняння водного балансу:

$$E_\Phi = \sum r + (W_H - W_K) \quad (4.9)$$

де $\sum r$ - кількість опадів, мм; W_H и W_K – запаси продуктивної вологи метрового шару ґрунту на початок і кінець вегетації, мм.

Вологозабезпеченість розраховується за формулою:

$$V = \frac{E_\Phi}{E_o} 100\% , \quad (4.10)$$

Вологозабезпеченість культури оцінюється за такими критеріями: 85 % і вище - відмінна; 84 - 75 % - хороша; 74 - 65 % - задовільна; 64 - 50 - погана; менше 50 % - дуже погана.

Проаналізувавши результати розрахунків, представлені в табл. 4.4, можна зробити наступні висновки. Фактичне вологоспоживання гречки за

вегетаційний період в середньому склало 267 мм, найменше значення відзначалось у 2012 р. і становило 169 мм, найбільше - 378 мм у 2008 р. Величина вологопотреби гречки за вегетаційний період становить 406 мм, коливаючись від 308 мм (2013 р.) до 555 мм (2007 р.). Значення вологозабезпеченості коливалися від 33 % (2007 р.) до 100 % (2010, 2013, 2016 р.). Середнє значення вологозабезпеченості за 15 досліджуваних років становить 69 %, тобто посіви гречки забезпечені вологою задовільно.

Також було оцінено засушливість вегетаційного періоду гречки за методом М.С. Кулика. Посушлива декада – це декада з запасами продуктивної вологи в орному шарі ґрунту менше 20 мм, суха декада – запаси продуктивної вологи менше 10 мм.

Дані також представлені у таблиці 4.9. Можна бачити, що у двох з 15-ти досліджуваних років засушливих декад протягом вегетаційного періоду взагалі не спостерігалось. Це були 2010 та 2014 рр. Також у трьох роках з 15-ти (2004, 2009 та 2010 рр.) не спостерігалось зовсім сухих декад. Однак були роки з максимальною кількістю і засушливих і сухих декад. Наприклад протягом вегетаційного періоду 2004 та 2005 рр. відзначено по 5 засушливих декад. У 2015 р. було 6 сухих декад. В середньому за 15 досліджуваних років було 3 засушливих і 2 сухих декади.

Таким чином, можна зробити висновок, що у Вінницькій області лімітуючим фактором для вирощування гречки є волога. Тому для отримання сталих та високих урожаїв треба це враховувати.

4.5 Агроекологічне обґрунтування оптимізації мінерального живлення посівів гречки.

Як відзначається у багаточисленних відомостях стосовно урожаїв гречки в Україні, Вінницька область на сьогоднішній день залишається одним з основних регіонів її виробництва. Відзначається, що незважаючи на те, що гречка є найважливішою круп'яною культурою, середні врожаї культури до

теперішнього часу є невисокими та нестабільними, тому не відбуваються збільшення посівних площ під культурою.

Середня врожайність гречки в Україні не перевищує 13 ц/га. В останні роки спостерігається деяке збільшення урожаїв в сприятливі роки і в окремих областях (Додаток Б), але у цілому ситуація є дуже нестабільною і для її покращення необхідно вживати значних зусиль, як науковців, так і виробників.

Підвищення урожайності можливе за рахунок виведення нових високоврожайних сортів, здатних адаптуватися, зокрема до змін клімату, а також дотримання всіх складових технології вирощування. В Україні найпотужніші дослідження з селекції та агротехніки вирощування гречки проводяться в науково-дослідному інституті круп'яних культур ім. О.С. Алексєєвої, що відноситься до Подільського державного аграрно-технічного університету. Багаточисленні дослідження фахівців цієї установи присвячені вивченню впливу строків сівби, густоти посівів, сортових особливостей і агротехнічних прийомів на підвищення ефективності вирощування культури [29-32].

У системі агротехнічних прийомів вирощування сталих високих урожаїв особливе значення має використання підживлення рослин гречки мінеральними добривами. Середня урожайність гречки по Україні не перевищує 13 ц/га, це є майже критичною величиною, тому що за даними [33] у сучасних умовах вирощування гречки за урожайності нижче 1,30 т/га є економічно не вигідно. За даними статуправління середній урожай гречки в Україні у нинішньому році становив 13,5 ц/га, що практично стало найбільшим значенням за останні роки.

У даній роботі було проведено спробу визначити норми добрив на отримання урожаю не менше 20 ц/га, тому що за даними за 2019 р., наведеними у Додатку А, можна бачити, що отримання таких урожаїв цілком можливе в Україні. Розрахунки проводилися за методикою, представленою в [34].

Як відомо, у зерні гречки міститься 1,8% азоту, 0,58% фосфору і 0,27% калію. З урожаєм 20 ц/га рослини з ґрунту виносять:

азоту - 36 кг ($20 \text{ ц/га} \cdot 1,8 \text{ кг/ц}$);

фосфору – 11,6 кг ($20 \text{ ц/га} \cdot 0,58 \text{ кг/ц}$);

калію – 5,4 кг ($20 \text{ ц/га} \cdot 0,27 \text{ кг/ц}$).

У пізньостиглих сортів гречки на 1 частину зерна приходить 2 частини листостеблової маси (тобто в сумі 3 частини). Урожаю 20 ц/га зерна при цьому відповідає 40 ц/га соломи ($20 \cdot 2$), в 1 ц якої міститься 0,8% азоту, 0,62% - фосфору і 1,52% калію. З урожаєм 40 ц/га соломи виніс становить:

азоту - 32 кг ($40 \text{ ц/га} \cdot 0,8 \text{ кг/ц}$);

фосфору – 24,8 кг ($40 \text{ ц/га} \cdot 0,62 \text{ кг/ц}$);

калію – 60,8 кг ($40 \text{ ц/га} \cdot 1,52 \text{ кг/ц}$).

Загальний винос становить додаток виносів з основною (зерно) і побічною (солома) продукцією:

азоту - 68 кг/га ($36+32$);

фосфору – 36,4 кг/га ($11,6+24,8$);

калію – 66,2 кг/га ($5,4+60,8$).

На 1 ц зерна з відповідною йому кількістю листостеблової маси рослин винесеться:

азоту - 3,4 кг ($68 \text{ кг/га} : 20 \text{ ц/га зерна}$);

фосфору – 1,82 кг ($36,4 \text{ кг/га} : 20 \text{ ц/га}$);

калію – 3,31 кг ($66,2 \text{ кг/га} : 20 \text{ ц/га}$).

Згідно з [34] отримання високих урожаїв гречки можливе лише на ґрунтах з оптимальними агротехнічними показниками. На сірих лісових ґрунтах вміст гумусу повинен бути не менше 2,8%, а на чорноземах – не менш 3,5%. Вміст фосфору і калію у ґрунті повинно бути 16 мг/100 г, для чорноземних ґрунтів – відповідно 16 та 20 мг/100 г. За даними [2], середній показник вмісту гумусу по області складає 2,69%, що є досить низьким показником. Це пов'язано з тим, що внесення органічних добрив в області є критичним.

Як відомо, вміст гумусу в орному шарі повинен бути не менше 2,5%. Тоді біологічні і фізико-хімічні процеси в ґрунті підтримуються на достатньому рівні. Якщо вміст гумусу є меншим, помітно погіршуються агрономічно цінні властивості ґрунтів. За даними [2] ґрунтів з вмістом гумусу нижче критичного рівня в області нараховується 523,7 тис. га, що складає 41,4 %.

Ґрунти Північної та Південної зони області більш родючі, вміст гумусу є вищим (2,74-3,48%); центральна частина області, де ґрунтовий покрив представлений сірими лісовими ґрунтами, що за своєю природою є досить бідними на вміст органічної речовини (2,03%), досить відчутно знижує середній показник вмісту гумусу по області [2].

За рахунок здатності до засвоєння поживних речовин з важкодоступних поєднань, особливо фосфорних, завдяки виділенню коренями мурашиної, оцтової та щавлевої кислот, гречка є менш вимогливою до родючості ґрунту.

Однак гречка має дуже високі показники виносу NPK та коротким періодом їх засвоєння. Так, за 30-40 днів після сівби рослини споживають більше 60% азоту і калію і до 50% фосфору від їх максимальної кількості. До азоту гречка менш вимоглива, ніж до фосфору та калію. Азот є необхідним для нормального росту та розвитку кореневої системи на початку вегетації. Надлишок азоту спричиняє надлишковий розвиток вегетативної маси, подовження періоду вегетації та зниження плодоутворення. Своєчасне регулювання оптимального співвідношення між азотом, фосфором і калієм забезпечує максимальне утворення плодів і отримання високих урожаїв гречки.

У таблиці 4.10 наводиться схема розрахунку норм NPK на отримання урожаю зерна гречки порядку 20 ц/га. Тут можливий винос рослинами азоту, фосфору і калію з ґрунту визначається за формулою:

$$B_{\Gamma} = PK_{\Gamma} K_{\Gamma}, \quad (4.11)$$

де Π – вміст елементу живлення у ґрунті, мг/100 г, у нашому випадку значення взяті з [2] (Додаток Б); K_m – коефіцієнт для переведу поживного елементу з мг/100 г в кг/га, згідно з методикою, він становить у нашому дослідженні 30 кг/га; K_r – коефіцієнт використання поживної речовини ґрунту.

K_r у методиці, що ми використовуємо, прийняті для азоту, фосфору і калію відповідно 0,25, 0,08 та 0,15. Тобто азот з ґрунту використовується на 25%, фосфор – на 8%, калій – на 15%.

Таблиця 4.10 – Розрахунок норм NPK на заданий урожай гречки

Показник	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Винос елементу на 1 ц зерна з соломою (B_1), кг	3,4	1,82	3,31
Загальний винос ($B_{\text{заг}} = Y_{\text{прог}} B_1$), кг/га	68	36,4	66,2
Вміст у ґрунті:			
мг/100 г (Π)	8	8,7	10,8
кг/га (PK_m ; $K_m = 30$ кг/га)	240	261	324
Коефіцієнт використання з ґрунту (K_r)	0,25	0,08	0,15
Можливий винос з ґрунту ($B_r = PK_m K_r$), кг/га	60	20,9	48,6
Необхідно внести з мінеральними добривами ($B_d = B_{\text{заг}} - B_r$), кг/га	8	15,5	17,6
Коефіцієнт використання з туків NPK (K_v)	0,6	0,35	0,65
Норми NPK ($D_{\text{д.р.}} = B_d : K_v$), кг/га	13	44	27

За рахунок поживних речовин ґрунту можна отримати :

по азоту - 17,6 ц/га (60 кг/га : 3,4 кг/ц);

по фосфору – 11,5 ц/га (20,9 кг/га : 1,82 кг/ц);

по калію - 14,7 ц/га (48,6 кг/га : 3,31 кг/ц).

Тобто у середньому урожай по ефективній родючості становить
(17,6 + 11,5 + 14,7) : 3 = 43,8 : 3 = 14,6 ц/га.

На долю елементів живлення туків припадає 20 - 14,6 = 5,4 ц/га зерна.
При використанні 84 кг/га NPK окупність становить 6,4 кг зерна
(5,4 ц/га : 84 кг/га NPK = 6,4 кг).

Мінеральні добрива застосовують безпосередньо під гречку. Фосфорні і калійні вносять під зяблеву оранку, а азотні – весною під передпосівну

культивувацію. Кращий строк для підживлення – фаза бутонізації – початок цвітіння [34].

Таким чином, для вирощування високих і сталих урожаїв гречки в Вінницькій області необхідно чітко визначати, які з агроекологічних показників більш за все впливають на величину урожаю. Також треба намагатися знівелювати вплив чинника, що є лімітуючим. Оскільки для посівів гречки таким фактором є зволоження, доцільно вирощувати культуру на зрошенні. В сухі роки достатньо проведення 3–4 поливів поливною нормою 340–350 м³/га при зрошувальній нормі 1050–1360 м³/га [35].

Також необхідно використовувати сорти, вимоги яких до умов вирощування будуть цілком задовольнятися агроекологічними ресурсами території вирощування. Необхідно суворо дотримуватися технологій вирощування культури та використовувати підживлення посівів мінеральними добривами.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи можна зробити наступні висновки.

1. Аналіз динаміки урожайності гречки за період 1998-2017 рр., проведений з використанням методу гармонійних вагів, показав, що найбільший урожай 13,8 ц/га було зібрано в 2014 р. Найменші урожаї становили 4,2 і 5 ц/га в 1999 і 1998 рр. Середня урожайність за двадцять досліджуваних років становить 8,6 ц/га, тенденція урожайності позитивна і становить 0,4 ц/га.

Значення трендової компоненти урожайності за двадцять років зросли з 5,5 ц/га у 1998 р. до 12 ц/га у 2017 р., що свідчить про суттєве підвищення культури землеробства у Вінницькій області при вирощуванні гречки в останній час.

Найбільш несприятливими для вирощування гречки були 2006 та 2015 рр., саме у ці роки спостерігалися найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду. Найбільш сприятливим був 2000 р., коли спостерігалось найбільше додатне відхилення від лінії тренду.

Аналіз кліматичної складової урожайності за методикою В.М. Пасова показав, що стосовно вирощування гречки Вінницьку область можна віднести до території стабільних урожаїв.

Ймовірнісний аналіз урожайності показав, що урожаї гречки порядку 13 ц/га (нижче цієї величини вирощувати гречку є не вигідним економічно) отримують з ймовірністю 10 % (тобто раз в десять років).

2. Були проаналізовані агроєкологічні умови окремих міжфазних періодів гречки. Визначені величини тривалості періодів, суми активних та ефективних температур, середні температури та суми опадів за період, запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту.

Також було уточнено біологічні мінімуми гречки по міжфазним періодам. Вони становлять: для періоду сівба-сходи 14,3°C; сходи – утворення

суцвіть 18,1°C; утворення суцвіть – цвітіння 14,3°C; цвітіння-дозрівання 14,7°C. Також були визначені залежності тривалості міжфазних періодів від середніх температур для тих же періодів. Загальною закономірністю є те, що з збільшенням середньої температури тривалість міжфазного періоду зменшується.

3. Були проаналізовані агроєкологічні умови всього вегетаційного періоду гречки. Аналіз цих умов показав, що теплом посіви зазвичай забезпечені повністю, а лімітуючим фактором при вирощуванні гречки в Вінницькій області є волога.

4. Було визначено, що для отримання сталих урожаїв необхідно чітко дотримуватися технологій вирощування, використовувати сорти, адаптовані до агроєкологічних умов вирощування, найкраще сорти української селекції.

5. Оскільки важливою умовою отримання високих урожаїв є використання мінеральних добрив, було визначено норми NPK для отримання урожаїв зерна гречки відповідних потенціалу культури.

СПИСОК СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рожков А. О. Рослинництво: навч. посібник / А.О. Рожков, Є. М. Огурцов. Харків: Тім Пабліш Груп, 2017. 363 с.
2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2017 рік). Вінниця: Департамент агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів Вінницької ОДА, 2018. 247 с.
3. Агрокліматичний довідник по Вінницькій області (1986 – 2005 рр) / за ред. Т.І. Адаменко. [Електронний ресурс]: Вінниця, 2013. 214 с.
4. Сухий П.О., Дарчук К.В., Зелена Н.А. Аналіз використання земельних ресурсів Вінницької області / Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2012. Вип. 9 (234). С. 32-38.
5. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2009 рік). Вінниця: Державне управління охорони навколишнього природного середовища у Вінницькій області, 2010. 165 с.
6. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка- Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 108 с.
7. Савицкий К.А. Гречиха. Москва: Колос, 1970. 312 с.
8. Рослинництво: Підручник / Влох В.Г., Дубковецький С.В., Кияк Г.С., Онищук Д.М.; за ред. В.Г. Влоха. Київ: Вища школа, 2005. 382 с.
9. Якупова Р.А. Экономическая эффективность возделывания гречихи / Аграрная наука. 2009. №1. С. 4-6.
10. Парахин Н.В. Гречиха: биологические возможности и пути их реализации / Вестник Орловского ГАУ. 2010. №4. С. 4-8.
11. О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко Рослинництво: Підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
12. Яцишен О.Л., Тараненко Л.К. Перспективи вирощування гречки в Україні / Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН України”. 2015. Випуск 3. С.93-98.

13. Наполова Г.В., Наполов В.В. Отношение растений видов и сортов гречихи к основным абиотическим факторам / Вестник Орловского ГАУ. 2007. №.2. С. 32-36.
14. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. Москва: Россельхозиздат, 1977. 187 с.
15. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство. Київ: Урожай, 1994. 326 с.
16. Иванова-Зубкова Н.З. Прогноз средней областной урожайности гречихи в Нечерноземной зоне Европейской части СССР. Методические указания. Москва: Гидрометеиздат, 1973. 12 с.
17. Филин В.В. Влияние норм высева, способов и видов посева на урожайность гречихи на южных черноземах Волгоградской области Дис. канд. наук. Волгоград, 2016. 132 с.
18. Пархуць Б. Вплив основних елементів сортової агротехніки на врожайність гречки в умовах Західного Лісостепу України / Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія. 2018. № 22(1). С. 299-303.
19. Официальный сайт Головного управління статистики в Вінницькій області. Режим доступу: <http://vin.ukrstat.gov.ua/>
20. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. 175 с.
21. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. 319 с.
22. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. 115 с.
23. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. 362 с.
24. Вольвач О.В., Вольвач В.В. Агromетeоролoгiчнi вимiрювaння. Пiдручник. Одеса: Екологiя, 2006. 200 с.
25. Алексеева О.С. Гречка. Київ: Урожай, 1976. 134 с.

26. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Основи агрометеорології: Конспект лекцій. Одеса: "ТЕС", 2004. 150 с.
27. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. Одеса, 2001. 400 с.
28. Уланова Е.С., Сиротенко О.Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. 198 с.
29. Коруняк О.П., Бурдига В.М., Рарок А.В., Рарок В.А. Колекція світового генофонду роду *Fagopyrum mill*: формування, вивчення та використання зразків генофонду / Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2017. Вип. 26. С. 87-93.
30. А.В. Рарок Удосконалення технології вирощування гречки оптимізацією способів сівби / Вісник аграрної науки. 2015. Листопад. С. 73-75
31. Гаврилянчик Р.Ю., Рарок А.В. Особливості формування елементів продуктивності посівів гречки залежно від оптимізації параметрів сівби / Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка, 2017. Вип. 27. С. 11-16.
32. Осадчук О.О., Гаврилянчик Р.Ю. Формування площі листкової поверхні гречки звичайної у весняних і літніх посівах в умовах Лісостепу західного / Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2017. Вип. 27. С. 45-51.
33. Безручко О.І. Ринок сортів рослин України: гречка звичайна (*Fagopyrum esculentum* Motnch.) / Сортівивчення та охорона прав на сорти рослин: науково-практичний журнал. 2010. № 2(12). С. 71-79.
34. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. Москва: Россельхозиздат, 1977. 187 с.
35. Колотова Ю.И., Шильникова Т.И., Пак С.Б. Водопотребление и режим орошения гречихи на лугово-черноземовидных почвах Юга Приамурья / Вестник КрасГАУ. 2015. №1. С. 131-142.

ДОДАТКИ



За даними сайту Superagronom.com. Режим доступу

<https://superagronom.com/news/8203-nazvano-regioni-z-nayvischoyu-vrojaynistyu-grechki-v-ukrayini--urojay-onlayn-2019>

Таблиця - Основні показники якості ґрунтів [2]

Агрохімічні показники	Середній показник по області
Вміст органічної маси (гумусу), %	2,69
Вміст легкогідролізованого азоту, N мг/кг ґрунту	80
Вміст рухомих форм фосфору, P_2O_5 мг/кг ґрунту	87
Вміст обмінного калію, K_2O , мг/кг ґрунту	108
Реакція ґрунтового розчину (кислотність), pH	5,5