

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра агрометеорології та агроекології

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Агрометеорологічні умови вирощування ярого ячменю
в Херсонській області

Виконав студент 4 року навчання
групи МКА-41
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва напряму підготовки)

Паскалов Станіслав Захарійович
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., доцент

Вольвач Оксана Василівна

Консультант _____ - _____

Рецензент к.геогр.н., доцент

Волошина Олена Вікторівна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут

Кафедра агрометеорології та агроекології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агрометеорології та агроекології
Польовий А.М.
« 27 » квітня 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Паскалову Станіславу Захарійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Агрометеорологічні умови вирощування ярого ячменю
в Херсонській 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 « 17 » квітня 2020 року № 40 - С

2. Строк подання студентом роботи 03 червня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: щорічні середньообласні дані метеорологічних та агрометеорологічних спостережень по Херсонській області (середньодекадні температури, суми опадів за декаду, середньодекадний дефіцит вологості повітря, запаси продуктивної вологи у метровому та орному шарах ґрунту під ярим ячменем, фенологічні дані по ярому ячменю) за період 1997-2016 рр., а також дані про середньообласну урожайність ярого ячменю за ці роки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Визначити показники агрометеорологічних умов трьох міжфазних періодів ячменю ярого та вегетаційного періоду у цілому для території Херсонської області. Провести уточнення біологічного мінімуму для кожного міжфазного періоду ячменю. Провести аналіз динаміки урожайності ярого ячменю за допомогою методу гармонійних зважувань. Провести ймовірнісний аналіз урожайності. Визначити агрометеорологічні показники, що найбільше впливають на урожайність ярого ячменю та побудувати рівняння множинної регресії.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Графіки зв'язку тривалості міжфазних періодів ячменю та сум температур за відповідні періоди, графік динаміки урожайності та лінія тренду, графік відхилень урожайності від лінії тренду. Ймовірнісна крива урожайності ярого ячменю.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою бакалаврської кваліфікаційної роботи.	27.04.2020 р. - 04.05.2020 р.	90	5 (відмінно)
2.	Написання першого та другого розділів бакалаврської кваліфікаційної роботи.	05.05.2020 р. - 10.05.2020 р.	90	5 (відмінно)
	Рубіжна атестація	11.05.2020 р. 16.05.2020 р.	90	5 (відмінно)
3.	Розрахунок показників агрометеорологічних умов міжфазних періодів ярого ячменю та вегетаційного періоду у цілому.	17.05.2020 р. - 20.05.2020 р.	90	5 (відмінно)
4	Проведення аналізу динаміки урожайності за методом гармонійних зважувань. Проведення ймовірнісного аналізу урожайності. Проведення кореляційного аналізу. Написання третього розділу бакалаврської кваліфікаційної роботи.	21.05.2020 р. - 28.05.2020 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.	29.05.2020 р. - 03.06.2020 р.	90	5 (відмінно)
	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	90,0	-

Студент _____
(підпис)

Паскалов С.З.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Вольвач О.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Паскалов С.З. Агрометеорологічні умови вирощування ярого ячменю в Херсонській області

Актуальність обраної теми визначається невідповідністю врожаїв ярого ячменю (як і інших сільськогосподарських культур) біологічним можливостям сортів і біокліматичному потенціалу території вирощування, що часто спостерігається у виробництві. Крім того, не достатньо вивчено питання про зміни термічних ресурсів вегетаційного періоду у зв'язку із змінами клімату, особливо у південній частині України. Ячмінь є цінною зернофуражною культурою, частка якої в балансі концентрованих кормів є значною. Значна частина посівів ярого ячменю знаходиться в Степовій зоні, тому для досліджень була взята територія Херсонської області.

Метою даної роботи є визначення агрометеорологічних показників вирощування ярого ячменю, уточнення її біологічного мінімуму по міжфазним періодам вегетації, виявлення показників, що найбільше впливають на урожайність культури.

Об'єкт дослідження – посіви ярого ячменю в Херсонській області.

Предмет дослідження - вплив агрометеорологічних умов на продуктивність ячменю в Херсонській області.

Методи дослідження - статистичні методи.

Вперше: була проаналізована динаміка урожайності ячменю за останні двадцять років, визначені агрометеорологічні показники умов вегетації ячменю у сучасний період, уточнені значення біологічного мінімуму, виділені показники, що найбільш впливають на урожайність культури.

Отримані результати можуть бути використані при виконанні комплексної оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно вирощування ячменю та оцінки урожаїв, що очікуються.

Робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, переліку посилань, додатків. Повний обсяг роботи становить 57 сторінок, 10 рисунків, 7 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 33 найменування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ярий ячмінь, динаміка урожайності, біологічний мінімум, тривалість вегетаційного періоду, кореляційний аналіз, урожай.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ	9
2 МОРФОБІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ	14
2.1 Морфобіологічна характеристика ярого ячменю.....	14
2.2 Вимоги ярого ячменю до умов навколишнього середовища.....	17
2.3 Сучасні сорти ярого ячменю.....	20
3 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ	21
3.1 Аналіз динаміки урожайності ярого ячменю.....	21
3.2 Фази розвитку ярого ячменю та їх ознаки.....	25
3.3 Агрометеорологічні умови росту та розвитку ярого ячменю у період сівба-сходи.....	27
3.4 Агрометеорологічні умови росту та розвитку ярого ячменю у період сходи – колосіння.....	32
3.5 Агрометеорологічні умови росту та розвитку ярого ячменю у період колосіння – повна стиглість.....	36
3.6 Характеристика агрометеорологічних умов вегетаційного періоду ярого ячменю.....	40
3.7 Дослідження впливу агрометеорологічних умов на урожайність ярого ячменю.....	44
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53
ДОДАТОК	56

ВСТУП

Основою агропромислового комплексу будь-якої держави є виробництво зерна. Зерно використовується для виробництва продуктів харчування (мука, хліб, кондитерські вироби, крупи), кормів для тварин, а також слугує сировиною для промисловості при виробництві спирту, крохмалю та інших продуктів.

Ячмінь - найдавніша зернова культура. Вона була відома народам Закавказзя і західних відрогів Гімалаїв ще в доісторичні часи. Дослідження єгипетських мумій свідчать про вирощування в Єгипті ячменю за 4 - 5 тис років до н. е. На території України він відомий за 3 тис років до н. е.

Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) належить до хлібів так званої першої групи та є зернофуражною культурою (як і овес). Зерно цих культур використовують як на продовольчі, так і на кормові цілі. Зерно ячменю містить 12% білку, 2,1% жиру та 5,5% клейковини. З скловидного зерна ячменю виробляють перлову і ячну крупу, які містять 9-11% білка і близько 84% крохмалю, а також сурогат кави. Муку з зерна ячменю можна за необхідністю додавати до пшеничної (у кількості 15-20%), так як вона в чистому вигляді є малоприсадною до випікання хліба через низьку якість клейковини. Зерно ячменю використовують для годівлі тварин, в 1 кг зерна міститься 1,27 кормових одиниць. Відходи пивоваріння (пивну дробину) також використовують на корм тваринам.

Зерно ячменю також використовують у пивоварінні для виробництва солоду. Для цих цілей підходить дворядний ячмінь з масою 1000 зернин не менше 42 г, натурою (об'ємною вагою) зерна не менше 610 г/л, з добре виповненим і вирівняним зерном, яке має понижену плівчастість (8-10 %). Так як солод виробляють з пророщеного зерна ячменю, важливо, щоб енергія проростання була не менше 90-95%. Вміст переважно високомолекулярного білка повинен становити 9-11%, вміст крохмалю - не менше 60%,

екстрактивність (вміст органічної речовини, здатної переходити у водний розчин під впливом ферментів ячмінного солоду) – не нижче 78% [1, 2].

Ячмінь характеризується підвищеним вмістом антивірусних та антибактеріальних речовин, зокрема, лізину і гордецину. Тому з давніх часів у народній медицині широко використовували ячмінні відвари та настоянки як популярний засіб для лікування грибкових та запальних захворювань шкіри, органів дихання та шлунково-кишкового тракту [3].

Ячмінь добре зарекомендував себе при вирощуванні у змішаних посівах. Наприклад, при вирощуванні ячменю разом з житом, рослини ячменю менше потерпають від шкідників і дають більш високий урожай [4]. При вирощуванні ячменю разом із вівсом урожайність зерна суміші була на 3-4 ц/га більше, ніж при вирощуванні цих зернових у чистому вигляді. Крім того, при вирощуванні у суміші стебла ячменю менше полягають, ніж в чистому посіві [5]. При вирощуванні ячменю з горохом збільшується як його урожай, так і вміст у ньому сирого протеїну. Також горох у змішаних посівах менше полягає і легше збирається комбайном [6].

Завдяки своїм біологічним особливостям ячмінь є хорошим компонентом в наборі культур польової сівозміни. Ячмінь має порівняно короткий вегетаційний період, тому рано звільняє поле для підготовки ґрунту під наступну культуру. Також ячмінь є страховою культурою у випадках пересіву весною посівів озимих культур, що погано перезимували [4].

Ячмінь посідає третє місце в українському виробництві зернових після кукурудзи та пшениці. У 2017 р. в Україні було зібрано 9,9 млн т - це четвертий показник у світі. Більше виробляють тільки Австралія, Росія та ЄС. За нами - Канада, Туреччина, США, Аргентина, Казахстан та Іран. Використання перспективних сортів ярого та озимого ячменю вітчизняної селекції суттєво підвищило врожайність та рівень конкурентоспроможності виробництва.

За останні 10 років посівні площі ячменю в Україні скоротились в два рази: з 5,8 млн га в 2003 р. до 2,9 млн га в 2017 р. Причина - розширення площі

посівів під кукурудзою, соняшником і соєю. При цьому врожайність за останні 7-8 років збільшилася з 20 ц/га до 34,3 ц/га. До цього вона 15 років залишалася на одному рівні. Однак це все одно в два рази нижче за показник ЄС - там вона складає 70 ц/га. Але у передових господарствах Полісся протягом останніх років вже вдається отримати урожаї ячменю близько 60 ц/га [7].

У даній кваліфікаційній роботі вирішуються наступні питання:

1. Визначити біологічні особливості ячменю ярого та його вимоги до умов навколишнього середовища.
2. Визначити показники агрометеорологічних умов трьох міжфазних періодів ячменю та вегетаційного періоду у цілому для території Херсонської області.
3. Провести уточнення біологічного мінімуму для кожного міжфазного періоду ячменю ярого.
4. Проаналізувати динаміку урожайності ярого ячменю в Херсонській області.
5. Визначити агрометеорологічні показники, що найбільш впливають на урожайність ячменю в Херсонській області.

В якості вихідної інформації використовувались метеорологічні та агрометеорологічні дані спостережень по Херсонській області за період 1997-2016 рр., а також дані про середньообласну урожайність ярого ячменю за ці роки.

1 АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Херсонська область знаходиться на півдні України в межах степової зони помірного географічного поясу Євразії. Із заходу на схід територія області простягається на 258 км (крайні точки - $31^{\circ} 46'$ та $35^{\circ} 09'$ східної довготи), з півдня на північ на 180 км (крайні точки - $45^{\circ} 58'$ та $47^{\circ} 05'$ північної широти). Площа області - 28,6 тис. км (восьме місце серед областей України). Херсонська область межує на заході з Миколаївською областю, на півночі – з Дніпропетровською, на північному сході - із Запорізькою, на півдні області омивається Чорним і Азовським морями та межує з Автономною Республікою Крим.

Карта-схема агрокліматичного районування території Херсонської області з легендою до неї представлена на рис. 1.1 [8]. Клімат Херсонської області помірно-континентальний із порівняно м'якою зимою та жарким тривалим літом. Середня температура повітря за рік по області становить $9,8-10,8^{\circ}\text{C}$. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус $0,8-2,2^{\circ}\text{C}$, середня температура липня (найтеплішого місяця) - $22,9-23,9^{\circ}\text{C}$.

Найнижча температура повітря по області відмічалася у січні 1997 року (метеостанція Асканія-Нова) і становила $26,0^{\circ}\text{C}$ морозу. За весь період спостережень абсолютний мінімум температури повітря зафіксований у січні 1950 року (метеостанція Нижні Сірогози) та в лютому 1954 року (метеостанція Асканія-Нова) і становив $30,9^{\circ}\text{C}$ морозу. Абсолютний максимум зафіксований у липні 2002 року і становив $40,5^{\circ}\text{C}$ тепла (метеостанція Херсон).

Зимовий період на Херсонщині триває 62-77 днів - з 6-14 грудня до 14-22 лютого, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0°C у бік потепління та починається весна.

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5 °С і вище) триває 229-237 днів, починається в середньому по області 20-25 березня і закінчується 9-14 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5 °С за цей період змінюється від 3635 °С на сході до 3770 °С у центрі області, у приморських районах - від 3810 °С до 3860 °С.

Період активної вегетації с.-г. культур (із середніми добовими температурами повітря 10 °С і вище) триває 183-189 днів, змінюючись в окремі роки від 162 до 219 днів, у приморських районах - від 148 до 154 днів, починається 13-17 квітня і закінчується 15-20 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10 °С за цей період змінюється від 3285 °С на півночі до 3415 °С в центрі області, в приморських районах - від 3455 °С до 3495 °С. В окремі роки ця сума коливається від 2850 °С до 3685 °С, у приморських районах - від 3105 °С до 3745 °С .

Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15 °С і вище), триває в області 132-142 дні - з 11-17 травня до 24-30 вересня. Сума позитивних температур повітря вище 15 °С за цей період змінюється від 2585 °С на півночі до 2735 °С в центрі області, в приморських районах - 2800 °С - 2830 °С.

Середня кількість опадів по області за рік становить 444 мм, змінюючись по території від 368 до 503 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 239 до 969 мм. Близько 65 % від річної кількості опадів випадає в теплий період року. Херсонська область - найбільш засушлива область України. Переважна кількість опадів випадає в літній період у вигляді злив. Сніговий покрив нестійкий і утримується кілька десятків днів, а в прибережній частині області ще менше - близько 15 днів.

Клімату Херсонщини притаманні суховії - сильні вітри (зі швидкістю більше 5 м/с) при низькій вологості повітря (менше 30 %) та високих температурах повітря (вище 25 °С). Вони негативно впливають на розвиток с.-г. культур, що призводить до істотного зниження їх урожайності.

Агрокліматичні райони та підрайони	Показники агрокліматичних ресурсів за період активної вегетації сільськогосподарських культур		
	гідротермічний коефіцієнт (ГТК)	сума позитивних температур повітря вище 10 °С	кількість опадів, мм
I. Високого рівня теплозабезпечення, посушливий	0,9–1,0	3300–3400	290–320
II. Високого рівня теплозабезпечення, дуже посушливий	0,7–0,8	3450–3550	260–290

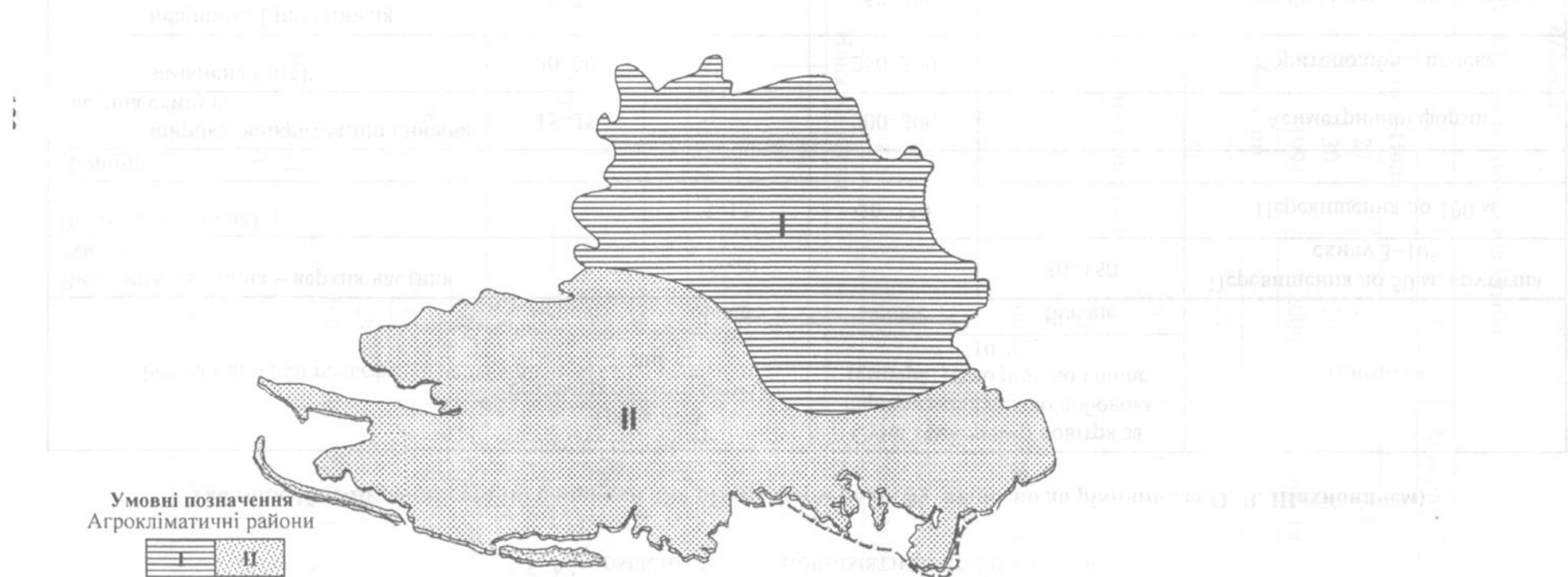


Рис. – 1.1 – Агрокліматичне районування Херсонської області [8]

У вегетаційний період на території області (крім приморських районів) спостерігається від 15 до 33 днів із суховіями різної інтенсивності. Впродовж вегетаційного періоду 1986 року відмічалось 52 дні із суховієм.

Серед інших несприятливих для с.-г. культур явищ погоди на території області у вегетаційний період спостерігається град, дуже сильний дощ, зливи, сильний вітер та пилові бурі. Суворі атмосферні засухи, яка часто поєднується із ґрунтовою у період активної вегетації с.-г. культур (ГТК менше 0,7), має ймовірність 90 % на більшій частині території області. Відносна вологість повітря у теплий період року (квітень-жовтень) по області коливається від 59 % влітку до 80 % весною та восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить 27-51 день, у приморських районах - 4-5 днів.

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації сільськогосподарських культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Херсонської області поділено на два агрокліматичні райони (високого рівня теплозабезпечення посушливий та високого рівня теплозабезпечення дуже посушливий).

Перші осінні заморозки в повітрі спостерігаються в третій декаді вересня, у приморських районах - в другій декаді жовтня, останні весняні - у першій декаді травня, у приморських районах - у другій декаді квітня. Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 25 травня 1990 року, а на ґрунті - 29 травня 1997 року. Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі спостерігався 22 вересня 1993 року, у приморських районах - 14 жовтня 1992 року, а на ґрунті - 14 вересня 1989 року, у приморських районах - 29 вересня 1986 року. Середня тривалість беззаморозкового періоду по області в повітрі становить 170-191 днів, у приморських та прибережних районах - 204-216 днів, на поверхні ґрунту - 153-166 днів, у приморських та прибережних районах - 182-189 днів.

Сніговий покрив залягає протягом січня. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму коливається по області від 20 до 53 днів. Середня висота снігу за зиму - 3-4 см, тоді як максимальна висота в окремі роки досягає 21-44 см. В останні десятиріччя досить часто спостерігаються роки без сталого снігового покриву або взагалі безсніжні зими. Середня глибина промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 19 см до 29 см. Максимальне промерзання - 100 см спостерігалось у 1987 р. Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму, залежно від типу ґрунту, становить мінус 1,7-2,9 °С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см спостерігалася в 1994 р. і становила мінус 16,0 °С.

Узимку зазвичай спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень - лютий по області коливається від 58 до 67. Відлиги, які тривають більше ніж 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин. Після тривалих відлиг за наявності снігового покриву існує значна ймовірність його руйнування, що сприяє утворенню льодяної кірки на полях. Небезпечна для посівів льодяна кірка товщиною 10 мм і більше та тривалістю залягання три декади і більше спостерігається в 10 % років (один раз за 10 років) [8].

2 МОРФОБІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

2.1 Морфобіологічна характеристика ярого ячменю

Ячмінь належить до родини злакових – Gramineae. Род *Hordeum* поєднує близько 30 видів, серед яких лише один культурний – *Hordeum sativum* (ячмінь посівний). Цей вид в більшості джерел ділиться на два підвиди: *H. vulgare* (шестирядний) і *H. distichum* (дворядний) [1, 9]. У шестирядного (або звичайного) ячменю у суцвітті колос на кожному уступі колосового стрижня всі три колоски розвиваються і дають зерно. У дворядного ячменю лише середні колоски у трійках плодючі.

Деякі автори рекомендують дещо іншу класифікацію і окрім описаних додають ще підвид *H. intermedium* (проміжний), на уступі колосу якого розвиваються від одного до трьох зернин [10].

З шестирядних ячменей найбільш поширений різновид *pallidum*, у якого зерно пливчає, колоскові луски вузькі, колос солом'яно-жовтий, зниженої щільності, ості довгі, зазублені. Серед підвидів дворядних ячменей в культурі найбільш поширений різновид *nutans*, який мало відрізняється від різновиду *pallidum* за зовнішнім виглядом зерна та іншими характеристиками (зерно пливчає, колоскові луски вузькі, колос солом'яно-жовтий зниженої щільності, ості довгі, зазублені) [1, 9].

Коренева система ярого ячменю, як у всіх злаків, мичкувата, тобто не має головного кореня. Численні тонкі корінці зовні не різняться між собою, переплітаючись, пронизують ґрунт в усіх напрямках. Проте серед них розрізняються корінці, які розвиваються безпосередньо з насіння і утворюють так звану зародкову, або первинну, кореневу систему, та корінці, що закладаються у вузлі кушення і формують вузлову, або вторинну, кореневу систему. Первинні корінці, як правило, проникають вертикально вглиб ґрунту за межі орного шару; вторинні розміщуються в ґрунті більш-менш радіально.

На кінцях корінців утворюються кореневі волоски, з допомогою яких засвоюються з ґрунту поживні речовини і вода [1, 9].

Вузлові корені більш потужні, аніж зародкові. Вони також здатні до розгалуження, утворюючи бокові корені 1-го, 2-го і т. д. порядку. Саме вузлові корені відіграють головну роль у ґрунтовому живленні рослин, тому що, як правило, розповсюджуються в орному шарі, який є більш родючим [4].

Стебло ячменю - соломину, що складається з 4-7 міжвузлів і вузлів. Міжвузля всередині порожнисті, а вузли заповнені. Вузли з зачатками листя і міжвузлів закладаються на початку вегетації, під час кушіння. Ріст стебла після кушіння під час виходу в трубку і колосіння здійснюється подовженням міжвузлів. Наймолодша тканина знаходиться в нижній частині кожного міжвузля. В результаті збільшення числа і витягування молодих клітин нижньої частини міжвузлів відбувається ріст стебла. Такий інтеркалярний ріст стебла можливий завдяки піхви листя, що створює трубку, яка надає міцність пагону з перших днів його формування [4].

Листок ячменю лінійної форми, складається з двох частин: нижньої - листкової піхви, яка у вигляді трубки охоплює стебло, і верхньої - листкової пластинки. Між піхвою і пластинкою з внутрішнього боку листка є тонка плівка - язичок, який щільно прилягає до стебла і захищає нижню його частину від затікання води та проникнення збудників хвороб. Із зовнішнього боку листка, з обох боків є так звані вушка (ріжки), які частково або повністю охоплюють стебло [1, 9].

На початку росту листа продукти фотосинтезу використовуються на формування його тканин, а після досягнення повного розміру вони поступово, потім повністю переміщуються в інші органи рослини. При старінні пластичні речовини, а також частково відкладені в платівці листа переміщуються в більш молоде листя і генеративні органи. При нормальних погодних і агротехнічних умовах першими починають старіти нижні листя, і тому пожовтіння їх в період формування зерна - явище цілком нормальне [4].

Після всихання листя, до часу молочно-воскової стиглості, основними асимілюються органами ячменю стають листові піхви і колосся. Останні здатні поглинати вуглекислоту практично до збирання. Частка колоса в асиміляції вуглекислоти в період наливу зерна становить понад 50%.

Суцвіття ячменю - колос - складається з колосового стрижня, який поділяється на окремі членики. На виступах кожного членика розміщується три колоски, які складаються з двостатевих квіток. Ячмінь є самозапильною рослиною, цвітіння якої відбувається перед колосінням. Але за умов жаркої та сухої погоди ячмінь може зацвісти після колосіння, у цьому випадку можливе перехресне запилення [10].

Плід ячменю називається зернівкою (зерном). Ячмінь належить до пливчастих злаків і утворює зернівку, яка зверху вкрита квітковими лусками. У зернівці розрізняють три головні частини: оболонку, зародок та ендосперм [1, 9].

Зерно ячменю широке, стисле з боків, пливчате, квіткові луски щільно зростаються з зернівкою. Пливчастість становить у дворядного ячменю 9-11%, у багаторядного - 10-13%. Маса 1000 насінин становить 40-60 г. Зерно у голозерних різновидів багатше на білок, але в виробництві використовуються пливчасті форми, так як вони не обсіпаються і є більш врожайними [2].

Крупність зернівки залежить від сорту та умов вирощування. В межах колосу найбільш крупні зернівки формуються в середній частині колосу, де квітки колосків раніше зацвітають і під час наливу краще забезпечуються поживними речовинами.

У дозрілому сухому зерні ячменю міститься сухої речовини близько 86-88% і води 12-14%. Приблизно 84-85% сухої речовини зерна припадає на органічні сполуки, з яких переважають вуглеводи, які становлять близько 80% сухих речовин. Основний вуглевод в зерні ячменю – крохмаль. В залежності від сорту, року і місця вирощування вміст в зерні крохмалю коливається в досить широких межах - від 48 до 67%, а білка - від 8 до 22% [4].

2.2 Вимоги ярого ячменю до умов навколишнього середовища

Вимоги до тепла. Ячмінь є досить невибагливою до тепла культурою. За даними багатьох літературних джерел проростання насіння ярого ячменю починається за температури 0,4-2°C [1, 2, 4, 9, 10]. Тому культура ячменю широко розповсюджена до північних границь сучасного землеробства, а також високо у горах (до 4000 м над рівнем моря) [4].

Однак за таких невисоких температур проростання насіння сильно уповільнюється. Біологічним мінімумом ячменю в агрометеорології вважають температуру 5°C [11]. Життєздатні сходи з'являються лише за температури не нижче 4- 5°C тепла, але поява їх при цьому затримується. З.Б. Борисонік вважає, що для утворення сходів ячменю сума активних температур (середньодобових вище біологічного мінімуму) становить 100°C [4].

Дослідження умов вирощування ярого ячменю в степовій зоні Південного Уралу, що проводились протягом 1978–2003 рр., показали, що сума температур періоду сівба-сходи становить 146-158°C в залежності від строку сівби [12]. Оптимальною температурою для формування дружних сходів є 16-20°C [13].

На початку вегетації ярий ячмінь негативно реагує на підвищення температурного режиму повітря. За високої температури під час кушіння рослини майже зовсім не утворюють вузлових коренів [13]. Оптимальні значення температурних показників для періоду сходи – кушіння становлять: сума активних температур – 273°C, середня температура – 13,6°C, максимальна – не більше 22,4°C, а мінімальна – не менше 1,5°C [12].

Разом з тим ячмінь характеризується значною стійкістю проти високих температур, легко витримуючи підвищення їх до 38–40°C. За такої температури продихи в листках та інших органах ячменю паралізуються лише через добу–півтори (25–35 год), тоді як у ярої пшениці – вже через 10–17 годин настає їх параліч, а у вівса - навіть через 5 годин [1].

Завдяки високій жаростійкості посіви ярого ячменю значно поширені у південних районах. Ячмінь у цих районах досягає до настання суховіїв, тому менше потерпає від запалу та захвату, ніж інші ярі колосові культури [1, 13]. У посушливих районах ярий ячмінь дає урожаї вищі за яру пшеницю [10].

Але не дивлячись на досить високу стійкість до високих температур, в усі періоди розвитку ячмінь може постраждати від їх дії. Особливо згубна дія високих температур відмічається в період виходу в трубку – формування зерна [14]. Встановлено, що підвищення температури в період наливу зерна на 1°C вище середньої призводить до зменшення врожайності на 4,1–5,7 % [15].

Ячмінь є досить стійкою до заморозків культурою. Як свідчать літературні дані, сходи й молоді рослини (у фазі трьох листків) легко витримують заморозки до 3–4 °С, а інколи до мінус 7–9 °С [1, 2, 13, 16]. При такому зниженні температури листя може загинути, але вузол кущення зберігається і після підвищення температури рослини відростають і продовжують вегетацію [1].

Однак на більш пізніх фазах розвитку температури нижче 0°C для посівів є критичними, а тривалий вплив мінусових температур, як правило, є згубним для надземних органів. Настання ж заморозків мінус 1,5-2°C під час цвітіння ячменю та наливу зерна може мати ще гірші наслідки, через загибель пилку та втрату схожості насіння [2, 17].

Дослідження багатьох вчених показали, що протягом вегетації оптимальною температурою для росту і розвитку ярого ячменю є 18°C. Аналогічні результати були отримані для степової зони Північного Уралу. Так, згідно з [12] оптимальними значеннями показників температури повітря, що сприяли формуванню найбільшої урожайності ярого ячменю на цій території є: сума середніх температур повітря – 1462°C, середня температура – 17,4°C.

Деякі дослідники більш детально розглядають оптимальні температури для ячменя і вважають, що оптимальною від сходів до колосіння є температура 18-22°C, при дозріванні зерна - 23-24°C [2]. Біологічні суми температур

повітря, які характеризують потребу рослин у теплі, для ранньостиглих сортів ярого ячменю становлять 1250°C, середньостиглих – 1350°C, пізньостиглих – 1450°C [11].

Вимоги до вологи. Ячмінь ярий порівняно з іншими ранніми зерновими більш посухостійкий. Підвищена посухостійкість цієї культури обумовлюється її здатністю інтенсивно використовувати поживні речовини на ранніх етапах розвитку [2]. Щодо значення транспіраційного коефіцієнту ярого ячменю, існує багато величин, але в цілому вони коливаються за різними джерелами від 300 до 450 у залежності від погодних умов конкретних років [1, 2, 13].

Для проростання насіння ячменю потрібно 45 – 50 % води від його сухої маси, що значно менше, ніж для насіння пшениці й вівса. Проте слід враховувати, що в ячменю на початку вегетації недостатньо розвивається коренева система і рослини погано витримують весняну посуху, тому не можна затримуватись із сівбою, бо це може зумовити недружне проростання зерна і зріджені сходи. У зв'язку з цим ячмінь треба сіяти в перші дні весняних польових робіт у достатньо вологий ґрунт [1].

Основну кількість води рослини поглинають у період вихід у трубку-колосіння. Це критичний період для ярого ячменю по відношенню до вологи. Нестача вологи у ґрунті у цей період призводить до зниження врожайності [8].

Опади в травні сприяють розвитку листової поверхні, нестача вологи у фазі молочного стану призводить до неповноцінного наливу зерна, його щуплості внаслідок відмирання вегетативних органів рослин [4].

Надлишок вологи також негативно позначається на врожайності ячменю. Ячмінь різко знижує свою врожайність на заболочених ґрунтах, недостатньо пухких, з близьким заляганням ґрунтових вод [1, 13].

Вимоги до світла. За характером розвитку ярий ячмінь належить до рослин довгого світлового дня. Серед інших зернових ярих культур він є найбільш скоростиглою культурою, деякі сорти його дозрівають за 75 днів. Завдяки короткому вегетаційному періоду його успішно вирощують у

північних районах (у Заполяр'ї він практично є основною продовольчою культурою). На півдні, південному заході, де світловий день коротший, вегетаційний період ячменю триває 105 – 115 днів [1].

Вимоги до ґрунтів і мінерального живлення. Ярий ячмінь досить вибагливий до родючості ґрунту, в цьому він наближається до пшениці. Суглинкові родючі ґрунти, аеровані та добре забезпечені вологою, з нейтральною реакцією ґрунтового розчину ($\text{pH}=6,5-7,5$) вважаються найбільш придатними для вирощування ячменю [9]. Також найкращими ґрунтами для ячменю є чорноземи з глибоким орним шаром і достатнім вмістом поживних речовин. Багаторядні сорти ячменю менш вибагливі до родючості ґрунтів. На легких та осушених торфових ґрунтах вони дають достатньо високі урожаї [10].

Погано росте ячмінь на легких піщаних ґрунтах, дуже пригнічується на кислих торфовищах (при $\text{pH} < 6$), а в умовах надто кислої реакції ґрунтового розчину ($\text{pH}=3,5$) сходи зовсім не з'являються. Тому хімічна меліорація таких ґрунтів є обов'язковим заходом для вирощування високих урожаїв ячменю [1, 13]. На слабозасолених ґрунтах ячмінь росте краще, ніж пшениця і овес [2].

З урожаєм 1 ц зерна ячменю з ґрунту виноситься менше основних елементів живлення, ніж при вирощуванні озимої пшениці, жита й тритикале: азоту - 2,5 кг, фосфору - 1,1, калію - 1,8 кг [1, 13].

2.3 Сучасні сорти ярого ячменю

У 2015 р. до Державного реєстру сортів рослин, дозволених для вирощування в Україні, внесені 145 сортів ячменю ярого. У Степу поширеними та перспективними є сорти: Аграрій, Алегро, Вакула, Геліос, Еней, Інклюзив, Модер, Оберіг, Святогор, Триполь, Хадар та ін.

Найбільше зареєстрованих вітчизняних сортів створено вченими-селекціонерами Селекційно-генетичного інституту – 13 сортів та Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України – 12 сортів [13].

3 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1 Аналіз динаміки урожайності ярого ячменю

Для визначення зміни продуктивності будь-якої сільськогосподарської культури з врахуванням сучасних регіональних змін клімату необхідно вивчати зв'язки між урожайністю та агрокліматичними показниками, що були визначені у минулі роки. Мінливість урожаїв сільськогосподарських культур в окремі роки обумовлена впливом значної кількості факторів, які поділяють на дві групи [18].

Перша група включає ряд факторів, що обумовлюють рівень культури землеробства. Комплекс факторів від яких залежить різноманітний рівень культури землеробства. Це і досягнення генетики та селекції, технологія обробітку культур, яка включає забезпеченість добривами, меліорацію земель, а також енергозабезпеченість сільського господарства.

Друга група об'єднує метеорологічні фактори, які визначають значні відхилення урожайності в окремі роки від середнього рівня. Урожайність у кожному конкретному році формується під впливом цілого комплексу природних чинників [19].

Аналіз динаміки урожайності, її трендової компоненти, що характеризує рівень культури землеробства та відхилень від тренду, що зумовлені погодними умовами був проведений за період 20 років – з 1996 по 2015 рр. Лінія тренду побудована за широко відомим в агрометеорології методом гармонійних зважувань, який запропонував А.М. Польовий. Суть його складається у тому, що при розрахунку точок тренду більш “свіжим” значенням надають більшу вагу [18, 19].

На рис. 3.1 представлена динаміка урожайності та лінія тренду. Плавна лінія характеризує тренд врожайності, а ламана лінія - щорічні коливання врожайності за рахунок різних факторів, основу яких становить клімат.



Рисунок 3.1 – Динаміка урожайності ячменю та лінія тренду

Як видно з рис. 3.1, за досліджуваний період відбулося поступове зростання трендової компоненти, що свідчить про підвищення рівня культури землеробства за період дослідження. Найбільш активно покращувалась культура землеробства протягом останніх п'яти років. Так, з початку періоду досліджень до 2014 р. (тобто за 15 років) урожайність за трендом зросла на 3,5 ц/га. У той же час протягом лише п'яти останніх досліджуваних років вона також зросла на 3 ц/га.

Середня за роки досліджень урожайність склала 19,1 ц/га. Тенденція урожайності, визначена за допомогою методу гармонійних зважувань, додатна і складає 0,5 ц/га. Тобто завдяки культурі землеробства кожний рік урожай може зростати на 0,5 ц/га.

Протягом зазначеного періоду спостерігалися постійні коливання фактичної урожайності на території дослідження. Наприклад, у 2003 та 2007 рр. були зібрані найменші за весь період дослідження урожаї – 7,7 та 8,2 ц/га відповідно. Також порівняно невеликі для ячменю урожаї спостерігалися у 2000, 2012 та 2013 рр. – 14, 13,4 та 13,3 ц/га.

Але спостерігалися і урожаї досить високі - протягом трьох років (2004, 2011 та 2017 рр.) рівень урожайності становив 24,8-25,3 ц/га, у 2016 р. – 27,3 ц/га. У 2008 р. було зібрано найбільший урожай ярого ячменю – 30,8 ц/га.

Для виявлення впливу погодних умов окремих років на формування врожаю ячменю розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.2). За 20 років лише у 8 випадках спостерігались від'ємні відхилення, які були досить суттєвими і досягали 9 ц/га у 2003 р., 6,5 ц/га у 2012 р. та 7 ц/га у 2013 р. Найбільш несприятливим по погодним умовам для вирощування ячменю був 2007 р., коли відхилення сягало -10 ц/га.

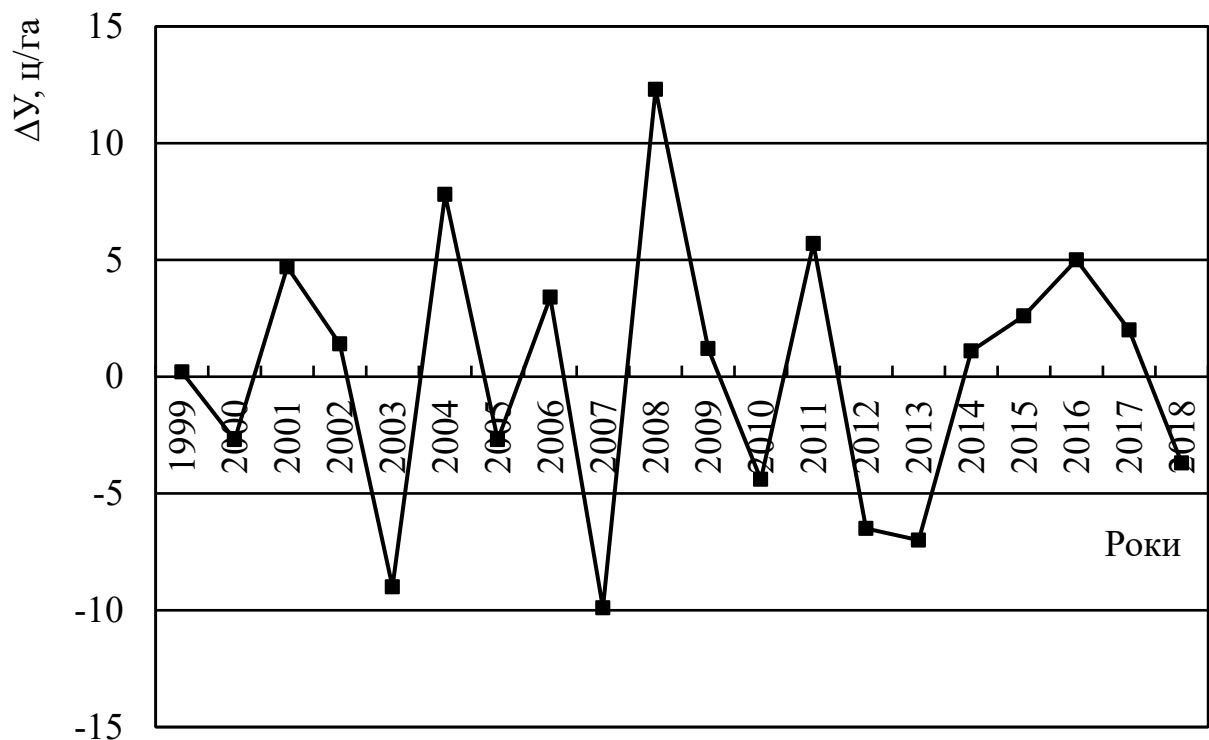


Рисунок 3.2 – Відхилення урожайності ячменю ярого від лінії тренду

Найбільш сприятливими для вирощування ячменю були 2004, 2011 та 2016 рр., коли додатні відхилення від лінії тренду склали відповідно 7,8, 5,7 та 5 ц/га. Як можна бачити з рисунка, протягом 2008 р. спостерігалися найбільш сприятливі умови, приріст урожаю за рахунок погодних умов становив 12,3 ц/га.

Такі порівняно високі прирости та недобори урожаїв за рахунок погодних умов свідчать про те, що вони в Херсонській області є досить нестабільними. Тому представляє інтерес дослідження зв'язку урожайності з агрометеорологічними показниками.

Аналіз ймовірності урожаїв ячменю виконувався за допомогою методу Алексєєва, широко відомому в агрокліматології [19]. За цим методом було побудовано криву сумарної ймовірності можливих урожаїв ячменю 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.

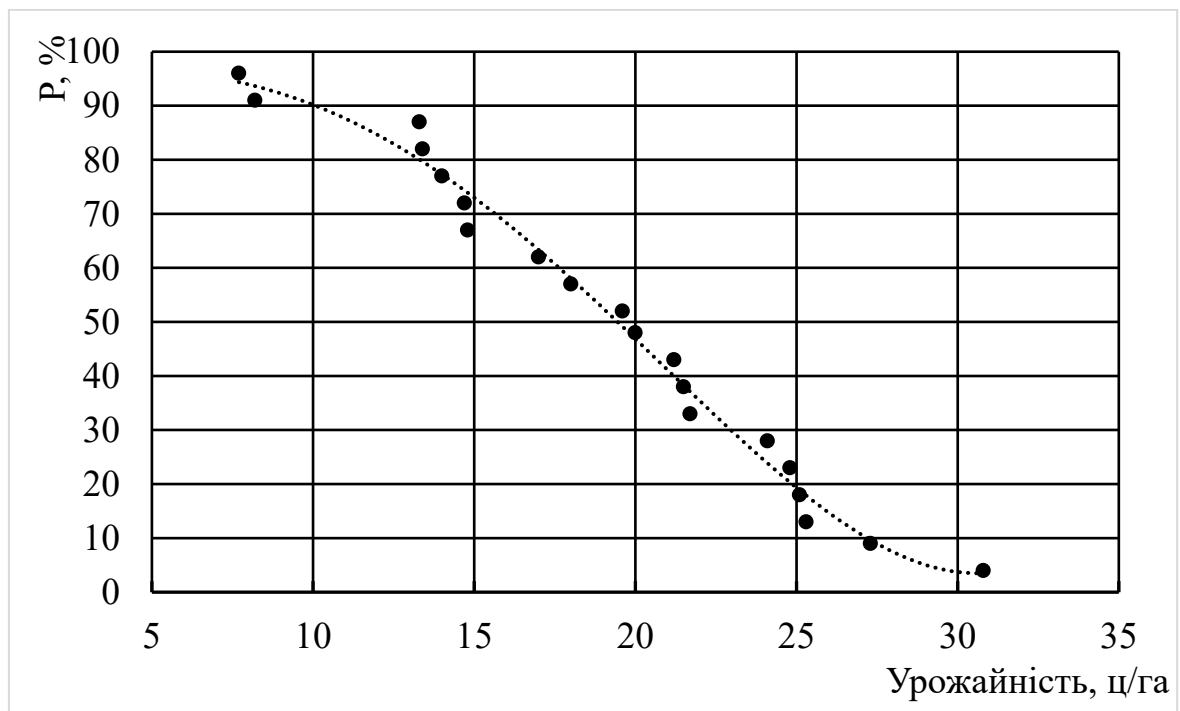


Рисунок 3.3 – Крива ймовірності урожаїв ячменю

Потім з кривої сумарної імовірності знімалися значення урожаю ячменю різної забезпеченості з кроком 5, 10, 20, ... 90, 95%. Результати цієї роботи були представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Забезпеченість урожаїв ярого ячменю в Херсонській області

\bar{y} , ц/га	Забезпеченість, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
19,1	30	27	25	23	21	19	17,5	15,5	13	10	7,5

В Херсонській області урожаї ячменю порядку 27 ц/га отримують з ймовірністю 10 % (тобто раз в десять років), а щорічно тут забезпечені урожаї лише не вище 7-8 ц/га. Урожай 23 ц/га можна очікувати у трьох роках з десяти (ймовірність 30 %), а урожай 15,5 ц/га – у семи випадках з десяти (ймовірність 70 %).

3.2 Фази розвитку ярого ячменю та їх ознаки

В процесі росту і розвитку ячменю виділяють такі фенологічні фази, що характеризуються наступними ознаками:

- проростання насіння (утворення перших корінців у викопаних зернин);
- сходи (розгортання у перших рослин верхівок листочків);
- третій лист (початок розгортання 3-го листа);
- кущіння (появлення кінчиків перших листків бокових пагонів з піхви листків головного пагону);
- утворення нижнього вузла соломини над поверхнею ґрунту (потовщення головної стеблини на висоті 0,5 см над поверхнею ґрунту);
- колосіння (колос наполовину висунувся з піхви верхнього листка);
- цвітіння (цю фазу не спостерігають у ячменю, тому що вона практично співпадає з масовим появленням колосся чи волотей);

- молочна стиглість (зерно має зелене забарвлення, якщо його здавити між пальцями, оболонка лускає і вміст у вигляді некрутого вареного білку видавлюється назовні);

- воскова стиглість (зміна забарвлення зерна з зеленого на жовте, вміст зерна важко видавлюється з оболонки і легко скочується у кульку);

- повна стиглість (зерно стає твердим та розколюється, якщо на нього надавити ножем) [20].

На думку багатьох дослідників, зокрема, І.В. Свисюка [21], комплексна агрометеорологічна оцінка умов вегетації будь-якої сільськогосподарської культури має велике практичне значення. Він розробив метод оцінок агрометеорологічних умов по міжфазним періодам окремих сільськогосподарських культур. За його методикою оцінка агрометеорологічних умов зростання культури ведеться в основному за параметрами, які характеризують тепло- і вологозабезпеченість.

І.В. Свисюк [21] вважає, що особливо великий вплив на формування врожаю ярого ячменю надає тепло- і вологозабезпеченість в травні і червні. При високій температурі повітря і малій кількості опадів врожайність цієї культури знижується в порівнянні з середньою на 20-30%. На значний вплив агрометеорологічних умов вирощування на урожайність ярого ячменю вказують й інші дослідники [12, 22].

Отже, під час вегетаційного періоду рослини потребують різних оптимальних умов розвитку на певному етапі часу, тому слід розглядати не тільки весь період в цілому, а кожний міжфазний період окремо. Ми у даній роботі поділили вегетаційний період ячменю на такі міжфазні періоди: сівба – сходи; сходи – колосіння і колосіння – повна стиглість. Також розглядалися агрометеорологічні умови вегетаційного періоду ячменю у цілому.

3.3 Агрометеорологічні умови росту та розвитку ярого ячменю у період сівба-сходи

При своєчасному посіві забезпечуються найбільш сприятливі умови розвитку рослин і найкращого використання всіх факторів для отримання високого врожаю зерна ячменю. Численними дослідженнями в районах європейської частини країни і виробничою практикою доведено, що ячмінь потрібно сіяти в ранні терміни [4].

Як видно з таблиці 3.2, сівба ярого ячменю в Херсонській області в середньому за двадцять досліджуваних років відбувається 27 березня, сходи з'являються в середньому 11 квітня. Однак у залежності від метеорологічних умов конкретного року тривалість періоду, а також дати сівби та сходів можуть істотно змінюватися. Так найраніша дата сівби відзначається у 2002 р. – 11 березня, у цей же рік найраніше з'явилися сходи – 25 березня. Найпізніше ячмінь посіяли у 1996 році – 15 квітня. У цей рік протягом всього березня температура повітря не піднімалась вище 3°C (у другій декаді вона була від'ємною), також у зв'язку з відсутністю дощів у березні запаси продуктивної вологи у верхніх шарах ґрунту були незначними. Тому сіяти ячмінь на початку березня було недоцільно. Найпізніша дата сходів спостерігалась у 2003 р. – 28 квітня, у цей рік і сівба відбулася досить пізно – 14 квітня.

Тривалість першого періоду вегетації рослин - від сівби до появи сходів - обумовлюється в першу чергу температурою проростання насіння і коливається по роках залежно від температури повітря [23].

В Херсонській області тривалість першого міжфазного періоду становить у середньому 15 днів, при цьому середня температура за цей період становить 8,4 °C. Найкоротший період – 10 днів відмічається у 1999 р. за температури 7,2°C, найдовший – 24 дні – у 1997 р. за температури 7,1°C. Оскільки середні температури за період в обох випадках майже однакові, можна припустити, що така суттєва різниця між екстремальними значеннями тривалості періоду обумовлена саме нестачею вологи в орному шарі ґрунту.

Таблиця 3.2 - Агрометеорологічні показники умов вирощування ярого ячменю в період від сівби до сходів

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 5 °C		T _{ср} , °C	ΣR, мм	Запаси вологи			
	Сівба	Сходи		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
1996	15.04	26.04	11	118	63	10,7	8	23	49	125	98
1997	2.04	26.04	24	170	50	7,1	34	34	72	96	76
1998	3.04	14.04	11	139	84	12,6	5	25	53	129	102
1999	21.03	31.03	10	72	22	7,2	7	26	55	104	82
2000	31.03	14.04	14	150	80	10,7	8	27	57	84	66
2001	18.03	6.04	19	125	30	6,6	35	34	72	93	73
2002	11.03	25.03	14	100	30	7,1	27	16	34	111	87
2003	14.04	28.04	14	135	65	9,6	0	30	64	118	93
2004	22.03	2.04	11	101	46	9,2	1	13	28	126	99
2005	4.04	18.04	14	143	73	10,2	16	13	28	121	95
2006	4.04	16.04	12	120	60	10,0	6	16	34	112	88
2007	26.03	6.04	11	81	26	7,4	1	18	38	133	105
2008	24.03	6.04	13	103	38	7,9	38	29	62	113	89
2009	19.03	6.04	18	112	22	6,2	11	13	28	106	83
2010	27.03	10.04	14	124	54	8,9	5	30	64	136	107
2011	26.03	14.04	19	132	37	6,9	32	41	87	140	110
2012	30.03	12.04	13	119	54	9,2	23	9	19	122	96
2013	13.03	02.04	20	120	20	6,0	24	10	21	130	102
2014	14.03	26.03	12	87	27	7,3	6	21	45	128	101
2015	26.03	16.04	21	145	40	6,9	54	26	55	136	107
Ср.	27.03	11.04	15	120	46	8,4	17	23	49	118	93
Найменш.	11.03	25.03	10	72	20	6,0	0	9	19	84	66
Найбільш.	15.04	28.04	24	170	84	12,6	54	41	87	140	110

вологи у верхніх шарах ґрунту були незначними. Тому сіяти ячмінь на початку березня було недоцільно. Найпізніша дата сходів спостерігалась у 2003 р. – 28 квітня, у цей рік і сівба відбулася досить пізно – 14 квітня.

Тривалість першого періоду вегетації рослин - від сівби до появи сходів - обумовлюється в першу чергу температурою проростання насіння і коливається по роках залежно від температури повітря [23].

В Херсонській області тривалість першого міжфазного періоду становить у середньому 15 днів, при цьому середня температура за цей період становить 8,4 °С. Найкоротший період – 10 днів відмічається у 1999 р. за температури 7,2°С, найдовший – 24 дні – у 1997 р. за температури 7,1°С. Оскільки середні температури за період в обох випадках майже однакові, можна припустити, що така суттєва різниця між екстремальними значеннями тривалості періоду обумовлена саме нестачею вологи в орному шарі ґрунту.

Забезпеченість теплом міжфазного періоду характеризується сумою активних та ефективних температур, за біологічний мінімум ярого ячменю прийнято 5 °С. Середня сума активних температур за 20-річний період від сівби до сходів склала 120°С, найбільша сума за цей період становила 170 °С в 1997 р., а найменша - 72°С в 1999 р. (табл. 3.1). Середньобогаторічна сума ефективних температур за період сівба - сходи склала 46 °С, найбільша сума ефективних температур за цей період становила 84 °С в 1998 р., а найменша – 20°С в 2013 р. Середня температура повітря за період становила 8,4 °С, найбільша – 12,6°С в 1998 р, а найменша – 6,0 °С в 2013 р.

Темпи розвитку рослин зв'язані з температурою повітря. Температура, при якій починається розвиток рослин, називається в агрометеорології біологічними мінімумом [11].

Для визначення темпів розвитку рослин використовується формула

$$n = A/(T - B), \quad (3.1)$$

де n – тривалість вегетаційного (або міжфазного) періоду, дні; A – сума

ефективних температур, яка необхідна фітоценозу для успішного проходження вегетаційного (або міжфазного) періоду, °С; В – біологічний мінімуму даної культури у цей період; Т – середня температура повітря за вегетацію або її частину, °С.

Кожна сільськогосподарська культура починає свій розвиток за конкретних значень температури. Протягом життєвого циклу потреби рослин у теплі змінюються, відповідно змінюється і біологічний мінімум.

Зі значенням біологічного мінімуму безпосередньо пов'язані такі поняття, як активна і ефективна температури. Для багатьох сільськогосподарських культур біологічні мінімуми давно відомі і широко застосовуються для успішного вирішення цілого ряду агрометеорологічних завдань. Це такі завдання, як агрометеорологічне прогнозування, агрокліматичне районування і т.д.

Але в останній час було введено у сільськогосподарське виробництво нові сорти, вдосконалені прийоми агротехніки, а головне, відбуваються зміни клімату, що потребує уточнення показників розвитку рослин за умов сьогодення.

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:

$$y = ax + b, \quad (3.2)$$

де у - сума додатних середньодобових температур за період; х - тривалість міжфазного періоду.

Залежність між сумами позитивних температур та тривалістю періоду сівба - сходи ярого ячменю в Херсонській області представлена на рис. 3.4. Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_1 = 3,7N_1 + 65, \quad (3.3)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °С; 3,7 – біологічний мінімум, °С; N – тривалість періоду, дні; 65 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °С, 1 – номер міжфазного періоду.

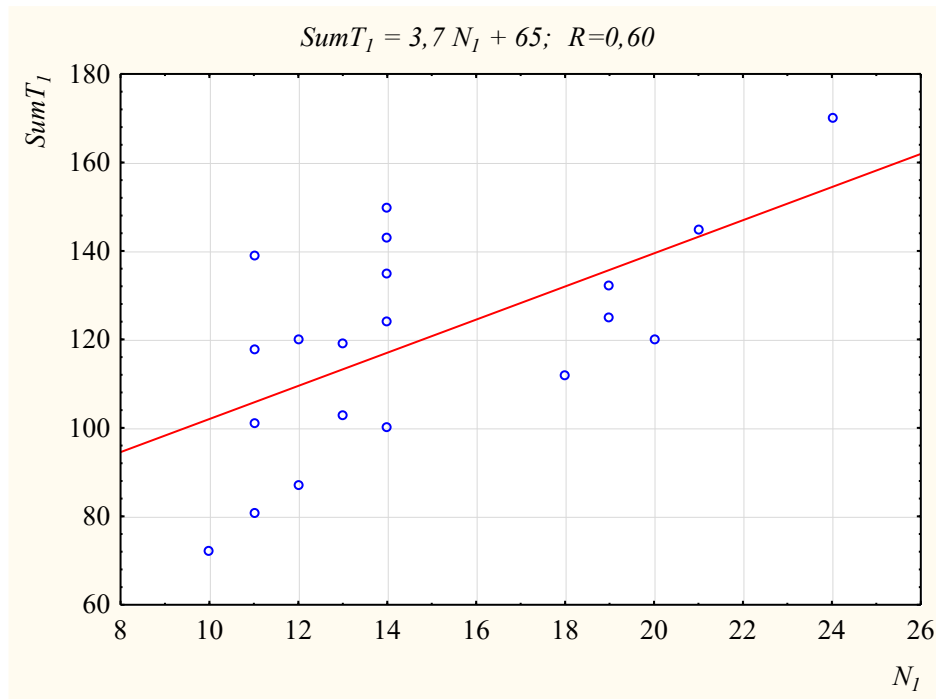


Рисунок 3.4 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду сівба - сходи ярого ячменю в Херсонській області

R – коефіцієнт кореляції, що є мірою тісноти прямолінійного зв'язку, у даному випадку дорівнює 0,60. У відповідності з методикою [24], така величина коефіцієнту кореляції є значущою на 5%-ому рівні значущості. Це свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку є зв'язок.

Як видно з рис. 3.4, угруповання точок відповідає розрахованій прямій, що підтверджує стійкість знайдених сум активних температур як кількісного агрометеорологічного показника для періоду сівба - сходи.

Опади характеризуються великою мінливістю по роках, в середньому за період сівба - сходи випадає 17 мм, найбільша кількість опадів - 54 мм (2015

р.), найменша кількість спостерігалася в 2003 р, коли опадів у цей період взагалі не було.

Запаси вологи орного шару ґрунту в Херсонській області в перший міжфазний період складають в середньому 23 мм (49 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2011 році 41 мм (87 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2012 р. та склали 9 мм (19 % від НВ).

Запаси вологи метрового шару ґрунту в Херсонській області в перший міжфазний період складають в середньому 118 мм (93 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2011 році 140 мм (110 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2000 р. та склали 84 мм (66 % від НВ).

3.4 Агрометеорологічні умови росту та розвитку ярого ячменю у період сходи – колосіння

Період сходи – колосіння є дуже важливим для ярого ячменю. Саме у цей період спостерігається найбільша вимогливість культури до умов зволоження. Період від виходу у трубку до колосіння вважається критичним по відношенню ячменю до вологи. В цей період відбувається найбільший приріст вегетативної маси, тому рослини потребують значної кількості води. При нестачі вологи в цей період призупиняється зростання рослин, формування площі листя, це призводить до порушення диференціації генеративних органів, що веде до недобору врожаю.

Слід відзначити, що у практиці оперативного агрометеорологічного обслуговування в останні роки фаза виходу у трубку у зернових колосових не визначається, тому ми будемо вважати, що саме у період колосіння рослини ярого ячменю вимагають найбільшої кількості вологи.

Хоча серед ранніх ярих зернових ячмінь вважається найбільш засухостійкою культурою і у посушливих умовах зазвичай дає більш високі врожаї зерна, ніж яра пшениця, він є досить чутливим до надмірного зволоження. Про важливість періоду сходи – колосіння, як такого, що є

вирішальним у формуванні майбутнього врожаю, свідчать численні дослідження як українських, так і закордонних авторів [25, 26]. Причому, останні дослідження проводилися вченими Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва для 298 зразків генофонду ячменю ярого з 20 країн.

Агрометеорологічні умови зростання ярого ячменю в період сходи – колосіння в Херсонській області представлені в табл. 3.3. Як видно з таблиці, колосіння в середньому спостерігається 30 травня, найраніше фаза почалася в 2010 та 2013 рр. – 16 травня, найпізніше – в 2003 р. - 16 червня. Тривалість періоду сходи – колосіння в середньому складає 50 днів. Найдовшим цей період був в 2002 році – 71 днів, а найкоротшим в 2010 році – 36 днів.

Середня сума активних температур за 20-річний період склала 724°C. Найбільша сума активних температур за цей же період склала 958 °C в 2002 році, а найменша 500 °C в 2010 році. Середня сума ефективних температур за період сходи – колосіння склала 475°C. Найбільша сума ефективних температур за цей же період накопичилася у 2003 р. і становила 650 °C, а найменша сума спостерігалась у 2010 р. - 320°C. На досліджуваній території середня температура повітря становила за період – 14,7 °C, екстремальні значення становлять відповідно 12,3 та 18,9°C і відзначались відповідно в 1999 та 2012 рр.

Для уточнення біологічного мінімуму періоду сходи – колосіння ми розглянули залежність сум активних температур від тривалості другого міжфазного періоду. Ця залежність представлена на рис. 3.5.

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_2 = 7,5N_2 + 354, \quad (3.4)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °C; 7,5 – біологічний мінімум, °C; N – тривалість періоду, дні; 354 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °C, 2 – номер міжфазного періоду. Досить високе значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,66, свідчить про те, що між

Таблиця 3.3 - Агрометеорологічні показники умов вирощування ярого ячменю в період від сходів до колосіння

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 5 °C		T _{ср} , °C	ΣR, мм	Запаси вологи			
	Сходи	Колосіння		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
1996	26.04	4.06	39	701	506	18,0	41	21	45	61	48
1997	26.04	6.06	41	681	476	16,6	62	28	60	134	106
1998	14.04	2.06	49	729	484	14,9	67	23	49	115	91
1999	31.03	28.05	58	714	424	12,3	83	39	83	56	44
2000	14.04	4.06	51	790	535	15,5	89	30	64	77	61
2001	6.04	31.05	55	715	440	13,0	97	5	11	106	83
2002	25.03	4.06	71	958	603	13,5	75	11	23	51	40
2003	28.04	16.06	49	895	650	18,3	6	18	38	122	96
2004	2.04	28.05	56	724	444	12,9	117	17	36	85	67
2005	18.04	2.06	45	701	476	15,6	33	25	53	56	44
2006	16.04	4.06	49	700	455	14,3	65	10	21	64	50
2007	6.04	26.05	50	682	432	13,6	21	17	36	92	72
2008	6.04	31.05	55	736	461	13,4	110	14	30	60	47
2009	6.04	28.05	52	659	399	12,7	29	30	64	132	104
2010	10.04	16.05	36	500	320	13,9	13	32	68	132	104
2011	14.04	31.05	47	675	440	14,4	70	7	15	94	74
2012	12.04	22.05	40	754	554	18,9	19	5	11	99	78
2013	02.04	16.05	44	650	430	14,8	11	14	30	107	84
2014	26.03	26.05	61	796	491	13,0	143	17	36	124	98
2015	16.04	2.06	47	716	481	15,2	54	28	60	129	102
Ср.	11.04	30.05	50	724	475	14,7	60	19	40	94	74
Найменш.	25.03	16.05	36	500	320	12,3	6	5	11	51	40
Найбільш.	28.04	16.06	71	958	650	18,9	143	39	83	134	106

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

Сума опадів за розглянутий період складає в середньому 60 мм, найбільша кількість опадів випала в 2014 р. - 143 мм, а в 2003 році за цей період опадів майже зовсім не було (6 мм).

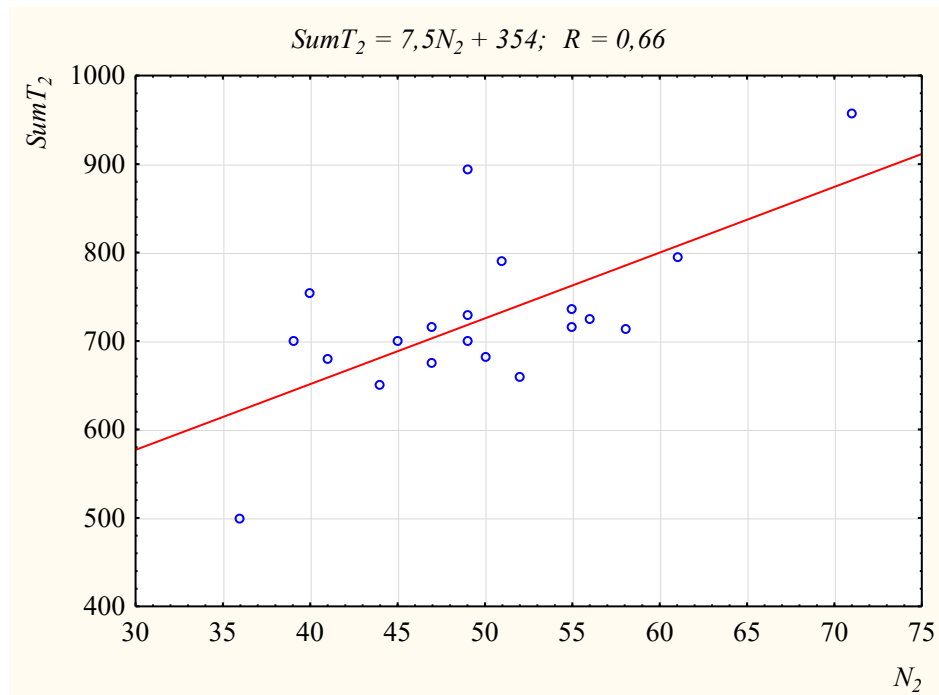


Рисунок 3.5 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду сходи – колосіння ярого ячменю в Херсонській області

Запаси вологи шару ґрунту 0-20 см в Херсонській області в другий міжфазний період складають в середньому 19 мм (40 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 1988 році 39 мм (83 % від НВ), в 2001 та 2012 рр. у цей період запаси продуктивної вологи у цьому шарі ґрунту були вкрай малі – 5 мм (11% НВ).

Запаси вологи в шарі ґрунту 0-100 см в Херсонській області в другий міжфазний період складають в середньому 94 мм (74 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 1997 році 13 мм (106 % від НВ), найменше в 2002 р. – 51 мм (40% НВ).

3.5 Агрометеорологічні умови росту та розвитку ярого ячменю у період колосіння – повна стиглість

Колосіння ячменю триває 3-5 днів, за цей час всі рослини на полі встигають увійти у фазу колосіння. Також протягом цієї фази починається відмирання нижніх листків на рослинах ячменю. Високі температури повітря в період колосіння призводять до безпліддя пилка, що, в кінцевому результаті призводить до зменшення показників урожайності.

Наступна фаза – цвітіння. Цвітіння відбувається, коли колос знаходиться ще у піхві прапорцевого листка, а ості видно з нього лише на $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ своєї довжини. Інтенсивне цвітіння відзначається в ранкові години і протікає 6-8 годин. У фазі цвітіння ячмінь дуже чутливий до ґрунтової посухи. Через нестачу вологи в ґрунті порушується формування пилку, і в підсумку виникає часткова стерильність колосків.

Після цвітіння і запліднення в зерні протікають складні органоутворювальні процеси, що визначають в кінцевому підсумку величину і якість врожаю:

- формування, пов'язане з розподілом, зростанням і диференціацією клітин, в ході якого виникають всі частини зернівки;
- налив (накопичення сухих речовин, збільшення маси зерна);
- дозрівання (якісне перетворення високомолекулярних речовин) [27].

У період наливу в зернівці йдуть не тільки процеси акумуляції поживних речовин, а й посилюється зневоднення тканин і починається перехід від напіврідкої консистенції запасних речовин до більш щільної. Якщо на початку молочної стиглості співвідношення води і сухих речовин у зернівці становить 6:4, то на початку воскової стиглості співвідношення води і сухих речовин в зерні змінюється і визначається пропорцією 4:6 (тобто на 6 частин сухої речовини припадає 4 частини води).

Наприкінці воскової стиглості зерно набуває властивого йому забарвлення, на зламі мучнисте, нігтем не ріжеться, але слід від нігтя

залишається. Розмір і форма зернівки характерні для сорту. Вологість знижується до 20-25%, а надходження в зерно продуктів асиміляції припиняється. Однак фізіологічний зв'язок зернівки з материнською рослиною ще деякий час зберігається. Співвідношення води і сухих речовин встановлюється на рівні 2:7. З настанням повної стиглості зерно втрачає зв'язок з материнською рослиною [27].

Як видно з таблиці 3.4 повна стиглість ячменю в середньому спостерігається 3 липня, найраніше повна стиглість наставала в 2013 р. – 14 червня, найпізніше – в 1997 р. – 20 липня. Тривалість періоду в середньому складає 33 дні. Найдовшим цей період був в 1997 році – 44 дні, а найкоротшим в 2007 році – 23 дні.

Середня сума активних температур за 20-річний період склала 698 °С. Найбільша сума активних температур за цей же період склала 949 °С в 1997 році, а найменша 515°С в 2014 році. Середня сума ефективних температур за період колосіння – 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 2014 р. - 390 °С. На досліджуваній території середня температура повітря становила за період 21,0 °С, екстремальні значення становлять відповідно 16,6 та 23,2°С і відзначались відповідно в 2005 та 2007 роках

Для уточнення біологічного мінімуму періоду колосіння – повна стиглість ми розглянули залежність сум активних температур від тривалості цього періоду. Ця залежність представлена на рис. 3.5.

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_3 = 20,0N_3 + 32, \quad (3.5)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °С; 20,0 – біологічний мінімум, °С; N – тривалість періоду, дні; 32 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °С, 3 – номер міжфазного періоду. Значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,93, свідчить про те, що між сумою

Таблиця 3.4 - Агрометеорологічні показники умов вирощування ярого ячменю в період від колосіння до повної стиглості

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 5 °C		Тср, °C	ΣR, мм	Запаси вологи			
	Колосіння	Повна стиглість		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
1996	4.06	6.07	30	693	543	23,1	32	27	57	71	52
1997	6.06	20.07	44	949	729	21,6	123	27	57	119	94
1998	2.06	4.07	32	689	529	21,5	37	13	28	96	76
1999	28.05	6.07	39	880	685	22,6	75	4	9	40	31
2000	4.06	8.07	34	691	521	20,3	37	32	68	42	33
2001	31.05	10.07	40	794	594	19,9	59	12	26	109	86
2002	4.06	30.06	26	550	420	21,2	22	19	40	74	58
2003	16.06	14.07	28	576	436	20,6	98	16	34	110	87
2004	28.05	6.07	39	725	530	18,6	45	15	32	52	41
2005	2.06	6.07	34	566	396	16,6	101	22	47	32	25
2006	4.06	16.07	42	881	671	21,0	110	6	13	40	31
2007	26.05	18.06	23	533	418	23,2	43	14	30	53	42
2008	31.05	30.06	30	614	464	20,5	66	5	11	33	26
2009	28.05	24.06	27	593	458	22,0	13	31	66	77	61
2010	16.05	28.06	43	923	708	21,5	92	28	60	57	45
2011	31.05	2.07	32	699	539	21,8	21	4	9	126	99
2012	22.05	28.06	37	817	632	22,1	81	21	45	87	69
2013	16.05	14.06	29	590	445	20,3	42	11	23	64	50
2014	26.05	20.06	25	515	390	20,6	91	6	13	73	57
2015	2.06	4.07	32	690	530	21,6	82	37	79	137	108
Ср.	30.05	3.07	33	698	532	21,0	64	18	38	72	57
Найменш.	16.05	14.06	23	515	390	16,6	13	4	9	32	25
Найбільш.	16.06	20.07	44	949	729	23,2	123	37	79	137	108

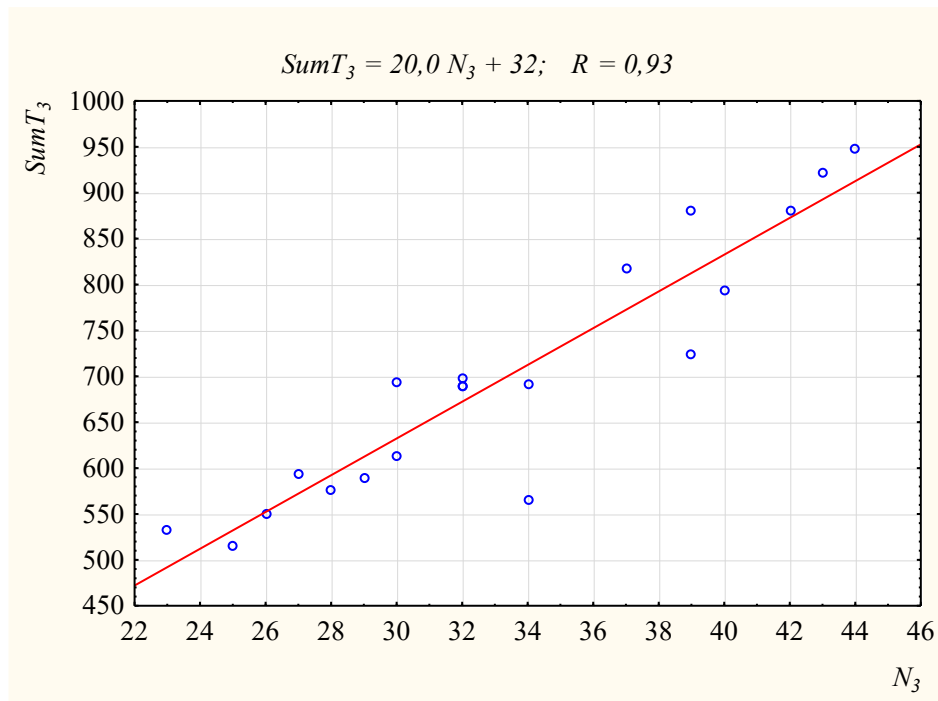


Рисунок 3.6 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду колосіння-повна стиглість ярого ячменю в Херсонській області

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

Сума опадів за розглянутий період складає в середньому 64 мм, найбільша кількість опадів випала в 1997 р. - 123 мм, а в 2009 році за цей період опадів було дуже мало (13 мм).

Запаси вологи шару ґрунту 0-20 см в Херсонській області в третій міжфазний період складають в середньому 18 мм (38 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2015 році 37 мм (79 % від НВ), в 1999 та 2011 рр. у цей період запаси продуктивної вологи у цьому шарі ґрунту були вкрай малі – 4 мм (9% НВ).

Запаси вологи метрового шару ґрунту в Херсонській області в третій міжфазний період складають в середньому 72 мм (57 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2015 році 137 мм (108 % від НВ), а в 2005 р. у цей період продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту було найменше - 32 мм (25 % від НВ).

3.6 Характеристика агрометеорологічних умов вегетаційного періоду ярого ячменю

Аналізу агрометеорологічних умов вирощування ярого ячменю в степових областях України присвячені досить численні дослідження [28-31]. Так, автори [28] протягом 2015-2017 рр. досліджували посіви ячменю сорту Совіра з метою з'ясування впливу контрастних гідротермічних умов Північного Степу України на ріст і розвиток рослин ячменю ярого при використанні мікробних препаратів у взаємодії з мікро- і макродобривом.

Автори [29] вважають, що у Степу України із його посушливим кліматом та родючими ґрунтами створюються досить сприятливі умови для формування високоякісного зерна ячменю ярого, але часта повторюваність весняно-літніх посух в цьому регіоні обмежує можливість культури формувати високу врожайність.

На основі даних метеорологічних та агрометеорологічних спостережень по районах автором [30] була зроблена оцінка природно-кліматичних ресурсів Херсонської області для формування врожаю ярого ячменю, а також визначені рівні агроекологічних категорій урожайності, які характеризують ці ресурси.

О.А. Барсуковою був проведений польовий експеримент по вивченню впливу агрометеорологічних умов на формування продуктивності ярого ячменю в степовій зоні України [31]. Отримані результати були використані для побудови моделі продукційного процесу ярого ячменю.

Агрометеорологічні умови вирощування ярого ячменю в Херсонській області представлені в табл. 3.5. Середньобагаторічна дата сівби – 27 березня, а дата повної стиглості – 3 липня.

Середня тривалість вегетаційного періоду ярого ячменю від сівби до повної стиглості за 20 - річними даними склала 98 днів. Найтриваліший період спостерігалася в 2001 р. - 114 днів, найменша тривалість періоду спостерігалася в 1996 р. і склала 80 днів.

Таблиця 3.5 - Агрометеорологічні умови вирощування ярого ячменю в період сівба – повна стиглість

Роки	Дата настання фаз		Тр-ть п-ду	Сума т-р повітря вище 5оС		Сума опадів, мм	ΔW_{o-100} , мм	Еф, мм	Σd , мб	Ео, мм	V,%	Кількість декад	
	Сівба	Повна ст-ть		Акт.	Еф.							Зас.	Сух.
1996	15.04	6.07	80	1512	1112	81	47	128	885	431	30	1	0
1997	2.04	20.07	109	1800	1255	219	83	302	902	440	69	4	0
1998	3.04	4.07	92	1557	1097	109	128	237	708	345	69	2	5
1999	21.03	6.07	107	1666	1131	165	109	274	807	393	70	5	7
2000	31.03	8.07	99	1631	1136	134	143	277	755	368	75	1	4
2001	18.03	10.07	114	1634	1064	191	90	281	688	335	84	3	4
2002	11.03	30.06	111	1608	990	124	43	167	901	439	38	2	3
2003	14.04	14.07	91	1606	1214	104	78	182	1049	511	36	3	3
2004	22.03	6.07	106	1550	1020	163	104	267	693	338	79	8	4
2005	4.04	6.07	93	1410	945	150	85	235	707	345	68	2	6
2006	4.04	16.07	103	1701	1186	181	32	213	693	338	63	6	6
2007	26.03	18.06	84	1296	876	65	56	121	753	367	33	3	4
2008	24.03	30.06	98	1453	963	214	49	263	598	292	90	4	4
2009	19.03	24.06	97	1364	879	53	114	167	843	411	41	4	2
2010	27.03	28.06	93	1547	1061	110	66	176	799	390	45	1	4
2011	26.03	2.07	98	1506	1016	123	100	223	786	383	58	1	10
2012	30.03	28.06	90	1690	1240	123	50	173	1006	490	35	2	6
2013	13.03	14.06	93	1360	895	77	67	144	784	382	38	4	5
2014	14.03	20.06	98	1398	908	240	24	264	664	324	81	2	7
2015	26.03	4.07	100	1551	1051	190	97	287	763	372	77	4	3
Сер.	27.03	3.07	98	1542	1052	141	87	219	789	385	59	3	4
Найм.	11.03	14.06	80	1296	876	53	24	121	598	292	30	1	0
Найб.	15.04	20.07	114	1800	1255	240	143	302	1049	511	90	8	10

Сума активних температур за період вегетації становить у середньому 1542°C, найбільша сума активних температур становить 1800°C і спостерігалась вона в 1997 році, найменша сума активних температур відзначена у 2007 р. і становить 1296 °С.

Сума ефективних температур в середньому становить 1052°C, найбільша сума ефективних температур становила 1255 °С в (1997 р.), а найменша - 876°C (2007 р.).

Кількість опадів за вегетаційний період в середньому становить 141 мм, найменша кількість опадів спостерігалась у 2009 р. і становила 53 мм, найбільша - у 2014 році - 240 мм.

Волога є одним з основних факторів життя рослин. Важливими функціями води у рослинному організмі є участь у процесі фотосинтезу, транспортування елементів живлення, забезпечення терморегуляції. Отже дуже важливим є питання забезпеченості вологою вегетаційного періоду сільськогосподарських рослин, тому що від цього значною мірою залежить і їхня продуктивність.

Ми визначали ступінь вологозабезпеченості за допомогою біологічного методу, запропонованого О.М. Алпат'євим [32]. У якості основного елемента, що визначає величину потреби рослин у волозі, автор використовує дефіцит вологості повітря. Другим елементом його методики є так званий біологічний коефіцієнт випаровування, що враховує ритми розвитку рослин, хід накопичення біомаси, якісні зміни самих рослин, особливості фітоклімату.

Вологопотреба рослин (E_o), що прирівнюється до випаровуваності, розраховується за формулою:

$$E_o = k \sum d , \quad (3.6)$$

де k – біофізичний коефіцієнт випаровуваності даної культури, визначається з літературних джерел: якщо ж він не визначений, то приймають його значення 0,65; $\sum d$ - сума дефіцитів насичення вологою повітря за період, мм.

За методом Алпат'єва вологозабезпеченість рослин визначають як різницю між вологопотребою рослин та фактичним випаровуванням (вологоспоживанням).

Розрахунки фактичного вологоспоживання виконувались за допомогою рівняння водного балансу:

$$E_{\Phi} = \sum r + (W_H - W_K) \quad (3.7)$$

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:

$$V = \frac{E_{\Phi}}{E_o} 100\% , \quad (3.8)$$

Вологозабезпеченість культури слід оцінювати 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. 3.4, можна зробити наступні висновки. Фактичне вологоспоживання ярого ячменю за вегетаційний період в середньому склало 219 мм, найбільше значення відзначалось у 1997 р. і становило 302 мм, найменше - 121 мм (2007 р.). Величина вологопотреби ярого ячменю за вегетаційний період становить 385 мм, коливаючись від 292 мм (2008 р.) до 511 мм (2003 р.). Значення вологозабезпеченості коливалися від 30 % (1996 р.) до 90 % (2008 р.). Середнє ж значення вологозабезпеченості, що дорівнює 59 %, говорить про те, що на досліджуваній території вологозабезпеченість посівів ярого ячменю є поганою.

Про наявність засушливих умов протягом вегетації ячменю також свідчить аналіз посушливості, який був виконаний за методом М.С. Кулика,

який вважає посушливою декаду з запасами продуктивної вологи в орному шарі ґрунту менше 20 мм, а сухою – менше 10 мм.

З таблиці 3.5 можна бачити, що у середньому протягом вегетації ярого ячменю в Херсонській області спостерігається по 3 засушливі декади і по 4 сухі. Максимальна кількість засушливих декад – 8 – спостерігалась в 2008 р. Максимальна кількість сухих декад – 10 – у 2011 р. Враховуючи, що середньобогаторічна тривалість всього вегетаційного періоду ячменю становить близько 10 декад, можна сказати, що в ці роки весь вегетаційний період ярого ячменю проходив у дуже несприятливих умовах.

Однак ячмінь вважається однією з найбільш посухостійких зернових культур (серед хлібних злаків він найменше потерпає від явищ “запалу” та “захоплення”). Крім того, завдяки досить короткому вегетаційному періоду ярий ячмінь рідше підпадає під дію засух та суховіїв [32].

Крім того, існують ряд прийомів, які дозволяють знизити негативний вплив на рослини та їх продуктивність посушливих умов та сприяють більш економному використанню води рослинами. Наприклад, дослідження [33] показали, що удобрення посівів дає можливість економити на формування кожної тони зерна ячменю 89-126 м³, що в посушливих умовах зони Південного Степу дає можливість формувати вищий урожай зерна.

Українськими та закордонними селекціонерами проводиться велика й кропітка робота по створенню сучасних, більш посухостійких сортів ячменю, що дозволяють отримувати високі та сталі урожаї навіть у досить несприятливих погодних умовах.

3.7 Дослідження впливу агрометеорологічних умов на урожайність ярого ячменю

Ми провели кореляційний аналіз для встановлення статистично значимих зв'язків між рядом показників тепло й вологозабезпеченості посівів ярого ячменю та урожайністю культури в окремі роки. Для цього для

описаних вище міжфазних періодів: сівба-сходи, сходи-колосіння і колосіння – повна стиглість були визначені такі показники як тривалість міжфазних періодів, суми активних температур за ці періоди, середня температура цих періодів, сума опадів по міжфазним періодам, вологопотреба, вологоспоживання, вологозабезпеченість, суми активних температур та опадів за весь період, тривалість всього вегетаційного періоду за період 1996-2015 рр. Фактичні дані для розрахунків представлені у таблиці 3.6.

Були встановлені парні залежності між урожайністю ярого ячменю і всіма цими показниками. Проаналізувавши кореляційну матрицю (додаток Б), можна зробити висновки, що найбільш тісний зв'язок існує між урожайністю ярого ячменю (Y) і такими показниками, як середня температура у період сходи-колосіння (\bar{t}_2), сума опадів за період сівба-сходи (R_1) та вологозабезпеченість вегетаційного періоду (V).

На рисунку 3.7 представлено залежність урожайності ярого ячменю від середньої температури періоду сходи - колосіння. Спостерігається обернений прямолінійний зв'язок: із зменшенням температури урожайність збільшується. Він описується рівнянням

$$Y = -1,5 \bar{t}_2 + 39,4 \quad (3.9)$$

і характеризується коефіцієнтом кореляції $R = -0,48$, величина якого у відповідності з методикою [24] є значущою на 5%-ому рівні значущості.

Максимальні значення температури для періоду сходи – кушіння, який входить у досліджений міжфазний період, становлять не більше 22,4°C. За надто високої температури під час кушіння рослини майже зовсім не утворюють вузлових коренів. Також саме період вихід у трубку – колосіння, який входить до дослідженого міжфазного періоду, у ячменю є критичним. У рослин відбувається утворення колосових горбків та формування квіток.

Таблиця 3.6 – Вихідні дані для розрахунку рівняння множинної кореляції чотирьох змінних величин

№ з/п	Рік	У, ц/га	Предиктори																	
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			N ₁	ΣT ₁	\bar{t}_1	R ₁	N ₂	ΣT ₂	\bar{t}_2	R ₂	N ₃	ΣT ₃	\bar{t}_3	R ₃	E _ф	E _о	V	ΣT	R	N
1	1996	15	11	118	10,7	8	39	701	18,0	41	30	693	23,1	32	128	431	30	1512	81	80
2	1997	18	24	170	7,1	34	41	681	16,6	62	44	949	21,6	123	302	440	69	1800	219	109
3	1998	15	11	139	12,6	5	49	729	14,9	67	32	689	21,5	37	237	345	69	1557	109	92
4	1999	17	10	72	7,2	7	58	714	12,3	83	39	880	22,6	75	274	393	70	1666	165	107
5	2000	14	14	150	10,7	8	51	790	15,5	89	34	691	20,3	37	277	368	75	1631	134	99
6	2001	21,5	19	125	6,6	35	55	715	13,0	97	40	794	19,9	59	281	335	84	1634	191	114
7	2002	18	14	100	7,1	27	71	958	13,5	75	26	550	21,2	22	167	439	38	1608	124	111
8	2003	7,7	14	135	9,6	0	49	895	18,3	6	28	576	20,6	98	182	511	36	1606	104	91
9	2004	24,8	11	101	9,2	1	56	724	12,9	117	39	725	18,6	45	267	338	79	1550	163	106
10	2005	14,7	14	143	10,2	16	45	701	15,6	33	34	566	16,6	101	235	345	68	1410	150	93
11	2006	21,2	12	120	10,0	6	49	700	14,3	65	42	881	21,0	110	213	338	63	1701	181	103
12	2007	8,2	11	81	7,4	1	50	682	13,6	21	23	533	23,2	43	121	367	33	1296	65	84
13	2008	30,8	13	103	7,9	38	55	736	13,4	110	30	614	20,5	66	263	292	90	1453	214	98
14	2009	20	18	112	6,2	11	52	659	12,7	29	27	593	22,0	13	167	411	41	1364	53	97
15	2010	14,8	14	124	8,9	5	36	500	13,9	13	43	923	21,5	92	176	390	45	1547	110	93
16	2011	25,3	19	132	6,9	32	47	675	14,4	70	32	699	21,8	21	223	383	58	1506	123	98
17	2012	13,4	13	119	9,2	23	40	754	18,9	19	37	817	22,1	81	173	490	35	1690	123	90
18	2013	13,3	20	120	6,0	24	44	650	14,8	11	29	590	20,3	42	144	382	38	1360	77	93
19	2014	21,7	12	87	7,3	6	61	796	13,0	143	25	515	20,6	91	264	324	81	1398	240	98
20	2015	24,1	21	145	6,9	54	47	716	15,2	54	32	690	21,6	82	287	372	77	1551	190	100

N – тривалість періоду, дні; ΣT – сума активних температур за період, °C; \bar{t} – середня температура періоду, °C;

R – сума опадів, мм; E_ф – фактичне вологоспоживання, мм; E_о – вологопотреба, мм; V – вологозабезпеченість, %

Біологічний мінімум температури формування органів плодоношення – 10-12 °С, оптимальними умовами росту і розвитку ячменю є температурний інтервал 15-20 °С, тому надто високі температури, які часто мають місце у цей період в Херсонській області, негативно впливають на утворення зерна і, як наслідок – на майбутню урожайність.

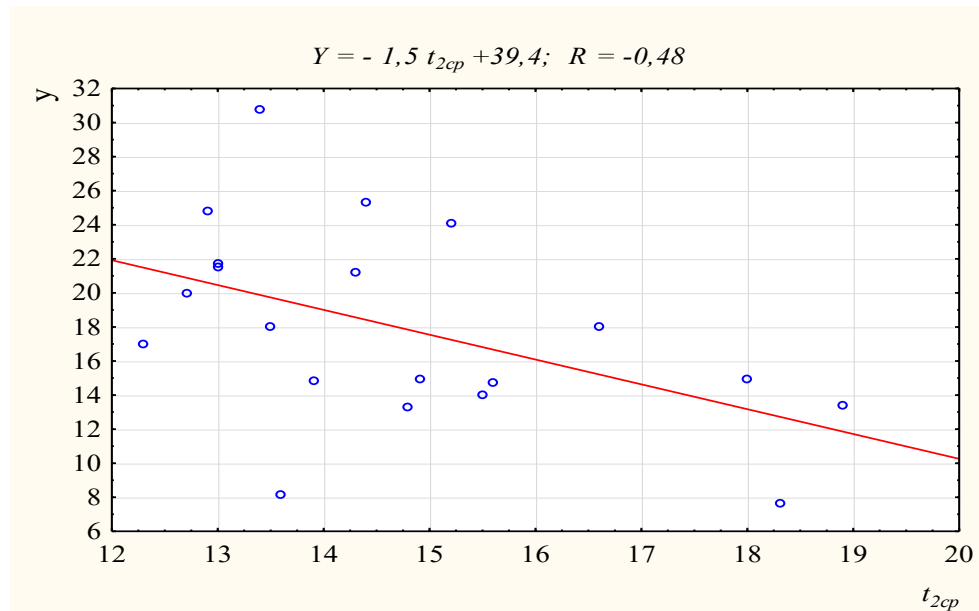


Рисунок 3.7 – Залежність урожайності ярого ячменю від середньої температури періоду сходи-колосіння

На рисунку 3.8 представлено залежність урожайності від суми опадів протягом періоду сівба-сходи. Можна бачити, що в даному випадку також спостерігається прямолінійний зв'язок, що описується рівнянням

$$Y = 0,21R_1 + 14,30 \quad (3.10)$$

і характеризується коефіцієнтом кореляції $R = 0,56$, величина якого у відповідності з методикою [24] також є значущою на 5%-ому рівні значущості.

Такий вибір предиктора можна пояснити наступним. Відомо, що через деякий час після сівби насіння будь-якої культури починає проростати. Проростанням називається сукупність фізичних і біохімічних змін, що відбуваються в насінні в процесі його переходу зі стану спокою до активної

життєдіяльності. Цей процес закінчується утворенням проростка, тобто новоутворення, здатного зростати і створити нову рослину.

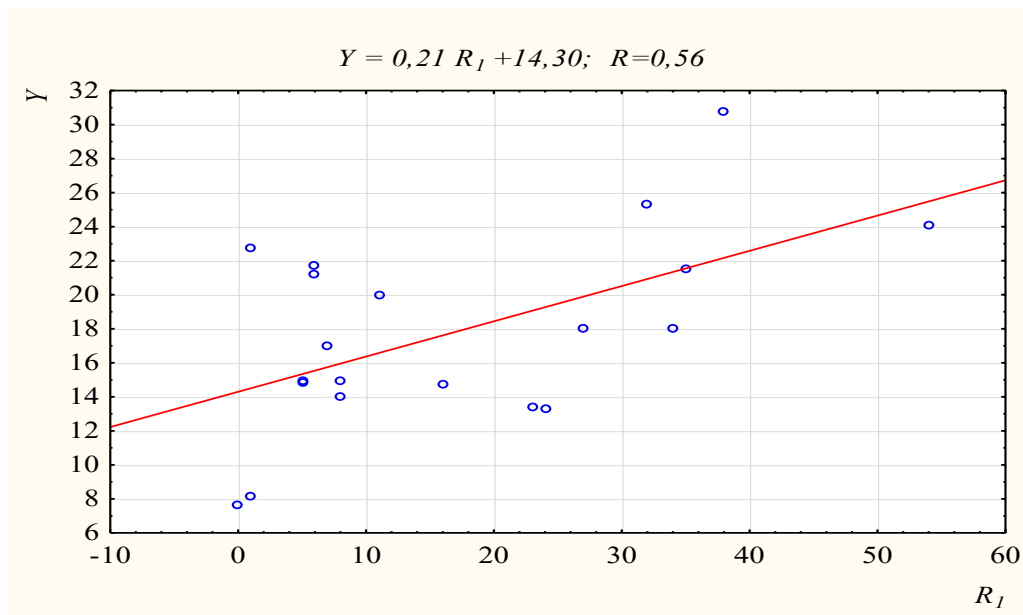


Рисунок 3.8 – Залежність урожайності ярого ячменю від суми опадів за період сівба-сходи

Найважливішою фазою процесу проростання є фаза набухання, протягом якої поглинається та кількість води, яка забезпечить протікання всіх життєвих процесів, пов'язаних з проростанням. Для насіння зернових ця кількість води становить близько 50% повітряно-сухої маси насіння.

Оскільки навесні в Херсонській області дуже часто спостерігається нестача вологи в верхніх шарах ґрунту - саме на момент сівби ячменю - наявність опадів у цей період суттєво збільшує запаси продуктивної вологи, тому що саме опади є основним джерелом поповнення вологи у ґрунті [11, 32]. Це сприяє своєчасному формуванню дружних сходів, що є запорукою майбутнього урожаю.

На рисунку 3.9 представлено залежність урожайності ячменю від вологозабезпеченості вегетаційного періоду. Оскільки територія дослідження знаходиться у степовій зоні, цілком природньо, що спостерігається досить тісний зв'язок урожайності культури з вологозабезпеченістю (V) її

вегетаційного періоду. Можна бачити, що в даному випадку також спостерігається прямолінійний зв'язок, що описується рівнянням

$$Y = 0,19 V + 6,51 \quad (3.11)$$

і характеризується коефіцієнтом кореляції $R = 0,67$, величина якого у відповідності з методикою [24] також є значущою на 5%-ому рівні значущості.

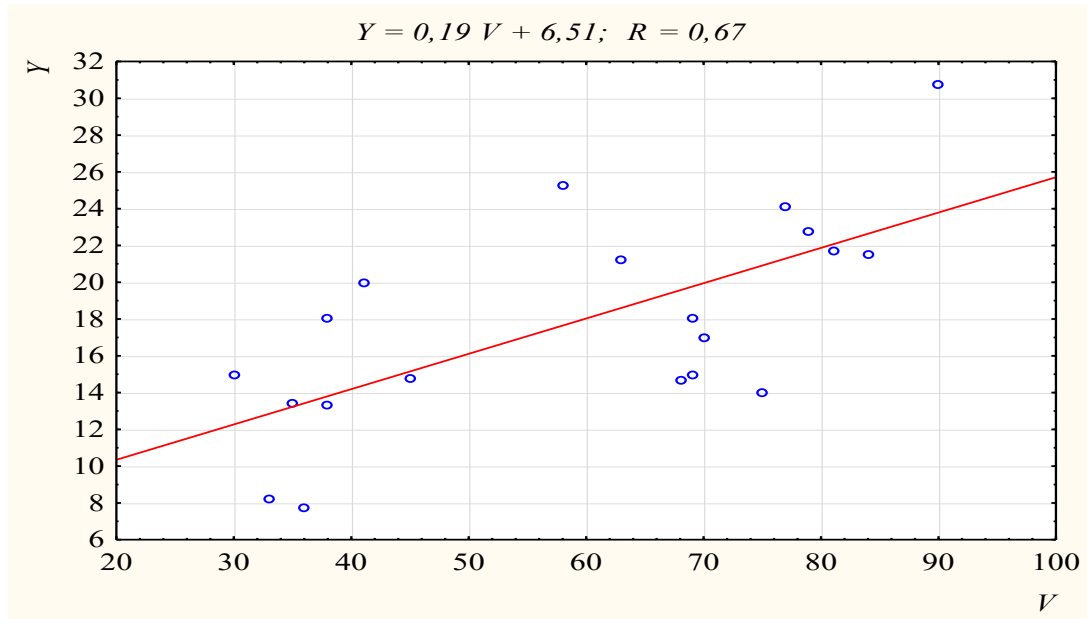


Рисунок 3.9 – Залежність урожайності ярого ячменю від вологозабезпеченості вегетаційного періоду

Наступним кроком нашого дослідження було проведення множинного регресійного аналізу для визначення залежності урожайності ярого ячменю від трьох вибраних предикторів. Згідно з методикою, запропонованою в агрометеорології Є.С. Улановою та О.Д. Сиротенком [24], рівняння цієї залежності має вигляд

$$u = ax + by + cz + d, \quad (3.12)$$

де u – урожайність, x, y, z – предиктори, a, b, c, d – параметри рівняння. Тобто це випадок знаходження рівняння множинної лінійної кореляції чотирьох змінних величин.

При виборі предикторів ми керувалися даними аналізу кореляційної матриці і знаходили зв'язок урожайності з трьома показниками, що описувалися раніше. Треба відзначити, що досить тісний зв'язок існує між врожайністю ячменю і ще декількома показниками, але при визначенні рівняння множинної регресії необхідно пам'ятати, що всі предиктори мають бути статистично незалежними, щоб їх взаємний зв'язок і високі коефіцієнти парної кореляції не завищували значення загального коефіцієнту множинної кореляції R .

Наприклад, аналіз кореляційної матриці (додаток Б) показує, що між урожайністю (Var1) та фактичним вологоспоживанням (Var14) існує досить тісний зв'язок, що характеризується коефіцієнтом кореляції $R = 0,55$. Також можна бачити наявність майже такого ж за тіснотою, але оберненого зв'язку урожайності з величиною вологопотреби (Var15), тут $R = -0,57$. Але обидва цих показники входять у формулу для розрахунку вологозабезпеченості (4.8), тому між ними і вологозабезпеченістю існує тісний зв'язок, що характеризується коефіцієнтами кореляції 0,92 і -0,72 відповідно. Тому жоден з двох показників включати у шукане рівняння множинної кореляції неможна.

Таким чином, за допомогою розрахунків у програмі STATISTIKA ми отримали шукане рівняння регресії виду

$$Y = 0,15 \cdot R_1 - 0,96 \cdot \bar{t}_2 + 0,12 \cdot V + 22,35. \quad (3.13)$$

Середня квадратична помилка рівняння регресії дорівнює

$$S_u = \sigma_u \sqrt{1 - R^2} = 5,7 \sqrt{1 - 0,80^2} = 5,7 \sqrt{0,36} = 5,7 \cdot 0,60 = 3,4 \frac{\text{ц}}{\text{га}}$$

Коефіцієнт множинної кореляції $R=0,80$. Рівняння 3.13 є статистично значимим, воно може бути використане в прогностичних цілях для розрахунку очікуваного врожаю. Але для підвищення точності розрахунків необхідно враховувати інформацію про стан посівів (висоту рослин, густоту стояння, елементи продуктивності і т.д.).

ВИСНОВКИ

У результаті виконаної роботи можна зробити такі висновки:

1. Середня за роки досліджень урожайність склала 19,1 ц/га. Тенденція урожайності, визначена за допомогою методу гармонійних зважувань, додатна і складає 0,5 ц/га. Тобто завдяки культурі землеробства кожний рік урожай може зростати на 0,5 ц/га.

У 2003 та 2007 рр. були зібрані найменші за весь період дослідження урожаї – 7,7 та 8,2 ц/га відповідно. Але спостерігалися і урожаї досить високі - у 2016 р. – 27,3 ц/га, а у 2008 р. було зібрано найбільший урожай ярого ячменю – 30,8 ц/га.

Протягом 2008 р. спостерігалися найбільш сприятливі погодні умови, приріст урожаю за рахунок погодних умов становив 12,3 ц/га. Найбільш несприятливим по погодним умовам для вирощування ячменю був 2007 р., коли відхилення від тренду досягало -10 ц/га.

2. Ймовірнісний аналіз показав, що урожаї ячменю порядку 27 ц/га в Херсонській області отримують з ймовірністю 10 % (тобто раз в десять років), а щорічно тут забезпечені урожаї лише не вище 7-8 ц/га.

3. Для уточнення біологічного мінімуму ячменю по міжфазним періодам, ми використовували метод найменших квадратів, отримавши такі рівняння

$$SumT_1 = 3,7N_1 + 65, \text{ (період сівба – сходи);}$$

$$SumT_2 = 7,5N_2 + 354 \text{ (період сходи – колосіння);}$$

$$SumT_3 = 20,0N_3 + 32 \text{ (період колосіння – повна стиглість),}$$

де $SumT$ – сума активних температур, накопичена за період, n – тривалість даного міжфазного періоду.

Коефіцієнти кореляції, що дорівнюють 0,60- 0,93, говорять про те, що отримані зв'язки є тісними. Таким чином, біологічний мінімум у ячменю у

період сівба-сходи дорівнює $3,7^{\circ}\text{C}$, сходи-колосіння – $7,5^{\circ}\text{C}$, колосіння – повна стиглість $-20,0^{\circ}\text{C}$.

4. В Херсонській області середньобагаторічна дата сівби ячменю – 27 березня, а дата повної стиглості – 3 липня. Середня тривалість вегетаційного періоду ярого ячменю від сівби до повної стиглості за 20 - річними даними склала 98 днів.

Сума активних температур за період вегетації становить у середньому 1542°C , сума ефективних температур в середньому становить 1052°C . Кількість опадів за вегетаційний період в середньому становить 141 мм.

Фактичне вологоспоживання ярого ячменю за вегетаційний період в середньому склало 219 мм, величина вологопотреби ярого ячменю за вегетаційний період становить 385 мм. Середнє значення вологозабезпеченості, що дорівнює 59 %, говорить про те, що на досліджуваній території вологозабезпеченість посівів ярого ячменю є поганою.

5. Проведений багатофакторний кореляційний аналіз показав, що на урожайність ярого ячменю в Херсонській області найбільше впливають такі агрометеорологічні показники вегетаційного періоду як середня температура у період сходи-колосіння (\bar{t}_2), сума опадів за період сівба-сходи (R_1) та вологозабезпеченість вегетаційного періоду (V).

Коефіцієнт множинної кореляції становить $R=0,80$. Тобто рівняння множинної регресії є статистично значимим, воно може бути використане в прогностичних цілях для розрахунку очікуваного врожаю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рослинництво: підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред. О.І. Зінченка. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
2. Растениеводство: учебное пособие / Ф.М. Стрижова, Л.Е. Царева, Ю.Н. Титов. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. 219 с.
3. Павловская Н.Е., Костромичева Е.В., Кулешова Е.С. и др. Ячмень источник антибиотиков / Вестник Орел ГАУ. 2012. Вып. 4(37). С. 70-72.
4. Борисоник З.Б. Ячмень яровой. - Москва: Колос, 1974. 255 с.
5. Шпогис К.А., Антоний А.К. Ячменно-овсяные смеси на фураж // Зерновое хозяйство, 1973. №6. - С.22.
6. Довидайтис В., Чайкаускене М. Сравнение смесей гороха с ячменем, овсом и яровой пшеницей // Сборник научных статей Литовского НИИЗ. Вильнюс, 1973. - № 27. - С. 46-54.
7. 5 тез про виробництво ячменю в Україні: [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://bakertilly.ua/news/id38772>
8. Агрокліматичний довідник по Херсонській області (1986-2005 рр.) / Міністерство надзвичайних ситуацій України; Одеський обласний центр з гідрометеорології; за ред. С. І. Мельничук, Т.І. Адаменко. Одеса: Астропринт, 2011. 208 с.
9. Рослинництво: Підручник / Базалій В.В., Зінченко О.І., Лавриненко Ю.О., Салатенко В.Н., Коковіхін С.В., Домарацький Є.О. Херсон: Грінь Д.С., 2015. 520 с.
10. Рослинництво: підручник / Влох В.Г., Дубковецький С.В., Кияк Г.С., Онищук Д.М.; за ред. В.Г. Влоха. К.: Вища школа, 2005. – 382 с.
11. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Основи агрометеорології: підручник. Одеса: “ТЕС”, 2012. 250 с.

12. И.Н. Бесалиев Температурный режим межфазных периодов вегетации и урожайность ячменя. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. Вып. 5-1(том 1). С. 72-75.
13. Рожков А. О., Огурцов Є.М. Рослинництво: навч. посібник. Харків: Тім Пабліш Груп, 2017. 363 с.
14. Разумова С.Т. Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології: Конспект лекцій. Одеса, 2013. 197 с.
15. Макрушин М.М., Макрушина Є.М., Петерсон Н.В., Мельников М.М. Фізіологія рослин: підручник. / За редакцією М.М. Макрушина. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.
16. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ "Українські технології", 2006. 730 с.
17. Изменчивость элементов продуктивности у ярового ячменя под воздействием заморозков / Е.Н. Алексеева, А.И. Коровин, М.В. Лукьянова [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1981. Т. 71. Вып. 1. С. 126–130.
18. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 175 с.
19. Мищенко З.А. Агроклиматология. Одесса: «Экология», 2006. 540 с.
20. Вольвач О.В., Вольвач В.В. Агрометеорологічні вимірювання. Одеса: «ТЕС», 2013. 220 с.
21. Свисюк И.В. Агрометеорологические прогнозы, расчеты, обоснования. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 191 с.
22. Полевой А.Н., Мызина Т.И. Изменение структуры влияния агрометеорологических условий на урожайность ярового ячменя // Метеорология и гидрология. 1975. № 8. С. 82-87.
23. Вольвач О.В., Паскалов С.З. Термічні умови вегетаційного періоду ярого ячменю в районі станції Нижні Сірогози Херсонської області / Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та

перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії». Переяслав-Хмельницький, 31 травня 2019 р. С. 13-16.

24. Уланова Е.С., Сиротенко О.Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии . Л.: Гидрометеиздат, 1969. 198 с.

25. Музафарова В.А., Рябчун В.К., Петухова І.А., Падалка О.І. Тривалість періоду сходи – колосіння та врожайність зразків ячменю ярого в умовах східної частини лісостепу України Генетичні ресурси рослин. 2018. № 22. С. 19-30.

26. Лапчинський В.В. Вплив строків сівби на насінневу продуктивність пивоварних сортів ярого ячменю /Збірник наукових праць Уманського ДАУ (спеціальний випуск). Умань. Уманський ДАУ, 2003. С. 743-746.

27. Чепец Е.С. Чепец С.А. Морфологические изменения и уровень влажности ячменя разной спелости. Фундаментальные исследования. 2014. № 11 (часть 6) С. 1328-1332

28. Мамєдова Е.І. Вплив гідротермічних умов та агротехнологічних заходів вирощування на особливості росту й розвитку рослин ячменю ярого в Північному Степу. Зернові культури, 2017. Том 1, № 2. С. 300-306.

29. Черенков А.В. та ін. Рекомендації по вирощуванню ярих: ячменю, вівса, пшениці і тритикале. Дніпропетровськ, 2015. 22 с.

30. Букарева С.А. Оцінка агрокліматичних ресурсів Херсонської області для формування ярого ячменю. Вісник Одеського державного екологічного університету, 2012, вип.14. С. 78-85.

31. Барсукова Е.А. Влияние агрометеорологических условий на продуктивность ярового ячменя / Вісник Одеського державного екологічного університету. 2008. Вип. 6. С. 93-102.

32. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса: ТЕС. 2012. 630 с.

33. Онуфран Л.І. Водоспоживання ячменю ярого за різних умов вирощування. Зрошуване землеробство, 2012. Випуск 57. С. 144-148.

ДОДАТОК

Додаток А1

РОЗРАХУНОК ТЕНДЕНЦІЇ УРОЖАЮ ЗА МЕТОДОМ
ГАРМОНІЙНИХ ЗВАЖУВАНЬ

$$N = 20 \quad K = 16$$

N - довжина ряду, K - параметр згладжування

Фактичні значення урожаю по роках, ц/га

17.0 14.0 21.5 18.0 7.7 24.8 14.7 21.2 8.2 30.8 20.0 14.8

25.3 13.4 13.3 21.7 24.1 27.3 25.1 19.6

+++++

Згладжені значення урожаю - тренд, ц/га

16.8 16.7 16.8 16.6 16.7 17.0 17.4 17.8 18.1 18.5 18.8 19.2

19.6 19.9 20.3 20.6 21.5 22.3 23.1 23.3

+++++

Фактичні значення урожаю мінус тренд, ц/га

0.2 -2.7 4.7 1.4 -9.0 7.8 -2.7 3.4 -9.9 12.3 1.2 -4.4

5.7 -6.5 -7.0 1.1 2.6 5.0 2.0 -3.7

+++++

Прогноз тенденції урожаю на наступний рік

$$ws=0.470 \quad yr=23.77$$

$$sumy1 = 382.500 \quad ysr = 19.12 \quad disSum = 38.86$$

$$disz = 4.92 \quad cp = 0.30$$