

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Навчально - науковий центр
«Інститут біології та медицини»

Кафедра: екології та зоології

Завідувач кафедри: к.б.н., доцент Анатолій ПОДОБАЙЛО

(звання, ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Протокол № ____ засідання кафедри

від « » _____ 2025 р.

**ВПЛИВ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ОСІННЬО-
ЗИМОВОГО ПЕРІОДУ НА ПЕРЕЗИМІВЛЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

Кваліфікаційна робота бакалавра
денної форми навчання
за спеціальністю «Екологія (101)»
ЮЛИ Анастасії Володимирівни

Науковий керівник від кафедри
д. б. н., професор
ЛУКАШОВ Д. В.

Робота виконана у відділі агроекології та аналітичних досліджень
Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної
академії аграрних наук України», під керівництвом завідувача, кандидата
сільськогосподарських наук, старшого наукового співробітника Ганни
ДАВИДЮК

Оцінка захисту роботи

(підпис завідувача кафедри)

Київ 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. Вплив умов вирощування на перезимівлю пшениці озимої б	6
1.1 Біологічні особливості пшениці озимої.....	6
1.2 Екстремальні погодні явища осінньо-зимового періоду та їх вплив на перезимівлю пшениці озимої.....	13
1.3 Вплив агротехнічних прийомів вирощування на формування морозо- та зимостійкості пшениці озимої.....	18
1.4 Агрометеорологічні умови осінньо-зимового періоду та їх вплив на перезимівлю пшениці озимої.....	22
1.5 Методи оцінки життєздатності рослин пшениці озимої під час перезимівлі.....	25
РОЗДІЛ 2. Матеріали та методи	32
2.1 Об'єкт дослідження.....	32
2.2 Ґрунтова та кліматична характеристика умов вирощування.....	32
2.3 Агротехнічні умови вирощування пшениці озимої.....	34
2.4 Матеріал та методика проведення досліджень.....	35
2.4.1 Фенологічні спостереження	36
2.4.2 Морфологічні та морфофізіологічні дослідження	36
2.4.3 Методи визначення життєздатності рослин озимих культур....	36
2.4.4 Аналіз погодних умов осінньо-зимового періоду.....	38
РОЗДІЛ 3. Оцінка впливу агрометеорологічних умов осінньо-зимового періоду на перезимівлю пшениці озимої.....	39
3.1 Вплив кліматичних умов осіннього періоду на ріст і функціонування пшениці Співанка Поліська	39
3.2 Вплив погодних умов зимового періоду на перезимівлю пшениці озимої.....	43
3.3 Оцінка перезимівлі пшениці озимої.....	47
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51

ВСТУП

Зернове виробництво України є стратегічною, експортно – орієнтованою галуззю народного господарства. Зернові культури задовольняють понад 70 % потреби людства в продуктах харчування. Головними перевагами їх вирощування є добра транспортабельність, висока продовольча та кормова якість, можливість зберігання впродовж кількох років без істотної зміни їх властивостей та харчової цінності. Зерно і одержувані з нього продукти харчування порівняно з іншими харчовими засобами найбільш дешеві. Все це історично визначило значення і місце зерна та продуктів його переробки в харчуванні – вони стали продуктами масового та повсякденного вжитку людини [1].

Основними культурами зернового виробництва, що забезпечують понад 90% валових зборів зерна в Україні є пшениця озима, ячмінь ярий та кукурудза. Ключовою культурою структури валового виробництва зерна займає на сьогодні пшениця озима. Саме ця культура має стратегічне, народногосподарське значення, забезпечуючи продовольчу безпеку, економічну стабільність та розвиток аграрного сектору.

Агрокліматичні умови України повністю відповідають біологічним особливостям пшениці озимої, що за сприятливих метеорологічних умов вегетаційного періоду дозволяє отримувати стабільні врожаї високоякісного зерна. Проте внаслідок специфічних особливостей росту і розвитку (озима культура) пшениця озима часто зазнає впливу несприятливих агрометеорологічних чинників у період перезимівлі і, перш за все, це вимерзання.

У літературних джерелах 80-90-х років ХХ століття зустрічались факти часткової загибелі посівів пшениці озимої щонайменше у двох роках з десяти. У ХХІ столітті значна загибель посівів пшениці озимої від несприятливих умов перезимівлі останній раз спостерігалася лише у 2003 році. Такі позитивні зрушення у вирощуванні озимих зернових культур,

зокрема пшениці озимої, обумовлені зміною кліматичних умов, які відмічаються в Україні в останні 10-20 років, під впливом глобального клімату і наразі характеризується тенденцією до потепління.

Одним з позитивних наслідків змін клімату для сільського господарства в Україні слугує потенціал для зростання врожайності озимих культур внаслідок підвищення зимових температур, зменшення тривалості холодів та раннє відновлення вегетації тощо. На сьогодні фіксують такі зміни весняної вегетації рослин: надзвичайно раннє відновлення зимуючих культур, прискорений розвиток пшениці – у фазах відбувається випередження на 7-15 діб.

Для розуміння сутності фізіологічних процесів, які відбуваються в рослинах пшениці озимої під час їх перезимівлі в умовах кліматичних змін виникає необхідність у поглибленні фундаментальних знань для встановлення закономірностей формування елементів продуктивності рослин за різних умов волого- і теплозабезпечення і створення на основі цього адаптивних технологій вирощування цієї культури. Тому метою роботи було встановлення закономірностей впливу вологозабезпеченості та температурного режиму на ріст, розвиток і перезимівлю пшениці озимої Співанки Поліської.

Об'єкт дослідження – процеси осіннього росту і розвитку та перезимівлі пшениці у взаємозв'язку з агрометеорологічними умовами осінньо-зимового періоду.

Предмет дослідження: агрометеорологічні чинники, елементи технології вирощування, конус наростання, морфологічні показники, сорт пшениці озимої.

Для досягнення зазначеної мети було передбачено вирішення наступних завдань:

- встановити умови та дати настання стадій розвитку пшениці озимої у осінній період 2024 року;

- провести оцінку впливу температурного режиму та режиму зволоження на ріст і розвиток рослин пшениці озимої у осінній період 2024 року;
- визначити особливості перезимівлі рослин пшениці озимої у зимовий період 2024-2025 рр.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ НА ПЕРЕЗИМІВЛЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

1.1. Біологічні особливості пшениці озимої

Озима пшениця впродовж вегетаційного періоду проходить визначені стадії росту та розвитку, які пов'язані з формуванням нових органів. Ключова відміна озимої пшениці полягає в тому, що вже ранньої весни, отримують гарні сходи, рослини зазнають куцнення, але не утворюють стебла та колосу. Для повноцінного росту та розвитку озима пшениця зазнає стадій яровизації за визначеної температури (0-3°C) впродовж 35-60 діб [2].

Згідно сучасних наукових тверджень, зокрема на думку Файта (2005), сучасні сорти пшениці озимої м'якої мають короткий період яровизації (30-40 діб), на відміну від колишніх (45-55 діб) та наближену до нейтральної фотоперіодичну чутливість. Це сприяє рослинам озимої пшениці пройти стадію яровизації за віддалених термінів посіву [3].

Виділяють наступні фази розвитку пшениці озимої: сходи, куціння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, досягання (молочна, воскова і повна стиглість). Для розуміння складних процесів формування нових органів, не достатньо інформації щодо фаз розвитку пшениці. Рослина в цілому та її органи впродовж індивідуального розвитку – органогенезу, проходять кілька етапів. Куперман Ф.М. (1982), зокрема, виділила 12 стадій індивідуального розвитку пшениці озимої [4].

Перша стадія органогенезу пшениці озимої розпочинається з проростання насіння і закінчується утворенням другого листка. Не спостерігають диференціювання на окремі органи конусу наростання. Тривалість вказаної стадії становить 20-30 діб. Конус наростання, не зазнає змін до завершення стадії яровизації. Це період початкової густоти рослин.

На наступному етапі органогенезу спостерігають ріст конусу наростання, внаслідок, подовження його верхньої частини, росту стебла та стійкості до вилягання. Спостерігають появу пагонів кущіння. Фіксують появу вузлових, зокрема, вторинних коренів рослини. Вказаний період триває близько 35-40 діб, восени і частково навесні. Кущіння, зокрема, формування бокових стебел рослини, слугує важливою характеристикою авторегулювання густоти посіву. На ступінь кущіння істотно впливають строки і глибина сівби. Важливим органом рослини є вузол кущення. Глибина залягання вузла кущення пшениці озимої, залежить від індивідуальних ознак, вирощування та має важливе значення для рослин. Цей показник впливає на морозостійкість та стійкість до вилягання. Вузол кущення у рослинах пшениці озимої формується на глибині від 2 до 3,2 см [5, 7].

Наступний етап органогенезу настає на початку весняної вегетації. На цьому етапі спостерігають: витягування верхівки конуса, ріст довжини, появу майбутніх члеників стрижня, наростання та диференціювання нижньої частини на сегменти колоса.

Фаза виходу рослин в трубку є важливим етапом у розвитку озимої пшениці, яка співпадає з четвертим етапом органогенезу. В цей період відбувається забезпечення рослини вологою та поживними речовинами, які слугують важливими чинниками росту вегетативної маси та закладання колоскових горбків. Етап закладання колоскових горбків, впливає на кількість колосків у колосі. Подвоєння озерненості колоса залежить від своєчасного внесення добрив та помірної температури повітря. Після проходження зазначеного періоду вплинути на збільшення розміру колоса і число колосків у ньому неможливо. Внесення добрив, з метою підживлення забезпечує виживання колосоносних синхронно розвинених стебел [2, 6].

Ріст другого міжвузля рослини співпадає з п'ятим етапом органогенезу. Основною ознакою зазначеного етапу є формування квіток колоска. Закладання та розвиток квіток колоска залежить від: забезпечення рослин

поживними речовинами, вологою, тривалістю світлового дня (не менше 13-15 годин за температури 15-20°C).

Фаза стеблуння – це шостий етап індивідуального розвитку рослин. На цій фазі відбувається інтенсивний розвиток третього-п'ятого міжвузлів стебла. Спостерігають формування маточок, пилкових зерен, зародкового мішка та стовпчика приймочки. Важливим етапом зазначеного періоду є вирівняність стеблостою рослин та відсутність бур'янів, які негативно впливають - затіняють посіви пшениці. Зазначена фаза обумовлює диференціювання частин колоса [2, 6].

Ріст останніх міжвузлів - сьомий етап органогенезу. Він характеризується інтенсивним ростом у довжину органів колоса, щільністю колоса, яка залежить від метеорологічних умов. На цьому етапі колос набуває характерних для сорту розмірів, форм та міститься у піхві останнього листка.

На фенофазі колосіння - наступному етапі органогенезу, відбувається завершення процесів гаметогенезу, формування колоса та квіток. В цей період спостерігають ріст верхнього міжвузля. На формування виповненого зерна з високим вмістом білка та клейковини, впливає своєчасне азотне підживлення.

Цвітіння, запилення, запліднення, утворення зиготи і початок формування ендосперму - дев'ятий етап. Він прикметний наростанням вегетативної маси. Цей етап поділяє органогенез рослини на вегетативну та репродуктивну стадії.

Формування зернівки, супроводжується надходженням пластичних речовин з листків і стебла. Зародок рослини та ендосперм – збільшуються. Завершується етап утворенням типових для кожного сорту форм. Збільшення довжини зернівки, спостерігають лише на вказаному етапі.

Молочна стиглість, прикметна інтенсивним нагромадження пластичних речовин у зернівці. Вона супроводжується зменшенням вологості зерна та його ростом. Збільшення маси зерна (до 1000 одиниць) та урожайність,

залежать від достатньої вологи, елементів живлення та температури (не більше 25°C) повітря.

На початку воскової стиглості зерна спостерігають нагромадження пластичних речовин зерна. Завершується процес воскової стиглості припиненням збільшення зернівки, а її поживні речовини перетворюються на запасні.

Отже, час осінньої вегетації пшениці озимої перебуває в діапазоні від 40 до 50 діб, весняно-літньої - 90–110 діб [2, 6].

Вимоги до температурного режиму. Озима пшениця - холодостійка культура, яка для свого росту потребує тривалого світлового дня. Насіння культури здатне до проростання за температури посівного шару ґрунту від 1°C до 3°C. За вказаних умов перші сходи з'являються із затримкою та нерівномірно. Якщо ґрунт прогрівається від 12 до 20°C і є достатня кількість вологи (близько 15 мм продуктивної вологи у шарі, де здійснюється сівба) перші сходи з'являються вже на 5-6-ту добу. Оптимальний період для сівби озимої пшениці коливається в межах, коли середньодобова температура повітря становить від 14 до 17°C. Температура (понад 25°C) повітря - несприятлива для проростання, оскільки здатна провокувати активний розвиток захворювань сходів [7].

Впродовж усього періоду вегетації оптимальна температура повітря варіює залежно від фази розвитку. Так, для проростання насіння температура становить від 15 до 16°C (процес може відбуватися і при 1-2°C); для фази куцїння – 9–12°C (перед входженням в зиму під час загартовування вдень 10–12°C, вночі – до 0°C); для фази відростання і куцїння весною – 12–15°C; поява фази рослини- вихід у трубку – 15–16°C; для фази колосіння-цвітіння – 18–20°C; фаза наливання та дозрівання зерна - 20–25°C [8]

Оптимальні умови для озимої пшениці стосовного тепла розраховують за сумою ефективних температур вище 5°C і становить 1014–1050°C. Зокрема, для періоду від виходу в трубку до колосіння (стадія ВВСН 30–46)

потрібно 294-330°C, від фази колосіння до фази молочної стиглості (ВВСН 47–72) – 230°C, від молочної до воскової стиглості (ВВСН 73–86) – 260°C [9].

Перезимівля пшениці озимої можлива за температури від (-15°C до -18°C), на глибині вузла кущення, а перезимівля сортів з підвищеною морозостійкістю від (-19°C до -20°C) [7, 9]. Сніговий покрив відіграє ключову роль у захисті озимих культур від негативного впливу холоду. За наявності снігового шару озима пшениця витримує зниження температури повітря від -20°C до -26°C. Захист рослин від вимерзання залежить від шару снігу товщиною 10 см та більше [2].

Високою морозо- та зимостійкістю вирізняються озимі зернові культури, які восени формують від двох до чотирьох пагонів та накопичують у вузлах кущення до 33–35 % глюкози на суху речовину. Накопичення цукру відбувається внаслідок тривалої осінньої вегетації рослин у 45–50 діб з сумою середньодобових температур від 520°C до 670°C. Рослини, які сформували восени від 5 до 6 пагонів (перерослі рослини) – не витримують низьких температур. Згідно з дослідженнями Федорової (1972), Кононюка (2009), в роки, коли озима пшениця демонструвала найбільшу морозостійкість, сума температур вище 5°C сягала меж від 225°C до 300°C [9, 10].

Негативно впливає на морозо- та зимостійкість культур і незбалансоване живлення рослин добривами, особливо дефіцит калію, а також ураження посівів різними шкідниками та хворобами. Тому для озимих зернових культур потрібно створити оптимальні умови для осіннього росту та розвитку у кожному конкретному випадку агротехнічними заходами, особливо термінами сівби. Такі посіви будуть адаптованими до умов вирощування, добре перезимують і в кінцевому результаті будуть продуктивнішими.

Після початку вегетації озимі зернові культури швидко втрачають морозостійкість і залежно від сортів можуть пригнічуватися від сильних весняних приморозків.

Вимоги до ґрунтів. Пшениця озима – одна із найвибагливіших серед озимих культур до ґрунтових умов вирощування. Характерні ґрунти: із потужним гумусовим горизонтом, характерною структурою, достатнім вмістом вологи та поживних речовин, які рослина легко здатна засвоїти. Найкраще розвивається коренева система в ґрунтах, об'ємна маса яких знаходиться у межах від 1,10 до 1,25 г/см³ [11].

На родючих чорноземах, каштанових та темно-сірих суглинках збирають найбільшу кількість зерна. Перезволожені чи заболочені ґрунти, торфовища та піски є малоприсадибними для вирощування пшениці озимої.

Вимоги до вологості. Впродовж вегетаційного періоду озима пшениця вимагає достатньої кількості вологи. Насіння пшениці під час фази проростання (ВВСН 01-09) поглинає від 50 до 55% води від власної маси. Згідно досліджень Нетіса (2008) показано, що існує позитивний кореляційний зв'язок між запасами ґрунтової вологи на час сівби пшениці та її врожайності: $r = 0,65-0,70$ [12].

Озима пшениця найбільше потребує вологи у фазі кушіння (ВВСН 20–29), виходу в трубку (ВВСН 30–46) та колосіння (ВВСН 47–59). Посушливі умови під час активного наростання вегетативної маси, утворення зерна (ВВСН 70–72) призводять до зниження продуктивності культури.

Показник, що визначає кількість води, яка витрачається рослинами на утворення граму сухої речовини - транспіраційний коефіцієнт пшениці становить від 400 до 500 одиниць. За оптимального зволоження транспіраційний коефіцієнт зменшується до 300, а в період посухи зростає від 600 до 700. Максимальних значень коефіцієнт сягає від сходу до початку кушення (від 800 до 1000), а мінімальних - наприкінці вегетації (від 150 до 200). Тому економно витрачають воду рослини, які мають достатнє зволоження. Період трубкування у рослин, потребує максимального забезпечення водою. Цей період становить до 20 діб. Це створює оптимальні умови для інтенсивного розвитку рослини, зокрема, утворенню колосків та

квіток. Натомість, нестача вологи суттєво знижує врожайність, зменшуючи кількість зерна у колосі та масу. [7].

Встановлено, що оптимальні запаси продуктивної вологи у ґрунті в різні фази росту і розвитку озимих зернових культур становлять: проростання насіння (шар 0–10 см) – 10 мм і більше; сходи – куціння (шар 0–20 см) – 25–30 мм; вихід у трубку-колосіння (шар 0–100 см) – 120–150 мм; цвітіння-воскова стиглість (шар 0–100 см) – 70–100 мм [13].

На вологозабезпеченість озимих зернових культур впливають такі чинники як: ґрунтово-кліматичні умови, погодні умови року, попередники, системи обробітку ґрунту, системи удобрення, строки сівби, норми висіву, системи догляду у весняно-літній період вегетації та ін.

Період від посіву до сходів – критичний етап, що визначає майбутню врожайність. З огляду на глобальні кліматичні зміни, які спостерігаються в останні десятиріччя, навіть у північній частині Правобережного Лісостепу і навіть на Поліссі в період сівби (кінець вересня – початок жовтня), в окремі роки відчувається гострий дефіцит вологи в ґрунті. За таких умов отримують нерівномірні сходи, так звані строкаті, з великою кількістю рослин, що відстають у рості і розвитку, що в майбутньому призводить до значного зниження врожайності культур. Тому в допосівний період всі агротехнічні методи вирощування озимих зернових культур повинні бути спрямовані на збереження вологи у ґрунті. Зокрема це розміщення культур після парових попередників, які рано звільняють поля. Основний обробіток ґрунту під сівбу озимих зернових потрібно проводити за такою схемою – чим нижчі запаси вологи, тим мілкіший обробіток. За гострого дефіциту вологи потрібно застосовувати технології mini-till, no-till. Ці агротехнічні методи дають змогу адаптувати посіви озимини до негативного впливу довкілля і, в кінцевому результаті зберегти врожай культур.

Вимоги до освітлення. Озима пшениця - рослина довгого світлового дня. Період вегетацій, враховуючи район вирощування та властивості сорту,

коливається від 240 до 320 діб. До вилягання рослин призводить витягання нижніх стеблових міжвузля при затіненні у загущених посівах.

Оптимальна тривалість денного світла та достатнє живлення рослин (фосфорним і калійним добривами) слугує розвитком генеративних органів та формування значної кількості зерен у колосі. При 15-годинній тривалості денного освітлення сума середньодобових температур впродовж періоду від виходу в трубку до колосіння варіює в межах від 380°C до 400°C. Сонячна інсоляція стимулює: оптимальну фотосинтетичну продуктивність (рослини добре ростуть, утворюють численні пагони та розвиваються), сприяє закладці органів плодоношення зерна (накопиченню в ньому білків, вуглеводів та інших сполук).

Акцентується вплив світла на проходження фаз загартування. Так, Куперман (1969) дійшла висновку, що безперервне освітлення у період проходження першої фази загартування знижує стійкість рослин до дії низьких температур [14].

Слабка інтенсивність освітлення порівняно з природним світлом під час другої фази загартування здатна спричинити збільшення часу для її завершення [15].

1.2. Екстремальні погодні явища осінньо-зимового періоду та їх вплив на перезимівлю пшениці озимої

Кліматичні умови для вирощування культур у нашій країні відрізняються по всьому ландшафту. Континентальний клімат основних сільськогосподарських районів передбачає ймовірність посух, суховіїв, пилових буревіїв, сильних морозів узимку, заморозків (пізньої весни й ранньої осені) тощо. Тому, для досягнення високих і стабільних врожаїв важливо враховувати природні та кліматичні умови регіонів при вирощування культур [16].

На перезимівлю озимих культур впливає стан посівів восени (після завершення вегетації). Слабко розвинені рослини зазнають значно більших пошкоджень за несприятливих умов перезимівлі: критична температура вимерзання на 1–3°C вище, ніж у добре розвинених. Рослини, які мають слабкий розвиток, з куцистістю 1 - 2 пагони, містять мало поживних речовин і швидше ушкоджуються внаслідок вимокання, випрівання та від льодової кірки [9, 17]. У перерослих рослин (з куцистістю понад 6 пагонів у пшениці та 4 пагонів у жита) зимостійкість зменшується через значне зростання та перехід рослин до третього етапу органогенезу, а також у зв'язку з інтенсивним збільшенням конусу наростання в осінній період, що викликає затримку проходження першої стадії загартування рослин. Доведено, що найбільшу зимостійкість мають рослини, які на час припинення вегетації мають до трьох, чотирьох пагонів (у деяких сортів озимої пшениці до 2 – 3 пагонів) [9, 17].

Морозостійкість рослин – здатність рослин витримувати низькі температури, а зимостійкість – здатність рослин витримувати комплекс негативних чинників, які з'являються в різні періоди року, під час перебування рослин у відкритому ґрунті. Вказані ознаки озимої пшениці впродовж усього вегетаційного періоду не є сталими показниками [6].

Зимостійкість і морозостійкість озимої пшениці – фізіологічний процес, що залежить від генетичних особливостей сорту та впливу чинників довкілля. Вирішення питання підвищення зимо- та морозостійкості доволі складна задача, оскільки існує чіткий взаємозв'язок між врожайністю рослин та їх стійкістю до несприятливих умов зимового періоду. На сьогодні, підвищують зимостійкість рослин шляхом селекції, з використанням біологічних особливостей та спеціальних селекційних методів і прийомів [6].

Осінньо - вегетаційний періоду – від сівби до зупинки росту, яка настає при зниженні температури повітря до 5°C, обумовлює формування стійкості рослин до зимових екстремальних умов. Причину цього, вбачають у численних біохімічних процесах, які сприяють загартуванню рослин пшениці

озимої. Згідно досліджень [15], процес загартування проходить у два етапи: перший - за температури повітря від 8°C до 10°C вдень і близько 4°C вночі; другий - при середній температурі від 0°C до 5°C. На першому етапі загартування у вузлах кушіння накопичуються цукри, вміст яких до кінця періоду становить до 30% від загальної маси сухої речовини. На другому етапі рослини втрачають воду, що призводить до збільшення концентрації цукру та зменшення вільної води [7, 18]. За сприятливих умов проходження двох етапів загартування рослини здатні витримувати мінімальну температуру від -18°C до -20°C. Складнішим і менш дослідженим є питання про взаємодію осіннього освітлення та температури повітря на формування загартування, морозостійкості рослин. Проходженню першого етапу сприяє загартування озимих культур при високому рівні сонячного випромінювання та температурі повітря від 10°C до 12°C. Найбільш оптимальними умовами під час другого етапу є інсоляція при температурі повітря від -2°C до -4°C [7, 18].

Найбільше страждають озимі культури в Україні: степові області - від вимерзання, у лісостепових та степових – від льодяної кірки, на Поліссі – від випрівання, вимокання, а частково – від вимерзання. Важливо розрізняти вимерзання та замерзання. Озимина - замерзає, адже взимку температури в місцевостях її культивування переважно від'ємні, проте від цього не гине [16].

«Вимерзання». Загибель рослин спричинена значним зневодненням протоплазми клітин через замерзання так званої вільної води у міжклітинних проміжках. Там утворюються кристали, або суцільна льодова кірка, при різкому падінні температури (наприклад, сильний мороз після відлиги). Відбувається відтягування внутрішньоклітинної води. Це слугує: зневодненням клітин, коагуляції колоїдних розчинів всередині них та призводить до загибелі. «Вимерзання» відбувається при критичних від'ємних температур, що є специфічними для кожної озимої культури.

Зрідженість посівів через «вимерзання» протягом зими визначається показниками критичної температури вимерзання, станом розвитку озимини на момент завершення вегетації, товщиною снігового покриву та глибиною промерзання ґрунту [16, 18].

«Льодяна кірка». Рідкі переохолоджені опади та зимові відлиги, які чергуються з похолоданням призводять до появи на полях «льодяної кірка». Наприкінці осені й на початку весни кірка формується через застій води після танення снігу, з подальшим її замерзанням. На сьогодні, згідно наукових даних виділяють притерту та висячу кірки льоду. Внаслідок замерзання води, виникає «притерта кірка», «висяча» – зверху рослин чи поверхні снігового покриву. Особливо небезпечною для рослин є «притерта кірка» її товщина становить 10–12 см. Низькі температури призводять до високої теплопровідності та тепловіддачі льоду. Це є причиною механічного ураження вузлів кущення рослин. Методом боротьби з притертою льодяною кіркою у сільському господарстві є посипання її торфом, перегноєм або мінеральними добривами. Проте, повністю прибрати кірку неможливо [19].

«Висяча кірка», здатна захистити рослини. Але внаслідок тривалого часу вона здатна обумовити «парниковий ефект» - зростання, випрівання рослин, які перебувають у вегетаційному періоді. На сьогодні, ефективним методом боротьби із «висячою кіркою» є коткування полів з використанням кільчасто-шпорових катків [20].

«Випрівання» відбувається, в тому випадку, коли на не замерзлий ґрунт випадає шар снігу і лежить два - чотири місяці, температура під снігом тримається від 0°C і вище. Рослини під сніговим покривом витрачають поживні речовини на процеси дихання, на маючи можливості їх поновити, за браком фотосинтезу. Що призводить до виснаження та підвищеної захворюваності на снігову плісняву. Тривале перебування у вологому середовищі спричинює розпад рослинних білків до амінокислот, які стають джерелом токсинів для рослин. Щоб уникнути випрівання молодих сходів, слід врахувати оптимальні терміни висіву озимих культур. Не варто

поспішати з ранньою сівбою, адже це може призвести до надмірного ущільнення рослин та ускладнити промерзання ґрунту [21].

Однією з екстремальних умов є – «вимокання». Вимокання спостерігають на важких, перезволожених ґрунтах з тривалим перебуванням снігової води. Причиною загибелі перерослих рослини, слугують, анаеробні умови, які не придатні для їхнього росту і розвитку. Внаслідок анаеробних умов відбувається розщеплення білків з утворенням амінокислот, що призводить до самоотруєння клітин. Підвищення температури повітря, підвищує вірогідність «вимокання». Натомість затоплення негативно впливає на стійкість рослин до морозів. Найважливішим засобом з вимоканням є усунення зайвої вологи, шляхом щілювання, кротування тощо.

У випадку посіву зернових культур у нещодавно зораний ґрунт, часто спостерігають процес «випирання». Випирання відбувається через різкі стрибки температури навесні. Посів у розпушений ґрунт, призводить до розриву кореневої системи пшениці, а вузол кущення залишається на поверхні ґрунту (пасивне випирання). Суттєві перепади між денною та нічною температурами на початку весни сприяють «випиранню» вузла кущення на поверхню ґрунту через утворення льоду, коли вода замерзає вночі (активне випирання). Таким чином вузли кущення, які з'явилися на поверхні, гинуть від морозів та нестачі вологи [7].

Потужний вітер, швидкість вище 10-15 м/с сприяє процесу «видування», за відсутності на полях снігу. За таких умов вегетативні органи рослини залишаються оголеними, що призводить до їх загибелі. Для боротьби з «видуванням» створюють лісосмуги, використовують кулісні та смугові посіви, проводять ґрунтозахисний обробіток, снігозатримання тощо [6].

Отже, кліматичні умови України сприятливі для озимої пшениці. Агрометеорологічні умови зимового періоду, характеризується значною мінливістю, що може спричинити численні пошкодження посівів або їх повну втрати. З метою зменшення агрометеорологічних факторів на озиму

пшеницю, виникає потреба у створенні нових технологій вирощування та адаптації вже існуючих. Застосування новітніх технологій, передбачає зниження рівня негативного впливу на рослини пшениці озимої. До методів адаптації належать: селекція культур за сівозміни; підбір сортів-гібридів; засоби обробітку ґрунту; механізм внесення добрив; методика проведення сівби; шляхи захисту та догляду за посівами.

1.3. Вплив агротехнічних прийомів вирощування на формування морозо- та зимостійкості пшениці озимої

Морозо- та зимостійкість – адаптаційна реакція озимих культур, яка зазнає змін залежно від фази розвитку рослини, чинників навколишнього середовища та впливу температурних режимів. Подовжений вегетаційний період за високих температурах впливає на зимостійкість (знижує), а за низьких – збільшує. Суттєво на зимостійкість озимих впливає температура повітря близько 0°C. Це призводить до зупинки росту, накопичення органічних речовин у вузлах кушення та порушення процесів дихання рослин [22, 23].

Уліч, (2002, 2018) та Литвиненко, (2004) встановили взаємозв'язок між оптимальним періодом сівби та погодними умовами осіннього періоду, що забезпечує кращу перезимівлю рослин і підвищення врожайності [24–26].

Дослідженнями Л. І. Ворони, В. В. Сторожука, В. П. Ткачук та інших (2013) показали взаємозв'язок між змінами агрометеорологічних чинників в осінній вегетаційний період та ростом і розвитком пшениці, залежно від термінів сівби [27].

Оптимальні строки сівби є одним із ключових факторів, що визначають продуктивність, морозостійкість і зимостійкість озимої пшениці. Експерименти доводять, що стійкість до негативних зимових умов залежать від термінів сівби, росту та розвитку рослин [28, 29].

Формування зимостійкості значною мірою залежить від накопичення пластичних речовин у вузлі кушення, що забезпечує стійкість рослин до низьких температур [30]. У пізньо висіяних рослин відзначається недостатній розвиток кореневої системи, що знижує їхню адаптацію до несприятливих умов зими. Водночас надто рання сівба може призвести до переростання рослин і виснаження їхніх запасів вуглеводів, що також знижує зимостійкість [31].

Кліматичні умови також впливають на ефективність вибору строків сівби. У зв'язку зі змінами клімату оптимальні строки сівби в окремих регіонах зміщуються, що вимагає коригування технологій вирощування [32]. Важливо враховувати регіональні особливості: у Лісостепу ефективними є середні строки сівби, тоді як у Степу – більш ранні посіви [33].

Окрім строків сівби, значну роль відіграє норма висіву та удобрення. Адекватне живлення рослин підвищує їхню стійкість до стресових умов і сприяє накопиченню цукрів у вузлі кушіння, що є критично важливим для перезимівлі [34]. Також дослідження показують, що вирощування озимої пшениці після ріпаку може позитивно впливати на її стійкість до морозів завдяки сприятливим фітосанітарним умовам і покращеному живленню [35].

Загалом, вибір строків сівби повинен враховувати не лише середньорічні показники температури, але й перспективи зміни погодних умов. Оптимізація технологій вирощування, що включає врахування строків сівби, норм висіву та агротехнічних прийомів, дозволяє підвищити стійкість озимої пшениці до несприятливих факторів і забезпечити стабільні врожаї навіть за умов кліматичних змін [36].

На сьогодні існують різні погляди щодо впливу строків сівби на морозостійкості та зимостійкості озимої пшениці. Це обумовлено фізіолого-біохімічними властивості росту та розвитку рослин, а також процесами росту у весняно-літній період, що суттєво впливає на урожайність [37, 38].

Єдиної думки щодо морозостійкості пшениці озимою не має. Існують різні думки, які вказують на те, що найстійкішою до морозів є озима пшениця ранніх, оптимальних та пізніх строків сівби. Прийнятною для наукової спільноти є думка щодо залежності морозостійкості від середньо-пізніх строків сівби. Це пояснюють тим, що за середньо-пізніх строків сівби рослини найкраще адаптуються, а знижені температури сприяють глибшому заляганню вузла кушіння [39].

Через кліматичні зміни, які пов'язані з переважанням високих температур, появою нових сортів, виникає потреба в оптимізації термінів сівби культур, зокрема пшениці озимої [40].

Найоптимальнішим періодом для сівби пшениці озимої є середньодобова температура повітря, яка коливається в межах від 14°C до 16°C. За таких умов дружні сходи з'являються у період від 7 до 9 діб. Підвищення температури повітря від 15°C до 18°C, сприяє проростанню та появі сходів вже через 5-6 добу. Температура повітря понад 25°C не сприяють проростанню сходів, оскільки підвищує вірогідність ураження сходів збудниками інфекційних захворювань, зокрема борошнистою іржею. Підвищення температури до 40°C, а відносної вологості повітря понад 30%, призводить до загибелі пророслих насінин через інтенсивне випаровування вологи. Насіння пшениці, яке достатньо увібрало вологи для проростання не здатне до росту через порушення процесів дихання, витрату запасних речовин та ураження мікроскопічними грибами [41, 42].

Вдалий вибір культури-попередника обумовлює процеси регулювання отримання високих врожаїв та якісного зерна. Найвимогливішою до рослин-попередників серед сільськогосподарських культур є озима пшениця. Оскільки посівний матеріал цієї культури для підготовки до проростання має ввібрати 55–60 % води. Оптимальними культурами - попередниками озимої пшениці, є чисті культури, багаторічні трави та зернобобові, які після збору врожаю залишають у ґрунті достатню кількість продуктивної вологи [43].

За достатнього вологозабезпечення, незасіяних ділянок землі на момент припинення вегетаційного періоду, за достатньої вологості коренева система пшениці здатна проникати у ґрунт на 120-140 см. Найсприятливіші умови для дружніх сходів озимої пшениці формуються на полях з чорним паром. Це позитивно впливає на успішну перезимівлю, формування урожайності та поживні властивості зерна. Несприятливі умови для функціонування кореневої системи озимої пшениці виникають після

виросування зернових культур зокрема, кукурудзи або соняшнику. Внаслідок, максимальна глибина коріння становить - 50–60 см [44].

За Г. П. Жемелем при нестачі технологій удобрення ґрунту, ідентичним чорному пару у зоні Лівобережного Лісостепу, слугують багаторічні трави [45].

За результатами трирічних досліджень показано, що внесення незначної кількості мінеральних добрив у передпосівний період, призводила до накопичення рослинами великої кількості вуглеводів. [46, 47].

Потенційним успіхом в отриманні оптимальних сходів, розвитку в осінній період та отримання високих врожаїв озимини, є раціональний підхід у технології обробітку ґрунту. Такі практичні підходи, забезпечують збереження вологи в ґрунті та підвищення стійкості посівів пшениці озимої до збудників інфекційних захворювань [48].

Для повноцінної підготовки ґрунту важливим є: ретельний доглядати за незасіяними ділянками полів, виконання основного та передпосівного обробітку засіяних ділянок, а також полів після інших рослин-попередників. Негайної обробки потребують поля після збирання: сої, гороху, люцерни, еспарцету, кукурудзи через наявність бур'янів та післяжнивних решток [49].

Механізм обробітку полів залежить від виду рослин-попередників та технологій вирощування. Важливого значення наукова спільнота, приділяє питанню сівозміни для вирощування озимини [47, 50].

Зокрема, дослідження виконані в Інституті землеробства, демонструють, що перехід від оранки до плоскорізного чи поверхневого обробітку призводить до зниження врожаїв озимини, незалежно від системи внесення добрив. Водночас, використання диференційованого підходу обробки ґрунту за сівозмін, де під озиму пшеницю, овес та сою здійснюють дискування на глибину 10-12 см, а під просо – глибоке чизелювання на 40-42 см, забезпечує врожайність пшениці на рівні 5,11 т/га. Найбільший урожай озимої пшениці (5,31 т/га) було отримано при адаптивній системі обробки ґрунту, коли під попередник пшениці застосовували глибокий чизельний

обробіток на 40-42 см, що сприяло покращенню агрофізичного стану ґрунту та акумуляції більшої кількості продуктивної вологи [51]. Від так, вибір методу обробітку ґрунту має бути диференційованим та враховувати специфіку попередньої культури, характеристики ґрунту та кліматичні умови конкретного регіону.

Адаптація рослин до знижених температур прямо пропорційна внесенню мінеральних добрив, зокрема калійних. Калійні добрива, забезпечують накопичення у тканинах рослин вуглеводів, внаслідок чого підвищується концентрація клітинного соку, оптимізуються процеси дихання рослин, але водночас це призводить до зниження точки замерзання. Дихання рослин, пов'язують з окисненням вуглеводів, внаслідок чого виділяється багато енергії і тепла. Рослини, які мають достатню кількість у тканинах вуглеводів характеризуються морозостійкістю. Внесення азотних добрив, призводить до загибелі листа взимку. Натомість, органічні добрива, підвищують стійкість рослин до пониженого температурного режиму. Мікроелементи, зокрема марганець, цинк, мідь здатні посилити резистентність до низьких температур та врожайність озимини [6].

1.4. Агrometeorологічні умови осінньо-зимового періоду та їх вплив на перезимівлю пшениці озимої

Агrometeorологічні умови осінньо-зимового періоду відіграють вирішальну роль у перезимівлі озимої пшениці, впливаючи на її виживаність та майбутню врожайність.

Ступінь забезпечення рослин вологою та теплом впродовж осені суттєво впливає на утворення продуктивних сходів озимини. На отримання повноцінних сходів, впливає вміст вологи у верхньому шарі ґрунту на глибині щонайменше 12-13 мм. Для повноцінного проростання посівного матеріалу – насіння пшениці озимої вологість ґрунту, становить від 65% до 70 %.

Вважають, що час від сівби до сходів озимини становить від 4 до 6 діб, за оптимальних показників температури та вологозабезпечення. У випадку нестачі у посівному шарі ґрунту вологи (менше 10 см) тривалість періоду від сівби до сходів зростає до 30 діб. Нестача вологозабезпечення ґрунту, незалежно від температурного режиму, є ключовим фактором при сходах озимини [52].

За наявності продуктивної вологи у посівному шарі ґрунту, озимина сходиться, за твердженням Нетіса на 7-8 добу після внесення посівного матеріалу. Так у посівному шарі ґрунту від 0 до 10 см, запаси продуктивної вологи становлять до 10 мм, в орному - 20-30 мм, тоді як польова схожість коливається в межах від 70% до 80% висіяного насіння. Уповільнення сходів озимини спостерігають за рівня продуктивної вологи від 6 мм до 8 мм. В такому випадку сходи з'являються значно пізніше, на 14-15 доби, а польова схожість насіння знижується від 50 % до 60 %. Внаслідок зниженого рівня продуктивної вологи, сходи озимини - зріджені, нерівномірні, слабкі, через їх тривале перебування в ґрунті [53].

Дослідження свідчать, що такі параметри, як висота снігового шару, низький температурний режим ґрунту на межі вузла куштиння, сума низьких температур повітря, глибина промерзання ґрунту та висота шару снігу до 30 см, впливають на стан посівів озимини [16, 54].

У працях Крохи, Блищика, Кіріяка, Ковальчука та інших досліджено вплив кліматичних умов осінньої вегетації та перезимівлю на ростові процеси, розвиток та формування зимостійкості озимої пшениці [36, 52, 55, 56].

Вплив температурного режиму на озимину. Температурний режим зумовлює тривалість зимового періоду починаючи з осінньої вегетації (температура повітря становить 0 °С) до появи позитивних температурних значень навесні.

Теплий температурний режим осіннього періоду, знижує зимостійкість рослин, натомість перебування рослин в осінній період за низьких температур приводить до підвищення зимостійкості. Морозостійкість, також

напрямку залежить від осіннього температурного режиму. Так, тепла осінь призводить до зниження морозостійкості на 3-5°C, порівняно зі зниженими температурними показниками осіннього періоду. Морозостійкість рослин, зростає в умовах осінніх заморозків (від -3°C до -12°C). Це так званий, період – загартування, який також сприяє підвищенню рівня морозостійкості [17, 57].

Малосніжна зима та низький температурний режим згубно впливають на перезимівлю озимини. Найбільшої шкоди озимині завдають зміни низьких температур повітря в місцях промерзання ґрунту та відсутність снігу.

Ключовим аспектом у послабленні рослин зимового періоду, є настання відлиги, внаслідок підвищення температури повітря. Це призводить до значної втрати врожаю, за збереження життєздатності рослин озимини. В Україні спостерігають зниження короткотривалих відлиг, натомість тривалі відлиги – зростають, за свідченням наукової спільноти. На думку науковців[38, 58], плюсові температури зимового періоду усуває низькі травневі температури – заморозки на поверхні ґрунту. Травневі заморозки – знищують посіви та завдають значних збитків сільському господарству.

Сніговий покрив. Сніг у зимовий період має надзвичайно важливе значення для перезимівлі рослин. Особливо час появи снігу його танення, висота снігового покриву та його щільність. Відсутність снігу з наявними морозами збільшує ризики вимерзання рослин у зимовий період. Важливе значення у перезимівлі озимини має наявність снігового покриву. Відомо, що найвищий рівень снігового покриву, спостерігають у північних сільськогосподарських регіонах, особливо вкінці березня, у південних областях, в кінці лютого. Рівномірний шар снігу, захищає посіви озимини від морозів. Сніговий покрив, призводить до зростання температури ґрунту на межі вузла куціння рослини. Натомість високий сніговий покрив з тривалим його збереженням, несприятливо впливають на перезимівлю озимини. Солодушко, (2017) вважає, що за відсутності снігового покриву температура

грунту може знижуватися до критичних значень, що призводить до пошкодження або загибелі рослин [59].

Шар промерзання ґрунту. Сніговий покрив впливає на яку відстань в глибину може промерзнути шар ґрунту. На цей процес впливають такі фактори: фізико-хімічний склад ґрунту, вологозабезпечення, рельєф, агротехнічні засоби, присутність рослин, температурний режим повітря, наявність снігу та ґрунтових вод. Показано, що глибина замерзання ґрунту залежить від снігового покриву та суми низьких температур. Відсутність снігу у поєднанні з низькими температурами призводить до максимального промерзання ґрунту.

Температурний режим ґрунту на глибині залягання вузла кушіння. Цей показник є ключовим для розуміння метеорологічних умов, що впливають на зимівлю озимини. Перезимівля озимих культур залежить від температури, вологості ґрунту рівня його промерзання, температури повітря та шару снігу. Тривалість фотоперіоду та інтенсивність освітлення впливає на залягання вузла кушіння. Показано Носатовським, що зменшення тривалості дня з 14 до 6 годин, скорочує глибину залягання вузла кушіння з 3,4 до 2,9 см. Таким чином, пізнє висівання озимини, забезпечує її оптимальний розвиток восени, за умов нестачі тепла та світла. У рослин посіяних пізньої осені вузли кушіння закладаються ближче до поверхні ґрунту, порівняно з рослинами озимини, які посіяні у сприятливій терміні посівної [16].

1.5. Методи оцінки життєздатності рослин пшениці озимої під час перезимівлі

Оцінка стану озимих культур під час перезимівлі є критично важливою для забезпечення майбутнього врожаю. Існує декілька методів, які розділяють на три основні групи: метод монолітів, метод біологічного

контролю за Куперман [60] та експрес методи (прискорений донський, водний, цукровий, метод барвників [61]).

Метод монолітів. Згідно з цим методом відбирають моноліти щомісяця (25 січня, 23 лютого та 10 березня) та за низьких температур повітря на глибині вузла кушіння від -10°C до -15°C , або після кожної відлиги, протягом якої за 5 діб температура сягала до $+5^{\circ}\text{C}$ і вище.

При затяжній холодній весні проби відбирають до початку інтенсивного росту рослин, до початку закладання квіткових бугорків в конусах наростання.

Відбирають моноліти з кожного поля в 2-4-х типових місцях при відстані одного від другого не менше як 50 м, бажано при температурі повітря -12°C до -14°C . Не слід відбирати проби біля лісосмуги, стогів соломи, де умови зимівлі відрізняються від умов основного масиву. Моноліти вирубують сокирою з двох рядків по 30 см, при цьому попередньо фіксують, якщо є наявність, висоту снігового покриву і (або) товщину льодової кірки.

Розмороження монолітів необхідно проводити в приміщенні з температурою в межах від 5°C до 10°C до повного їх відтавання, прикритими поліетиленовою плівкою, щільним папером або мокрою мішковиною.

У рослин, після відтавання ґрунту зрізається надземна маса на висоті 5-6 см від поверхні; ґрунт у ящиках ущільнюють біля стінок (щоб туди не стікалася вода при поливі), а також у рядках для кращого контакту з кореневою системою, та усунення пустот і тріщин. В період відростання рослин полив проводять водою кімнатної температури, не допускають при цьому перезволоження ґрунту.

Облік життєздатності рослин проводять через 10 днів, якщо відрощували в теплому світлому приміщенні. Але остаточний облік, для більшої впевненості в результатах, слід проводити через 15-20 днів. До живих відносять рослини, які утворили листя і нове вузлове коріння або -

тільки листя. Рослини, які відростають без утворення нових вузлових коренів теж вважаються життєздатними, але, при певних погодних умовах, за рахунок таких рослин може завищуватися ступінь життєздатності посіву.

Водний метод. Рослини відбирають у 2-4 типових місяцях посіву, з двох суміжних рядків, з визначеною площею моноліту, підтримуючи обережно, щоб не ушкодити вузли кущіння, на глибину 8-10 см. При цьому попередньо відмічають висоту снігового покриву і (або) товщину льодової кірки. Рослини, по можливості, відокремлюють від ґрунту, укладають у ящики чи інші ємкості (з кожного моноліту окремо), накривають мішковиною, або брезентом, щоб захистити відкриті вузли кущіння від прямої дії морозу при транспортуванні до приміщення.

Відтавання ґрунту і рослин проводять в приміщенні з температурою від 5°C до 10°C, прикриваючи при цьому рослини поліетиленовою плівкою, щільним папером або мокрою мішковиною. Після повного відтавання рослини промивають рідиною кімнатної температури. Далі проводять структурну корекцію коріння, залишаючи 3-4 см, та паралельно здійснюючи скорочення стебла з листям, зберігаючи 5-6 см від вузла кущіння. Потім рослини поміщають у отвори кришки, якою накриваються мисочки, наповнені водою. Важливо розташувати рослини так, щоб коріння та нижня частина вузлів кущіння (2-3 см від основи) були у воді. Найбільш сприятлива температура повітря в приміщенні – від 15°C до 20°C. Облік живих рослин проводять на сьомий день після взяття проби.

Життєздатними вважаються рослини, які утворили нове листя і вузлове коріння, або тільки нове листя. У відібраному зразку для кожного моноліту окремо, а потім середню для поля, яке оцінюють, визначають загальну кількість рослин і стебел, а також кількість живих рослин і стебел.

Метод визначення вуглеводів. Суть цього методу полягає в тому, що рослини спочатку занурюють у двох відсотковий розчин цукру. Витримують впродовж 12-15 годин, а згодом переносять у воду. Звертає увагу той факт,

що цей метод може давати похибку – завищені дані. Це спостерігають взимку, коли виснажуються запаси цукрів у вузлах кушення рослин озимини.

Прискорений донський метод. Проби відбирають по діагоналі поля через кожні 50-100 м по 30-50 рослин, краще з урахуванням площі, з якої підрубують рослини. При цьому не слід допускати механічного ушкодження вузла кушіння. В приміщенні зразки відразу кладуть у холодну воду, що дає можливість відтанути і відмити рослини від ґрунту.

У відмитих рослин, на відстані 1,5 см від вузла кушіння, відрізають повністю коріння і листя. Якщо рослини не розкущені, то первинне коріння відрізають повністю, а стебла - на відстані 1,5-2 см від насінини.

Обрізані рослини визначеної кількості (всі в зразку або типова середня проба із відібраного моноліту) поміщають у банки, на дно яких спочатку покладена добре зволожена і потім віджата (без зайвої води) вата, марля або фільтрувальний папір і накривають кришкою, склом, або плівкою з метою створення вологої камери. В такому стані відрізки витримують 1-3 доби при кімнатній температурі. За цей час у живих рослин з'являються прирости довжиною 3-5 і більше мм за рахунок меристематичної тканини. Рослини, а також стебла кожної рослини, які загинули, приросту не дають.

Рослини (стебла), які дають інтенсивний приріст (біля 10 мм і більше) без прозорої плівки, яка прикриває стеблину, вважаються життєздатними, такими, що добре збереглися, і в подальшому, при нормальних умовах, можуть забезпечити добрий врожай. Якщо приріст добрий, але супроводжується прозорою плівкою навколо знов відростаючого пагону, рослина (стеблина) вважається ослабленою. Слабкий приріст (3-5 мм) свідчить, що рослини (стебла) дуже пошкоджені і продуктивність їх буде низькою. Життєздатною вважається рослина, що має хоч одну життєздатну стеблину.

Метод забарвлення тканин. Цей метод передбачає використання спеціальних барвників, які дозволяють визначити ступінь пошкодження тканин рослин. За допомогою барвника - кислого фуксину, або тетразолу -

які тільки відмерлі тканини забарвлюють у яскраво червоний колір, визначають пошкоджені клітини стеблових конусів росту (майбутнього колосся), зачаткових листочків, що оточують конус росту і клітин, з яких може розвиватися нове коріння.

Проби відбираються по діагоналі поля через кожні 50-100 м, із суміжних рядків, з визначеною площею моноліту, що вирубують без механічного пошкодження вузла кущіння на глибину 6-8 см. Для характеристики кожної ділянки поля, однорідної за рельєфом і ступенем розвитку рослин, відбирається не менше як три моноліти. В кімнаті їх відразу кладуть у холодну воду, що дає можливість відтанути і відмити рослини від ґрунту.

У відібраній пробі підраховують: загальну кількість рослин; кількість зовні нежиттєздатних рослин, які мають побуріле листя, втратили тургор і мають побурілі тканини нижньої частини пагонів, які видно після залишків сухого листя на поздовжньому зрізі, зробленому через вузол кущіння; кількість зовні здорових рослин. З кислим фуксином аналізують зовні здорові рослини, і в межах кожної рослини.

Тонкі, зроблені лезом безпечної бритви, повздовжні зрізи нижньої півсантиметрової частини стебла переносять голкою на предметне скельце у краплину 0,3% водного розчину кислого фуксину на 15 хвилин. Потім розчин фуксину змивають водою за допомогою піпетки доти, поки вода не стане прозорою, а зрізи розглядають під мікроскопом із збільшенням у 40-70 разів.

Оцінюють життєздатність стеблини по ділянці зрізу, яка має площу не більше одного мм², що охоплює стебловий конус росту, оточуючи його зачаткові листочки і стеблову частину пагона, яка не більше як у 3 рази перевищує розмір стеблового конусу росту.

Живі клітини цих тканин лишаються слабо зеленкуватими або безколірними, відмерлі стають яскраво червоними, пошкоджені зафарбовуються у світло рожевий колір.

Пагони, у яких зачаткове колосся загинуло раніше і встигло підсохнути (що здебільшого буває в результаті осіннього пошкодження рослин прихованостебловими шкідниками) мають деформовані конуси буруватого кольору.

Стебло, отже і рослина, вважаються нежиттєздатними внаслідок пошкодження морозами, якщо:

а) зафарбований у рожевий колір тонкий прошарок клітин біля основи конуса росту; найчастіше спостерігається у недорозвинених, не розкущених рослин;

б) зафарбовані клітини стеблового конусу росту або верхньої частини його; найчастіше спостерігається у більш старих, перерослих рослин, у яких зачатковий колос більшого розміру і висунутий ближче до поверхні ґрунту;

в) зафарбовані у червоний або рожевий колір клітини стеблової частини пагона і клітини конусу росту; найчастіше спостерігається при дії на нормальні і міцні рослини температури нижче критичної.

Метод біологічного контролю. Полягає в тому, що критерієм оцінки життєздатності рослин озимих при перезимівлі є візуальна оцінка стану рослин в посіві і конуса наростання кожної стеблини рослини.

Проби рослин відбирають по діагоналі поля, з двох суміжних рядків з визначенням площі майбутнього моноліту з таким розрахунком, щоб 2-3 моноліти характеризували кожну ділянку поля, однорідну за рельєфом і ступенем розвитку рослин.

Відтавання ґрунту і рослин в моноліті повинно бути поступовим (протягом 10-12 годин) при температурі 12 °С. Після відтавання рослини відділяють від ґрунту, промивають водою кімнатної температури і занурюють коріння у кювети з водою, або поліетиленові мішечки. В останніх рослини в холодильнику можуть зберігатись протягом 2-3 днів.

Рослина (або окремі стеблини) вважається життєздатною, якщо конус наростання, визволений від зачаткових листочків, при розгляданні у біноккулярну лупу, має блідо - зелений або білий колір, опалесцентний з

добре виявленим тургором всіх тканин, тобто оцінюється від 3 до 5 бала. Стан рослин визначається у балах: від 4 до 5 балів, якщо листя зелене або жовто - зелене; 3 бали - листя жовте, 2 - чорно - буре, 1 - чорне.

Конус наростання у рослин з зеленим листям взимку або рано навесні, як правило, життєздатний (за виключенням пошкодженого приховано стебловими мухами). Тому оцінку стану конусу починають з рослин, які, за станом листя оцінені нижче чотирьох балів, оскільки конус, а значить і стеблина, може бути життєздатним, навіть якщо листя чорно - буре або чорне.

Конус наростання кожної стеблини знаходиться над вузлом кущіння. Довжина конуса залежить від культури, сорту, строків сівби, погодних умов і є оптимальною восени у озимої пшениці на рівні 0,25–0,35 мм, у озимого ячменю – 0,30–0,40 мм, озимого жита – 0,30–0,40 мм, а на час відновлення весняної вегетації відповідно – 0,6–0,7 мм; 0,8–1,0 мм і 0,8–1,3 мм. Якщо довжина конуса наростання восени чи взимку більше оптимальної, стійкість рослин до пошкодження морозами нижча [62–68].

Таким чином, скринінг озимини зимового та весняного періодів створює передумови для визначення їх продуктивного потенціалу та впровадження сучасних технологій догляду посівів.

Наведений огляд літератури свідчить про значний вплив агрометеорологічних умов осінньо-зимового періоду та агротехнічних прийомів вирощування на формування морозо- та зимостійкості пшениці озимої. Акцентовано увагу на екстремальних погодних явищах осінньо-зимового періоду та заходах по зменшенню їх негативного впливу. Проаналізовано методи оцінки життєздатності рослин під час перезимівлі.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкт дослідження

Об'єктом досліджень є процеси осіннього росту і розвитку та перезимівлі пшениці м'якої озимої сорту Співанка Поліська у взаємозв'язку з агрометеорологічними умовами осінньо-зимового періоду. Інтенсивний остистий напівкарликовий сорт селекції Інституту землеробства, внесений до Реєстру сортів рослин, придатних до вирощування в Україні у 2018 році. Сорт озимої пшениці Співанка Поліська характеризується високою холодостійкістю, стійкістю до вилягання, посухостійкістю та зимостійкістю. Належить до категорії середньостиглих сортів, термін дозрівання становить 285 діб. Цей сорт пшениці вирощують у Лісостеповій зоні та на Поліссі. Зернівка Співанки Поліської містить до 1000 насінин, масою від 46 до 50 г. Зерно озимої пшениці Співанка Поліська, відповідає преміальним сортам пшениці. Урожайність сорту становить 10,7 т/га. Вміст білка – 14,0 %, а клейковини – 30,0 %.

2.2. Ґрунтова та кліматична характеристика умов вирощування

Дослідження за темою дипломної роботи проводили впродовж 2024-2025 рр. у Національному науковому центрі Інституту землеробства Національної академії аграрних наук України у стаціонарному довготривалому досліді відділу технологій зернових колосових культур у Фастівському районі Київської області.

Стаціонарний дослід відділу закладено у 1987 р. Система удобрення під усі культури складається з 12 варіантів, які відрізняються по рівню внесення мінеральних добрив та включає ряд пошукових варіантів, які

направлені на вивчення можливостей компенсації недостатньої кількості макро- та мікроелементів. В основу розроблення моделей технологій вирощування досліджуваних культур закладена система удобрення, яка ґрунтується на внесенні рекомендованої для кожної культури за результатами багаторічних досліджень в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах дози добрив та її диференціації (зменшення і збільшення), а також виключення фосфорних та калійних добрив, тощо. Система удобрення включає внесення побічної продукції попередників під усі культури сівозмін на всіх варіантах досліду.

Дослідження було закладено на темно-сірому опідзоленому грубопилувато-легкосуглинковому лісовому ґрунті, рівень родючості якого в різних варіантах удобрення визначався прямою дією добрив, які застосовували безпосередньо під досліджувану культуру і післядією добрив, які вносили під попередники, внаслідок чого фізико-хімічні і агрохімічні властивості шару ґрунту 0–20 см були неоднакові у варіантах удобрення.

Вміст рухомих фосфатів від високого до дуже високого (205–331,2 мг P_2O_5 на кг ґрунту), підвищений, високий та дуже високий рівень рухомого калію (117,5–202,5 мг K_2O на кг ґрунту), низький вміст гумусу (1,57–1,99 %) та дуже низький рівень забезпеченості легкогідролізованим азотом (60,2–82,6 мг N на кг ґрунту). Реакція ґрунтового середовища середньо- та слабокисла (pH сол. 4,9–5,3).

Місце проведення досліджень знаходиться у перехідній зоні від Лісостепу до Полісся і характеризується помірно континентальним кліматом. Середня річна температура повітря становить близько $7^{\circ}C$, сума активних температур коливається в межах $2600^{\circ}C$. Тривалість періоду з середньою добовою температурою понад $10^{\circ}C$ складає 160–165 діб. На змодельованій дослідній ділянці зниження температури до $10^{\circ}C$, відмічають в кінці жовтня, а у весняний період - у кінці квітня (26.04.). Влітку переважають високі температури повітря, які коливаються в межах від $18^{\circ}C$ до $20^{\circ}C$. Річний обсяг

атмосферних опадів сягає 600–650 мм, близько 70 % з яких припадає на теплий період року – квітень-жовтень, з максимумом у червні-липні.

2.3. Агротехнічні умови вирощування пшениці озимої

Агротехніка сорту загальноприйнята для зони вирощування крім питань, які ставились на вивчення. Дослідження із пшеницею озимою проводили у короткоротаційній сівозміні із наступним чергуванням культур: горох - пшениця озима - соя - ярі зернові.

Варіанти досліджень передбачали внесення:

1 варіант – 0,5 оптимальної дози NPK;

2 варіант – оптимальної дози NPK;

3 варіант – дози добрив, розрахованої на запланований урожай;

4 варіант – оптимальної дози азотних добрив, за результатами попередніх досліджень по культурі та зменшеної удвічі дози фосфорних і калійних, враховуючи високий вміст у ґрунті цих елементів.

5 варіант - 1,5 оптимальної рекомендованої дози NPK;

6 варіант – фосфорних і калійних добрив, 0,5 оптимальної дози, азотних - на рівні оптимальної на фоні штучно доведеного (у рік закладання стаціонарного досліду у 1987 році) вмісту фосфору і калію до 40 мг/на 100 г ґрунту;

7 варіант - азотних добрив на рівні оптимальної на фоні штучно доведеного (у 1987 році) вмісту фосфору і калію до 40 мг/на 100 г ґрунту;

8 варіант – 0,5 оптимальної дози NPK та мікродобрива;

9 варіант – азотних добрив по N_{10} на 1 т побічної продукції попередника в основне удобрення;

10 варіант - побічної продукції попередника + стимуляторів росту;

11 варіант - 0,5 оптимальної дози NPK + стимуляторів росту;

12 варіант – контроль (без добрив).

Система захисту зернових колосових культур включала такі складові:

мінімальна – протруєння насіння, обробку посівів гербіцидами;

інтегрована – протруєння насіння препаратами фунгіцидно – інсектицидної дії, обробку насіння органічним добривом зі стимулюючим ефектом (Біо-гель – 1,5 л/т), обробку посівів препаратами у відповідності з розповсюдженням бур'янів, шкідників, хвороб, запобігання виляганню. Вид і дози пестицидів залежать від фітосанітарної ситуації.

Фосфорні (суперфосфат потрійний з умістом P_2O_5 46 %) та калійні (каліймаг з умістом K_2O 44 %) добрива вносяться в основне удобрення - в один строк під основний обробіток ґрунту, азотні (аміачна селітра з умістом азоту 34,4 %) – в одне–три підживлення за етапами органогенезу залежно від варіанту.

Система обробітку ґрунту в сівозміні загальноприйнята для лісостепової зони. Озиму пшеницю після гороху вирощували по поверхневому обробітку ґрунту ґрунтообробним дисковим агрегатом АГД - 2,5.

2.4. Матеріал та методика проведення досліджень

Польові досліді закладали й виконували з урахуванням вимог методики дослідної справи [69]. Площа дослідної ділянки становила 36 м², облікова 28 м². Повторення – чотириразове, розміщення ділянок систематичне. Дослід закладено методом розщеплених ділянок.

Програма супутніх спостережень включала:

- фенологічні спостереження [70];
- морфологічні і морфофізіологічні дослідження – за Куперман [71];
- відбір зразків рослин пшениці озимої для визначення життєздатності [72];
- аналіз погодних умов осінньо-зимового періоду [73, 74].

2.4.1 Фенологічні спостереження

Спостереження проводилися за фазами розвитку пшениці озимої: сходи та куціння (зазначені у підрозділі 1.1 даної роботи). Були зафіксовані строки настання фаз, інтенсивність росту, темпи розвитку, це дозволило прослідкувати динаміку вегетації в осінній період [70].

2.4.2 Морфологічні та морфофізіологічні дослідження

Дана методика включала визначення етапів органогенезу пшениці озимої [4]. Проведено аналіз розвитку конуса наростання, глибини залягання вузла куціння, кількість пагонів, стан кореневої системи та маси 100 сирих рослин за період перезимівлі 2024–2025 рр. Отримані дані допомагають оцінити ступінь підготовленості рослин до зими та їхньої морозостійкості [71].

За результатами морфофізіологічних досліджень проаналізовано стан та динаміку довжини конусів наростання рослин пшениці озимої.

2.4.3 Методи визначення життєздатності рослин озимих культур

Метод агробіологічного контролю за станом конусів наростання застосовується для оцінки життєздатності рослин озимих культур після перезимівлі. Ґрунтується на аналізі стану конуса наростання – меристематична тканина, від якої залежить подальший розвиток рослини.

Зразки рослин викопують у полі, промивають від ґрунту та обрізають так, щоб залишився лише вузол куціння з конусом наростання. Далі розрізають поздовжньо або поперечно і оцінюють візуально або під мікроскопом. Живі конуси мають світло – зелений або білуватий колір, пружну консистенцію та не мають ознак гнилі, а мертві – темні, м'які, водянисті, змінені у кольорі.

Метод є інформативним і дозволяє прогнозувати, скільки рослин зможе відновити вегетацію навесні, є особливо важливо для прийняття агротехнічних рішень у весняний період. За шкалою, визначалася оцінка життєздатності конуса наростання [72].

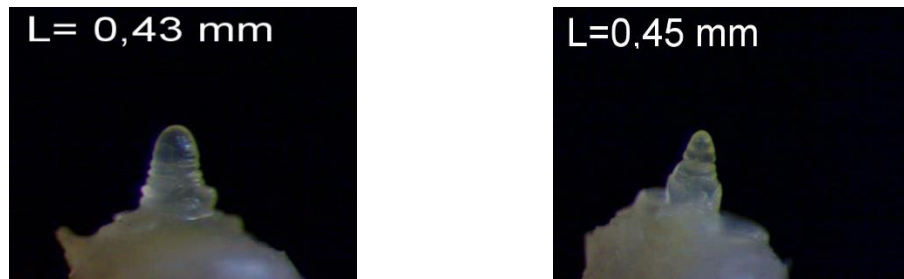


Рис. 2.4 (А) Метод агробіологічного контролю за станом конусів наростання.

Шкала оцінки конуса наростання:

- 5 балів - конус прозорий, живий, тургорний, опалесцентний (на фото);
- 3 бали - конус живий, білий, тургорний, мутний, неопалесцентний;
- 1 бал - конус мертвий, бурий, зморщений, мацерований [72].

Метод монолітів – один із найпоширеніших способів визначити життєздатність рослин озимих культур, пшениці озимої зокрема, після перезимівлі. Суть: відбір зразків ґрунту з рослинами (монолітів) у польових умовах для подальшого спостереження за їх відновленням у середовищі, яке контрольоване [72].



Рис. 2.4 (Б) Метод монолітів.

Донський прискорений метод – швидка оцінка стану вузла кушення та конуса наростання без тривалого пророщування рослин. Суть: відбір зразків рослин пшениці озимої, промивання кореневої системи водою та обрізання надземної частини, залишаючи близько 3 – 4 см вузла кушення. Далі зразки

розміщують у ємностях із шаром вологого фільтрувального паперу накривають плівкою або склом та залишають у теплому приміщенні з температурою від 18°C до 20°C на 2–3 доби. Після цього відбувається оцінювання стану конуса наростання. Живі – біло-зелений колір, пружна структура без потемніння чи розм'якшення. Мертві – темні, в'ялі, з ознаками гниття [72].



Рис. 2.4 (В) Донський прискорений метод.

2.4.4 Аналіз погодних умов осінньо-зимового періоду

Аналіз здійснювався на основі даних метеостанції та агрометеорологічних спостережень. Особлива увага приділялася аналізу ризиків, які пов'язані із вимерзанням, утворення льодової кірки, випріванням [21] та іншими екстремальними погодними умовами (підрозділ 1.2 даної роботи), які призводять до пошкодження посівів [73, 74].

У другому розділі наведено ґрунтову та агрокліматичну характеристику місця проведення дослідження, а також агротехнічні умови вирощування пшениці озимої. Наведено характеристику сорту та методика проведення дослідження. Комплексна методика дослідження: фенологічні, морфологічні, морфофізіологічні спостереження, визначення життєздатності

рослин та аналіз погодних умов, забезпечила отримання достовірних результатів.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ОСІННЬО-ЗИМОВОГО ПЕРІОДУ НА ПЕРЕЗИМІВЛЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

3.1. Вплив кліматичних умов осіннього періоду на ріст і функціонування пшениці Співанка Поліська

За середньобагаторічними кліматичними умовами на території України єдиним стабільним періодом, за який може бути накопичена і збережена волога в ґрунті за відповідної технології його обробітку для озимих культур, є липень – серпень. Але зміна кліматичних умов впродовж останніх десятирічч в сторону потепління стала причиною незадовільного забезпечення вологою ґрунту на час оптимальних термінів сівби озимих зернових культур. Не були винятком і погодні умови цього періоду (липень–серпень) у 2024 році. Так за даними Українського гідрометеорологічного центру погодні умови липня у регіоні діяльності інституту землеробства охарактеризувались перевищенням середньої місячної температури повітря на 4°C та кількістю опадів 57 мм (або 84 % до місячної норми). Серпень виявився ще більш екстремальним щодо кількості опадів (66 % до норми), які випали в основному у першій декаді, тоді як у другій і третій декадах спостерігали майже повну їх відсутність, за перевищення середньої місячної температури повітря на 4,1°C. Внаслідок відсутності опадів відбувалося подальше зниження запасів продуктивної вологи ґрунту до посилення ґрунтової посухи.

Вересень - оптимальний термін для висіву озимини. Встановлено нові рекомендації до оптимальних періодів посіву пшениці, через підвищений температурний режим в осінній та зимовий періоди. В інститут землеробства останнім часом, надають перевагу пізнім строкам посіву - з 15 вересня по 5

жовтня. Нестача вологи у ґрунті, обумовлює появу відносно слабких, нежиттєздатних сходів, які злегка гинуть від складних кліматичних умов. Таким чином, за нестачі вологи у ґрунті, рекомендовано відтермінувати посів озимини.

Вересень 2024 року виявився вкрай несприятливим за погодними умовами для сівби пшениці озимої в оптимальні терміни (кількість опадів склала лише 25 % до норми, за перевищення середньої місячної температури повітря на 4,4°C). Станом на 28 вересня запаси продуктивної вологи залишалися незадовільними (менше 10 мм) та недостатніми (11-14 мм продуктивної вологи), тому прийнято було рішення відтермінувати сівбу пшениці озимої, яку провели 2 жовтня.

Вологозабезпечення та оптимальний температурний режим, слугують критерієм встановлення найбільш придатного терміну для посіву пшениці озимої. Зупинка осінньої вегетації супроводжується утворенням від 3 до 4 пагонів. Така їх кількість обумовлена впливом суми ефективних температур (понад +5°C близько 2000°C). Час осінньої вегетації, становить близько 55 діб. Про оптимальне вологозабезпечення свідчать маса 100 сирих рослин, біля 65 г., а довжина конусу наростання - 0,25 мм.

У першій декаді жовтня агрометеорологічні умови для сівби та проростання пшениці озимої були сприятливими у регіоні діяльності Інституту землеробства. Дощі, які відмічалися в останні дні декади (46,6 мм), що склало 2,5 декадних норми за умови достатнього теплозабезпечення (середня декадна температура повітря перевищила норму на 3,4°C), поповнили вологозапаси до достатніх та оптимальних показників і сприяли швидкому проростанню пшениці озимої (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Гідротермічні умови осіннього періоду вегетації пшениці озимої (2024 р.)

Показник	Значення показника	жовтень			листопад	
		I	II	III	I	II
Середня декадна температура повітря, °С	фактичне	14,4	8,8	7,1	5,3	3,6
	± до норми	+3,4	-0,1	+0,8	+0,3	+1,2
Середня декадна кількість опадів, мм	фактичне	46,6	6,0	0	1,8	2,0
	± до норми	+27,6	-7,0	-14,0	-10,5	-13,8

У зв'язку з такими погодними умовами першої і початку другої декади жовтня сходи пшениці озимої зафіксовано 14 жовтня. Таким чином, тривалість періоду сівба-сходи склала 12 діб, що було в межах оптимуму за результатами багаторічних досліджень у регіоні діяльності Інституту землеробства. За цей період сума накопичених активних температур вище 5°С склала 157°С, ефективних вище 5°С – 102°С (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Дати настання, тривалість стадій розвитку та погодні умови
наростаючим підсумком у осінній період вегетації
пшениці озимої (2024 р.)**

Фаза розвитку	Етап органо-генезу	Стадія ВВСН	Дата відбору	Кількість діб	Сума акт. t >5 °С	Сума еф. t >5 °С	Кількість опадів, мм
Сівба	I	00	02.X	-	-	-	-
Сходи	I	09	14.X	12	157	102	50,6
		11	23.X	21	233	128	52,6
		12	30.X	28	297	157	52,6
		13	06.XI	35	332	172	54,6
		13	13.XI	42	343	173	54,6
		Припинення осінньої вегетації (пов)	I	13	21.XI	50	352
За період сходи-пов	I	09-13	14.X-21.XI	38	195	75	9,0

Рослини пшениці озимої перейшли до стадії першого листка (ВВСН 11) 23 жовтня, проте вся подальша їх осіння вегетація до її припинення 21 листопада, попри близький до оптимального температурний режим, відбувалася за наростаючого дефіциту опадів. Загалом, за період сходи-припинення осінньої вегетації кількість опадів склала лише 9,0 мм, тоді як їх дефіцит становив 45,3 мм.

Терміни припинення осінньої вегетації впливають на формування врожаю озимих зернових культур. Чим пізніше припиняється вегетація рослин, тим більшою виявляється їх куцистість і відповідно щільність стеблостою. Раніше середній багаторічний термін припинення осінньої вегетації озимих зернових культур у районі Києва припадав на 10 листопада. У зв'язку з кліматичними змінами, які спостерігаються в останні роки, зменшенням тривалості морозного періоду, припинення осінньої вегетації у цьому регіоні все частіше відбувається всередині та наприкінці другої декади листопада. Ключовим фактором, який вказує на хорошу перезимівлю пшениці сорту Співанка Поліська є зупинка активних процесів вегетації восени.

Таким чином, незважаючи на відносно пізнє (21 листопада) припинення осінньої вегетації у 2024 році, внаслідок не зовсім сприятливих погодних умов від початку сходів, а саме наростаючий дефіцит вологозабезпечення, рослини пшениці озимої входили в зиму у фазі трьох листків не досягнувши фази кущення. Натомість умови для їх загартування були сприятливими. Тривалість активної осінньої вегетації склала 38 діб (за необхідних 45–50 діб). Сума ефективних температур вище $+5^{\circ}\text{C}$ з дати отримання сходів (14 жовтня) по дату припинення осінньої вегетації склала 74°C , активних – 194°C . Така сума накопичених температур на цей час є заниженою для вдалої перезимівлі озимих зернових культур. Як свідчать дослідження проведені Федоровою, для того, щоб рослина вийшла з зимового періоду і мала потенційні можливості давати високі врожаї, вона

повинна акумулювати суму ефективних температур в діапазоні від 200°C до 225°C. [9].

3.2. Вплив погодних умов зимового періоду на перезимівлю пшениці озимої

Внаслідок зниження середньодобових температур нижче $+5^{\circ}\text{C}$ (а у нічні години до від'ємних значень) у рослинах пшениці озимої на початку третьої декади листопада припинилося повільне протікання ростових процесів. Рослини перейшли до неглибокого зимового спокою 21 листопада. Середня декадна кількість опадів за третю декаду листопада склала 27,4 мм за норми 17,9 мм, а температура повітря виявилась на $0,5^{\circ}\text{C}$ нижчою за норму (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Гідротермічні умови періоду перезимівлі пшениці озимої (2024–2025 рр.)

Показник	Значення показника	листопад	грудень			січень			лютий		
		III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Середня декадна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	фактичне	-0,2	-0,1	0,6	0,1	6,1	0,5	3,9	-1,7	-5,3	1,7
	\pm до норми	-0,5	+1,0	+2,6	+2,4	+9,3	+2,7	+8,0	+2,6	-2,8	+2,7
Середня декадна кількість опадів, мм	фактичне	27,4	9,6	13,2	0,2	5,4	6,4	5,0	0,2	3,6	0
	\pm до норми	+16,5	-5,4	-2,1	-16,5	-5,6	-4,6	-10,0	-13,8	-9,4	-14,0

Цьогорічний зимовий період, можливо, є певним прототипом майбутніх погодних умов взимку, коли, за прогнозами кліматологів, справжня зима з морозами та снігом буде тривати лише один місяць. Зокрема, за перевищення середньомісячної температури повітря на 2°C у грудні рослини пшениці озимої перебували у стані неглибокого зимового спокою, а у денні години за позитивних температур у них відбувались повільні ростові процеси. Такі погодні умови сприяли розвитку рослин озимини, внаслідок чого 18 грудня відмічено настання фази кущення (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Дати настання, тривалість стадій розвитку та погодні умови у
період перезимівлі пшениці озимої (2024–2025 рр.)**

Фаза розвитку	Етап органогенезу	Стадія ВВСН	Дата відбору	Кількість діб	Середньо добова температура повітря за період, °С	Середня багаторіч на температуру повітря за період, °С	Кількість опадів за період, мм	Середня багаторіч на кількість опадів за період, мм
Припинення осінньої вегетації (пов)	I	13	21.XI	-	-	-	-	-
Сходи	I	14	27.XI	7	-0,9	0,3	24,0	12,5
--/–	I	14	04.XII	14	0,2	-0,8	3,4	11,7
--/–	I	16	11.XII	21	0,1	-0,8	10,4	10,5
Кущення	II	20	18.XII	28	-0,7	-1,4	9,8	10,7
--/–	II	21	25.XII	35	1,1	-2,2	2,8	11,7
	II	21	01.I	42	0,4	-2,3	0	11,7
--/–	II	21	08. I	49	3,1	-3,2	0	7,7
--/–	II	22	15. I	56	0,6	-2,2	11,8	7,7
--/–	II	22	22. I	63	1,3	-4,1	3,8	8,5
--/–	II	22	29. I	70	4,3	-4,1	1,2	10,5
--/–	II	22	05.II	77	3,0	-3,3	0,2	10,0
--/–	II	22	12.II	84	-4,8	-2,5	0	9,6
--/–	II	22	19.II	91	-5,0	-2,5	3,6	9,1
--/–	II	22	26.II	98	-4,0	-2,3	0	7,8
Відновлення весняної вегетації	II	23	04.III	104	1,9	0,9	0	8,8

Особливо аномально теплим виявився січень (температура перевищила норму на 6,7°C), який за характером погоди відповідав середині березня. Внаслідок таких погодних умов грудня-січня у рослинах пшениці озимої відмічали протікання ростових процесів, збільшення конусів наростання, вегетативної маси, зміну стадій розвитку і навіть появу нових вузлових корінців (рис. 1, 2).

Зниження середньодобових температур повітря реєстрували на початку лютого місяця (від -6,9°C до -7,3°C), мінімальні значення сягали позначки нижче 10,4°C - в кінці лютого (третя декада). Знижені температурні

показники у ґрунті на рівні розташування вузлів кущіння сягали значень від -6°C до -8°C . Добре розвинена пшениця озима, проявляла середню морозостійкість в кінці лютого. Критична температура вимерзання коливалась в межах від -13°C до -15°C .

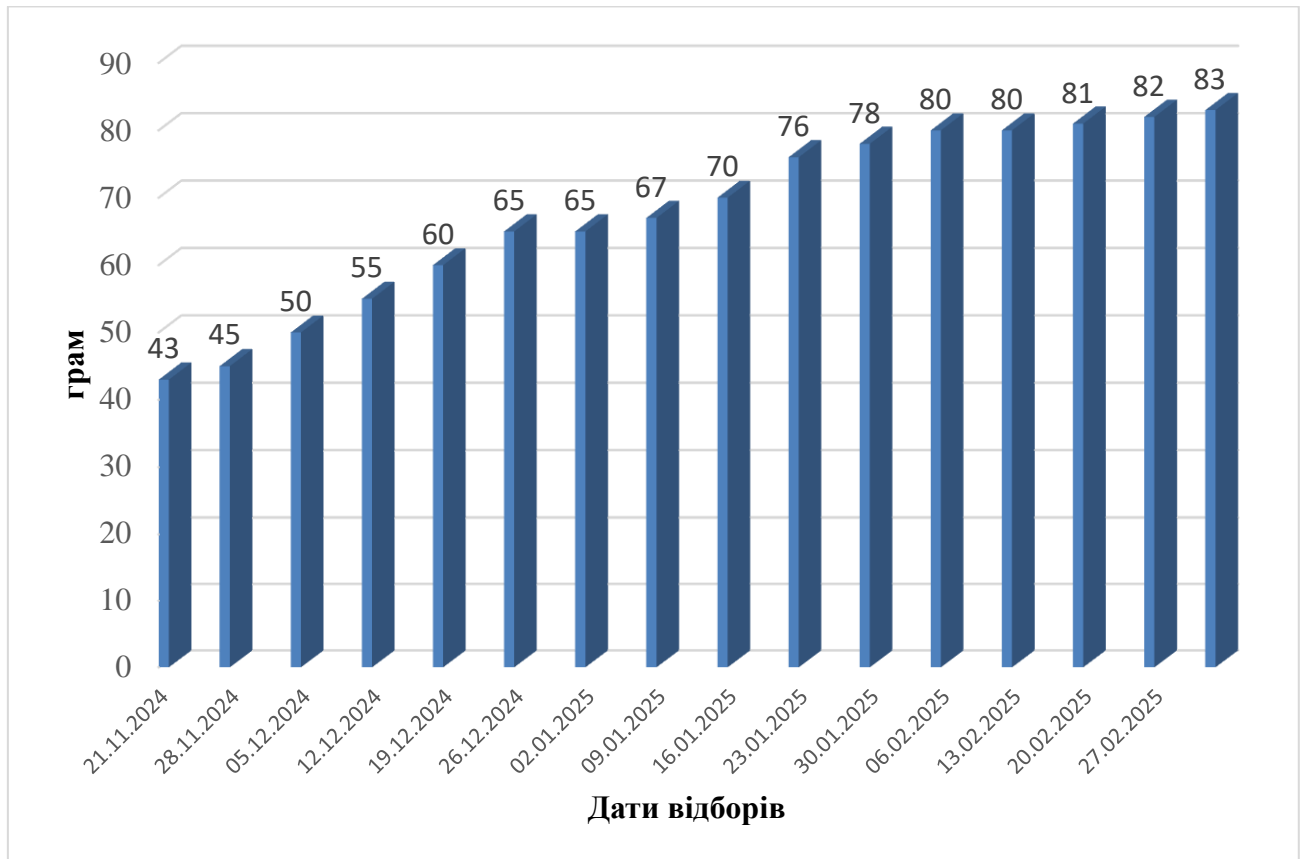


Рис. 3.1. Динаміка наростання вегетативної маси 100 рослин пшениці озимої за період перезимівлі 2024–2025 рр.

Починаючи із середини третьої декади лютого почалося поступове підвищення середньодобової температури повітря, яке вийшло на позитивні показники вже до кінця місяця. А на початку першої декади наступного місяця (4 березня) зафіксовано стійкий перехід середньодобових температур через $+5^{\circ}\text{C}$ у бік підвищення – відбулося відновлення весняної вегетації (ВВВ) рослин пшениці озимої.

Головними ознаками відновлення весняної вегетації, крім переходу середньодобових температур через $+5^{\circ}\text{C}$, є поява нових вузлових корінців,

збільшення конусів наростання, маси і висоти рослин. Такий термін відновлення весняної вегетації вважається раннім, оскільки за останні 20 років, як свідчать результати досліджень, середні дати ВВВ спостерігалися у період із 18 по 22 березня. Позитивними ознаками раннього відновлення весняної вегетації є швидка регенерація вегетативної маси та прискорений її приріст, ефективне укорінення і кущення.

Найсприятливішою середньодобовою температурою вегетації посівів озимих у перші 40 діб після початку відростання є 5-7°C [7].

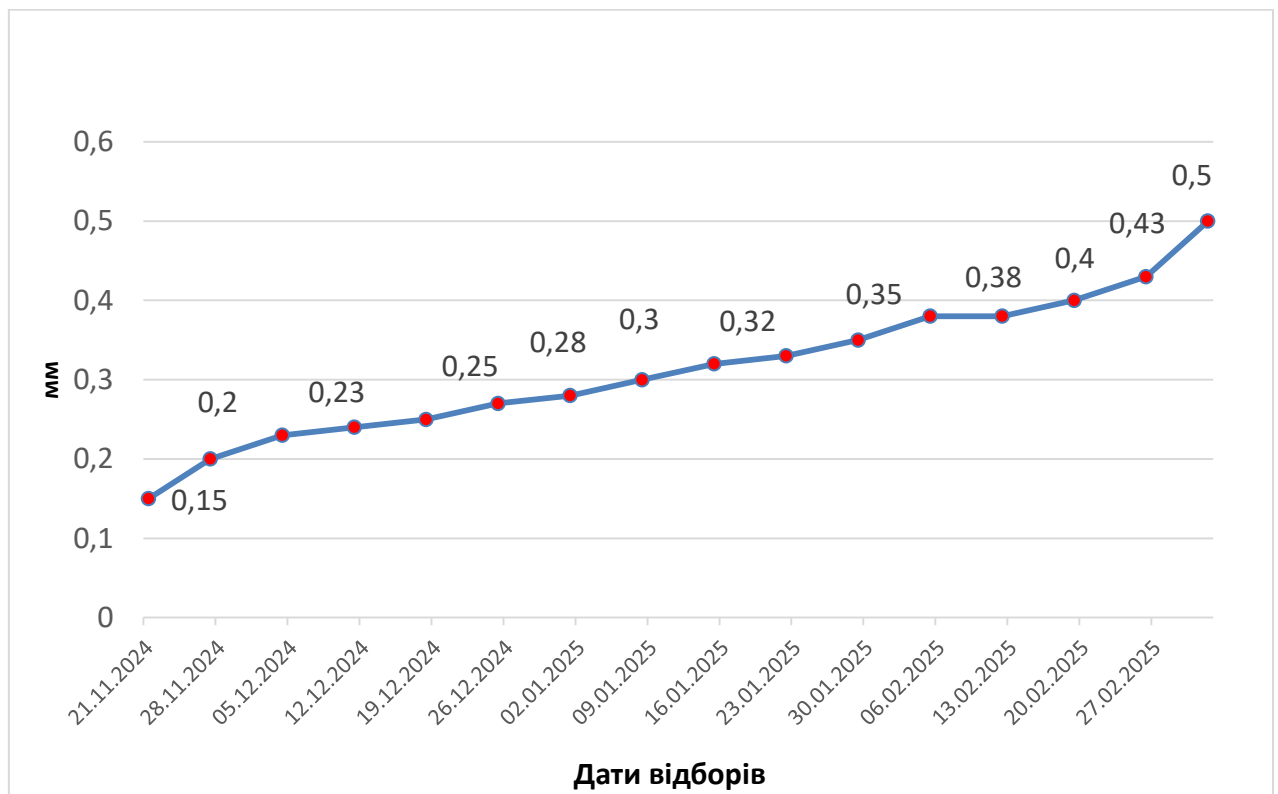


Рис. 3.2. Динаміка збільшення довжини конусів наростання рослин пшениці озимої за період перезимівлі 2024–2025 рр.

На час відновлення весняної вегетації рослини пшениці озимої, у регіоні діяльності Інституту землеробства знаходились на II етапі органогенезу, фаза кущення (код стадії за ВВСН 23). Коефіцієнт кущення 1,8–2,0. Висота рослин 15,0–18,0 см, довжина конуса наростання рослин пшениці озимої – 0,48–0,50 мм. Маса 100 сирих рослин становила 80–85 г. Такі параметри рослин пшениці озимої на час відновлення весняної вегетації

є середньостатистичними за результатами багаторічних досліджень проведеними в Інституті землеробства.

3.3. Оцінка перезимівлі пшениці озимої

Крім вищезгаданих та проаналізованих фенологічних спостережень та морфологічних досліджень у взаємозв'язку з погодними умовами осінньо-зимового періоду нами було проведено відбір зразків рослин пшениці озимої для визначення життєздатності за методами агробіологічного контролю за станом конусів наростання, методом монолітів та донським (прискореним) методом.

Загальноприйнятими строками відбору зразків для визначення життєздатності рослин є 25 січня, 23 лютого і 10 березня. В умовах перезимівлі 2025 року відбір зразків для визначення життєздатності провели 25 січня, 25 лютого та 3 березня. Детально методи оцінки життєздатності рослин пшениці озимої під час перезимівлі описані у підрозділі 1.5 цієї роботи. Критерії оцінки стану рослин пшениці озимої при визначенні їх життєздатності наведено у таблиці 3.5.

Результати відрощування за донським прискореним методом засвідчили високий рівень життєздатності рослин пшениці озимої під час усіх відборів– 99–100 %. Інтенсивність відростання надземної маси рослин після 24-годинної експозиції складала від 7 до 18 мм, що відповідало категорії сильних рослин.

Показник життєздатності озимини на рівні 90%, вказує на її хороший стан. Вірогідність збереження життєздатності та виживаності за період весняна вегетація – дозрівання сягає понад 70–75%. Цей факт відіграє важливе значення, оскільки зумовлює утворення продуктивного стебла та забезпечує урожайність пшениці Співанка Поліська.

Показник життєздатності рослин на рівні 70–80%, вказує умовно хороший стан озимини. Здатність до виживаності мають рослини пшениці озимої на рівні 60%. Такі показники як: наявність продуктивного стебла та виживаність, не є сталими. На вказані показники, суттєво впливають чинники

довкілля та технологічні підходи, які застосовують в умовах сьогодення за обробітку полів з озиминою.

Таблиця 3.5

Критерії оцінки стану рослин пшениці озимої при визначенні їх життєздатності

Групи рослин	Зовнішній стан	Морфологічні ознаки
Життєздатні		Озиминою яскраво-зеленого кольору. Прикметна утворенням нових вузлових корінців без ознак уражень інфекційними агентами, зокрема мікроскопічними грибами.
Задовільні		Рослинність блідо-зеленого кольору з незначними ознаками захворювань. Не спостерігають нових корінців та супроводжується вяненням.
Пригнічені		Пшениця з приглушеним бежевим кольором з характерною критичною деградацією (не ростуть пагони і нових коренів) та помітними ознаками ураження інфекційними агентами – бактеріями, вірусами, грибами. З'являються тьмяні та в'ялі пагони.
Нежиттєздатні		Знебарвлена озиминою, наявні інфекційними захворювання, рослини - зневоднені, з ознаками гниття та висихання.

Незадовільним є стан рослин на сільськогосподарських угіддях з життєздатністю нижче 50%.

Таким чином, незважаючи на недостатній осінній розвиток рослин пшениці озимої через дефіцит вологи, недобір суми активних і ефективних температур вище 5°C, та деякі ускладнення погодних умов у лютому, перезимівля озимини у 2024–2025 рр. у регіоні діяльності Інституту

землеробства в цілому пройшла добре. Перш за все, це відбулося завдяки аномальним погодним умовам у період грудня–січня, коли у рослинах спостерігались повільні ростові процеси, змінювались фази розвитку, проходило наростання вегетативної маси, збільшення висоти рослин та конусів наростання.

У результаті проведених спостережень та досліджень проведено оцінку впливу агрометеорологічних умов осінньо-зимового періоду на перезимівлю пшениці озимої. Проаналізовано гідротермічні умови осіннього та зимового періодів і їх вплив на тривалість стадій розвитку і морфологічні параметри рослин пшениці озимої.

Відмічено екстремальні погодні умови в окремі періоди (осінній та зимовий дефіцит вологозабезпечення, аномально високу температуру січня та низьку – лютого) та їх вплив на розвиток культури.

ВИСНОВКИ

1. За результатами морфологічних досліджень сходи пшениці озимої з'явилися 14 жовтня 2024 року, осінній розвиток тривав до 21 листопада коли було зафіксовано припинення осінньої вегетації, загальна тривалість якої склала 38 діб. Рослини входили у зиму у фазі сходів (стадія трьох листків) не досягнувши фази кущення та оптимальних морфологічних параметрів, що було обумовлене недостатнім теплозабезпеченням та дефіцитом опадів у період осіннього розвитку.

2. Зимовий період 2024 – 2025 рр. відзначився аномальною теплою погодою у грудні та січні і похолоданням у лютому. Агрометеорологічні умови перших двох зимових місяців сприяли повільному протіканню ростових процесів, що позначилось на збільшенні вегетативної маси, конусів наростання та зміні стадій розвитку. Натомість короткотермінове похолодання у лютому не мало негативних наслідків на життєздатність рослин пшениці озимої.

3. На основі загальноприйнятих методів визначення життєздатності, проведених нами у три терміни, встановлено високу (99–100 %) життєздатність рослин пшениці озимої, що свідчить про ефективність застосованих агрозаходів та добру перезимівлю.

4. Рослини на час відновлення весняної вегетації перебували у фазі кущення із середньостатистичними морфофізіологічними параметрами – висота 15–18 см, маса 100 сирих рослин – 80–85 г, довжина конуса наростання – 0,48–0,50 мм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Камінський В.Ф., Сайко В.Ф., Душко М.В. та ін. (2017). Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур: монографія /В.Ф. Камінський, В.Ф. Сайко, М.В. Душко, Н.М. Асанішвілі, В.В. Камінська, Г.В. Коваленко, І.М. Лупеха, П.В. Романюк, В.М. Юла, В.М. Віршовка. – К.: Вид. дім «Вініченко», С. 7-8.
2. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. (2006). Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ “Українські технології”, С 14-15.
3. Файт В.І., (2005). Морозостійкість і урожайність сортів озимої пшениці / В.І. Файт // Вісник аграрної науки. – 2005. – № 11. – С. 25-29.
4. Куперман, Ф., Ржанова, Е., Мурашев, В. и др. (1982). Биология развития культурных растений. М.: Высшая школа. 343 с.
5. Сайко В.Ф., Лобас М.Г., Яшовський І.В. та ін. (1994). Наукові основи ведення зернового господарства. За ред. В.Ф. Сайка. К.:Урожай, С. 54-70.
6. Паламарчук, В., Поліщук, І., Каленська, С., та Єрмакова, Л. (2013). Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: підручник. Вінниця, 713 с.
7. Зінченко, О., Салатенко, В, та Білоножко, М. (2001). Рослинництво: підручник. Київ : Аграрна освіта, 591 с.
8. Федорова, Н. (1989). Сортовая агротехника зерновых культур. Київ: Урожай, 328с.
9. Федорова, Н (1972). Зимостійкість і врожайність озимої пшениці. Київ: Урожай, 260 с.

10. Кононюк, Л., Кимак, Я. (2009). Продуктивність пшениці озимої за різних строків сівби. Зб. наук. Праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Спецвипуск. Київ. с. 114-122 .
11. Носатовський, А. (1965). Пшеница (биология). М.: Колос, 565 с.
12. Нетіс, І. (2008). Посухи та їх вплив на посіви пшениці озимої. Херсон :Айлант, 252 с.
13. Бойко, П., Коваленко, Н. (1998). Коректування структури посівних площ і сівозмін залежно від агрометеорологічних умов. Системні дослідження та моделювання в землеробстві. Зб. наукових праць. Київ: Нива, с. 53-61.
14. Куперман, Ф. (1969). Физиология развития, роста и органогенеза пшеницы. М.:МГУ, С.7-204.
15. Туманов, И. (1979). Физиология закаливания и морозостойкости растений. М.: Наука, 352 с.
16. Польовий, А., Божко, Л. (2013). Довгострокові агрометеорологічні прогнози. Одеса: “ТЭС”, 293 с.
17. Личикаки, В. (1974). Перезимовка озимых культур. М.: Колос. 232 с.
18. Лихочвор, В. (2002). Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: «Українські технології», 800 с.
19. Lodyanoyu-kirkoyu-pokrilis-posivi-ozimih-u-deyakh-rayonah-pivdennih-oblastey: https://superagronom.com/news/18328-lodyanoyu-kirkoyu-pokrilis-posivi-ozimih-u-deyakh-rayonah-pivdennih-oblastey?utm_source=chatgpt.com
20. Личикаки, В. (1971). Методические указания по оценке влияния низких температур и ледяной корки на перезимовку озимых зерновых культур. М.: Колос, 41 с.
21. Куперман, Ф., Моисейчик, В. (1977). Выпревание озимых культур. Л.: Гидрометеиздат, 168 с.

22. Дубовий, В. (2011). Екологічна оцінка морозо- та зимостійкості пшениці озимої в умовах Лісостепу. Вісн. аграр. науки № 8. с. 42–44.
23. Ярошенко, С. (2020) Морозостійкість та зернова продуктивність пшениці озимої залежно від агротехнічних прийомів вирощування. Зернові культури. Т 4. № 1. с. 64–70 <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0107>
24. Уліч, О. (2002). Вплив строків сівби на ріст і розвиток та врожайність озимої пшениці. Науковий вісник НАУ, с. 81–86.
25. Уліч, О. (2018). Тенденції зміни строків сівби пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) у південній частині Правобережного Лісостепу України за трансформації клімату: вісник аграрної науки № 6 (783). с. 19–24. DOI: 10.31073/agrovisnyk201806-03.
26. Литвиненко, С. та інші (2004). Вплив строків сівби і сублетальних зимових температур на виживаність та врожайність озимої пшениці. Вісник аграрної науки, с. 27–31.
27. Ворона, Л (2013). Погодні умови осіннього періоду вегетації та розвиток пшениці озимої за різних строків сівби. Агропромислове виробництво Полісся. Вип. 6, с. 14-20.
28. Гирка, А. (2007). Зимостійкість рослин озимої пшениці залежно від строків сівби. Вісник аграрної науки, 9, с. 23–26. <https://institut-zerna.com/library/pdf36/9.pdf>.
29. Солоха, І. (2020). Вплив строків сівби на урожайність зерна пшениці озимої в умовах Лісостепу України. Агробіологія, 12(3), с. 45–49. <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/6175/1/Солоха%20І.В..pdf>.
30. Демидов, О. та ін. (2016). Строки сівби озимої пшениці: рекомендації та реалії. Пропозиція, 10, с. 34–37. <https://propozitsiya.com/ua/stroki-sivbi-ozimoyi-pshenici-rekomendaciyi-ta-realiyi>.

31. Ткачук, В., Сторожук, В. та Тимощук, Т. (2017). Забур'яненість та продуктивність агрофітоценозу пшениці озимої залежно від строків сівби і норм висіву. Житомир: Вісник Житомирського національного агроекологічного університету, 1(58), с. 69–79.
32. Уліч, О. (2014). Вплив строків сівби на реалізацію потенціалу продуктивності сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах зміни клімату. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, 4, с. 58–62.
33. Ярчук, І. та Мельник, Т. (2018). Строки сівби і норми висіву пшениці твердої озимої. Зернові культури, 2(1), с. 94–100. doi: 10.31867/2523-4544/0013.
34. Свідерко, М., Шувар, А. та Ткаченко, Л. (2015). Фотосинтетична продуктивність рослин озимої пшениці залежно від строків сівби й умов живлення, Передгір. та гірське землероб. і тваринн., 58(2), с. 90–97.
35. Гирка, А., Педаш, О. та Кулик, І. (2017). Продуктивність пшениці озимої залежно від строку сівби та норми висіву після ріпаку озимого в умовах Степу, Ukrainian Journal of Ecology, 7(1), с. 30–36
36. Кіріяк, Ю. (2017). Вплив погодних умов на перезимівлю пшениці озимої в зоні Південного Степу України. Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, Миколаїв, Україна, с. 45–48. (https://www.mnau.edu.ua/files/spec_vchen_rad/k_38_806)
37. Ремесло, В., Шалін, Ю., Блажевський, В. та Ковтун, І. (1971). Строки сівби озимої пшениці та їх біологічне обґрунтування. Київ: Урожай, 69 с.
38. Литвиненко, М., Лифенко, С., Друзьяк, В. (2004). Вплив строків сівби і сублетальних зимових температур на виживаність та врожайність озимої пшениці. Вісник аграрної науки, №5, С. 27-31.
39. Чебаков, М., Лебедева, Г. та Колач, Є. (2006). Сортова специфіка формування врожайності пшениці озимої в залежності від

строків посіву в Західному регіоні України. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин № 4, С. 70-78.

40. Астахова, Я., Гасанова, І. та Солодушко, М. (2019). Вміст і витрати розчинних вуглеводів у рослинах різних сортів пшениці озимої залежно від строків сівби в північному Степу України: Зернові культури. Т 3. № 2, с. 251–257. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0084>

41. Вавилов П., Гриценко, В. та Кузнецов, В. (1986). Растениеводство. Москва: Агропромиздат, 512 с.

42. Шелепов, В., Чебаков, Н., Вергунов, В. та Кочмарський, В. (2009). Пшеница: история, морфология, биология, селекция. К.: МИП им. В. Н. Ремесла, 543 с.

43. Животков. Л. та інші (1989). Пшеница. Киев : Урожай, 320 с.

44. Бондаренко, В., Пікуш, Г. та Повзик М. (1975). Залежність зимостійкості та врожайності озимої пшениці в Степу України від агротехнічних заходів: степове землеробство. (9), с. 41–43

45. Жемела, Г. (1973). Якість зерна озимої пшениці. Київ : Урожай, 184 с

46. Друмова О. (2021). Особливості накопичення та витрат розчинних вуглеводів рослинами сортів пшениці м'якої озимої: зернові культури. (Том 5. № 1). с. 52–58. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0158>

47. Алімов Д., Юник А. (2002). Урожайність зерна озимої пшениці залежно від системи основного обробітку ґрунту, попередників та застосування гербіцидів. Науковий вісник НАУ, с. 73–77.

48. Кіріяк, Ю. (2019). Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від агротехнологічних чинників за умов змін клімату в Південному Степу України: автореф. дис. канд. с.-г. н. Миколаївський НАУ.

49. Гринь, Д. (2016). Технологічні заходи підготовки та сівби озимих зернових культур під врожай 2017 року в посушливих умовах

південного степу: наук.-практ. рек. Інститут зрошуваного землеробства НААН. Херсон, 39 с.

50. Жемела, Г. (1991). Добрива, урожай і якість зерна, К.: Урожай, с. 108-119.

51. Оптимізуємо ґрунтообробіток/
<https://agrotimes.ua/article/optymizuyemo-gruntoobrobitok>.

52. Блищик, Д (2015). Агrometeorологічні умови росту та розвитку озимої пшениці в осінньо-зимовий період на півдні України: автореф. дис. канд. географ. н. Одеський ДЕУ.

53. Нетіс, І.(2011). Пшениця озима на Півдні України: монографія. Х.: Олдіплюс, 352 с.

54. Польовий, А., та ін. (2019). Агrometeorологія: навчальний посібник. Миколаїв, 436 с.

55. Кроха, К. (2020). Агrometeorологічні умови перезимівлі озимої пшениці в Поліссі: магістерська кваліфікаційна робота. Одеський державний екологічний університет.
<https://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/8201>

56. Ковальчук, О., Петренко, С. та Мельник, І. (2020). Аналіз агrometeorологічних умов вегетаційного періоду пшениці озимої на території Вінницької області: аграрні інновації, 6(10), с. 25–32.
<https://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/522>

57. Рудавська Н. та ін. (2022). Температурний режим осінньої вегетації пшениці озимої та її перезимівля в умовах Карпатського регіону. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, 71 (2). С. 171-187

58. Адаменко, Т. (2004). Изменение агроклиматических условий и их влияние на зерновое хозяйство Украины. Хранение и переработка зерна. № 10. С. 21–24.

59. Солодушко, М. (2017). Вплив агrometeorологічних умов на перезимівлю озимої пшениці: журнал зернові культури, 1(1), с. 26–30.
Доступно: <https://journal-grain-crops.com/uk/arhiv/view/5b3df0b38088c.pdf>

60. Куперман, Ф. (1982). Определение состояния озимых зерновых культур методом биологического контроля в осенний, зимний и весенний периоды.

61. Рябчун, Н., Попов, С. та Четверик, О. (2012). Зимовий моніторинг посівів в Східному Лісостепу. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/212-zymovyi-monitorynh-posiviv-v-skhidnomu-lisostepu>.

62. Собко, М. та Оничко, В. (2017). 6 основних методів оцінки стану перезимівлі озимих культур <https://superagronom.com/blog/64-6-osnovnih-metodiv-otsinki-stanu-perezimivli-ozimih-kultur>.

63. Аграріям розповіли про швидкі та надійні методи перевірки стану озимих культур <https://superagronom.com/news/14749-agrariyam-rozprovili-pro-shvidki-ta-nadiyni-metodi-perevirki-stanu-ozimih-kultur>.

64. Перезимівля озимих культур. Що впливає на її успішність. <https://propozitsiya.com/ua/perezymivlya-ozymyh-kultur-shcho-vplyvaye-na-yiyi-uspishnist>

65. Як правильно здійснити відбір монолітів озимих для оцінки їх стану, досвід. <https://agrotimes.ua/agronomiya/yak-pravylno-zdijsnyty-vidbir-monolitiv-ozymyh-dlya-oczinky-yih-stanu-dosvid/>

66. Визначення стану озимих рослин на час припинення вегетації та методи визначення їх життєздатності в зимовий період. <https://agro.dn.gov.ua/downloads/2016/08/Metodychka-Perezemivlya-ozymyh.pdf>

67. Визначити життєздатність посівів і спланувати заходи весняного догляду. <https://a7d.com.ua/plants/42347-viznachiti-zhittyezdatnst-posvv-splanuvati-zahodi-vesnjanogo-dogljadu.html>

68. Рудик, Р. та ін. (2014). Методи оцінки стану посівів озимих культур. Рекомендації. <https://www.content.net.ua/registration/content/ua142/pages/f53274.doc>.

69. Рожков, А., Пузік, В та Каленська, С. (2016). Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи. Х.: Майдан, 316 с.
70. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. (2000). Київ, 10 с.
71. Куперман, Ф. (1984). Морфофізіологія рослин. Москва: Вища школа, 240 с.
72. Рябчун, Н. (2020). Діагностика стану та життєздатності озимих зернових культур протягом періоду відносного спокою (методичні рекомендації). Х., 29 с. <https://yuriev.com.ua/assets/files/posibniki/diahnostyka-stanu-vpr-2020.pdf.pdf>
73. Агрометеорологічний бюлетень по території Київської області (2024). Український гідрометеорологічний центр, № 25-36.
74. Агрометеорологічний бюлетень по території Київської області (2025). Український гідрометеорологічний центр, № 1-9.