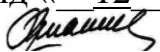
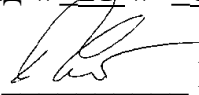


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з навчальної дисципліни
«СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА МЕТЕОРОЛОГІЯ»
за темою: «Агрометеорологічний аналіз умов і оцінка перезимівлі озимих
культур»
для студентів денної та заочної форми навчання
спеціальності 103 «Науки про Землю»

Затверджено
на засіданні групи забезпечення спеціальності
Протокол № 8 від « 12 » квітня 2022 р.
Голова групи  Шакірзанова Ж.Р.

Затверджено
на засіданні кафедри
агрометеорології та агроекології
Протокол № 12 від « 21 » березня 2022р.
Завідувач кафедри  Польовий А.М.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з навчальної дисципліни
«СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА МЕТЕОРОЛОГІЯ»
за темою: «Агрометеорологічний аналіз умов і оцінка перезимівлі озимих
культур»
для студентів денної та заочної форми навчання
спеціальності 103 «Науки про Землю»

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
Протокол № 8
від « 12 » квітня 2022р.

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Сільськогосподарська метеорологія» на тему «Агрометеорологічний аналіз умов і оцінка перезимівлі озимих культур» для студентів III року навчання денної та заочної форм за спеціальністю 103 «Науки про Землю», рівень вищої освіти бакалавр/ Укладачі: Костюкевич Т. К., канд. геогр. наук, Одеса, ОДЕКУ, 2022, 32 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА		5
1	ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	7
	1.1 Зимостійкість та морозостійкість рослин	7
	1.2 Основні причини загибелі озимих культур та заходи щодо захисту посівів	10
	1.3 Агрометеорологічний аналіз умов перезимівлі озимих культур	12
	1.3.1 Визначення критичної температури вимерзання	13
	1.3.2 Визначення мінімальної температури ґрунту на глибині залягання вузла кущіння	16
	1.3.3 Визначення ступеню зрідженості посівів озимих культур	19
2	ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	21
3	КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	22
ЛІТЕРАТУРА		23
ДОДАТКИ		24

ПЕРЕДМОВА

Посіви озимих культур (пшениця, жито, ячмінь, сіяні кормові трави) щорічно займають значні площі сільськогосподарських угідь України. Завчасна оцінка стану зимуючих культур, науково обґрунтований прогноз очікуваного стану культур до початку весняної вегетації надзвичайно важливі для прийняття планових та оперативно-господарських рішень щодо «підсіву» посівів, пошкоджених несприятливими умовами перезимівлі, або пересівання площ ярими культурами.

Знання причин та інтенсивності пошкодження чи загибелі озимих посівів необхідні для виконання раціонального районування сортів, більш пристосованих до умов конкретних територій.

У холодний період зимуючі культури піддаються різним несприятливим умовам, що викликають часткову або повну загибель посівів. Ступінь пошкодження озимих культур буває різною в різні роки та в різні періоди поточної зими. Це пояснюється біологічними особливостями сорту, станом рослин у період припинення осінньої вегетації, умовами періоду загартовування, інтенсивністю та тривалістю небезпечних явищ зимового періоду.

Часта загибель озимих від вимерзання в суворі зими є головною перешкодою для розширення їх площ за деякими регіонами країни. Під час похолодання мінімальна температура на глибині вузла кушення озимих стає нижчою за критичної температури вимерзання та рослини пошкоджуються або повністю гинуть.

Тому при оцінці агрометеорологічних умов вимерзання необхідний глибокий аналіз не тільки умов зимівлі рослин, а й попередніх умов періоду осінньої вегетації.

У цьому випадку ця робота буде виконуватися в два етапи:

1 – характеристика агрометеорологічних умов осінньої вегетації озимих культур;

2 – агрометеорологічний аналіз умов зимового періоду.

Завдання методичних вказівок полягає в тому щоб навчити студентів визначати тривалість та умови проходження озимими рослинами I та II етапу загартовування, визначати критичну температуру вимерзання озимих культур різними методами, визначати ступень зрідженості посівів.

Методичні вказівки повинні забезпечити **знання:**

– основних понять про показники, що характеризують умови перезимівлі озимих культур;

– щодо проведення аналізу умов перезимівлі озимих культур.

Вміння:

– підготовки необхідних для виконання розрахунків даних;

– проводити розрахунки за різними методами;

– проводити аналіз отриманих результатів та узагальнювати їх;

– надавати споживачам агрометеорологічні консультації щодо необхідності підготовки до підсіву або пересіву озимих культур.

Послідовність виконання практичного заняття полягає у вивченні теоретичної частини, виконання практичної частини і відповіді на контрольні питання.

Методика проведення та оцінювання контрольних заходів полягає в оцінюванні результатів виконаних розрахунків, умінні студента узагальнювати результати розрахунків, складати відповідні тексти, повноті відповідей на запитання. Оцінюється виконання практичного заняття і відповіді на запитання. За виконання роботи студент може отримати максимум 4 бала.

1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Зимостійкість та морозостійкість рослин

Зимостійкість рослин – це біологічна властивість рослин, що зимують, переносити вплив комплексу несприятливих умов зимового періоду без суттєвих ушкоджень. Ця властивість залежить від особливостей фізіологічних та біохімічних процесів, що відбуваються в тканинах рослин взимку, які, в свою чергу, визначаються видом рослин, його спадковими властивостями (селекцією), кліматичними умовами середовища та агрометеорологічними умовами конкретного року.

Зимостійкість рослин визначається не тільки термічним режимом, а й висотою снігового покриву, товщиною та тривалістю залягання крижаної кірки, глибиною промерзання ґрунту, режимом сніготанення навесні та іншими факторами та умовами.

Для кількісної оцінки зимостійкості рослин користуються коефіцієнтом перезимівлі рослин - відношенням числа рослин (пагонів), що зберегли життєздатність і відновили вегетацію на одиниці площі до рослин (пагонів), що увійшли в зиму, на такої ж площі.

Морозостійкістю рослин називається властивість зимуючих рослин витримувати вплив негативних температур із збереженням здатності до вегетації та репродукції при настанні сприятливих агрометеорологічних умов.

Морозостійкість рослин, так само як і загальна їхня зимостійкість, залежить від ступеня загартовування та умов перезимівлі посівів. Морозостійкість озимих зазвичай характеризують критичною температурою вимерзання, за якої гине ≥ 50 % рослин.

Морозостійкість залежить від виду (сорту) рослини, фази його розвитку в момент «догляду» в зиму, рівня живлення та ступеня передзимового загартовування. Загартовуванням рослин називається процес підвищення їх холодостійкості (морозостійкості) в умовах поступового зниження температури навколишнього середовища, скорочення тривалості світлового дня, коли зупиняються ростові процеси у тканинах рослин. Завдяки процесу поступового загартовування рослини набувають до кінця осені якості зимостійкості та морозостійкості.

Дослідження механізму дії низьких температур на рослини та агрометеорологічних особливостей перезимівлі різних сільськогосподарських, плодкових культур проводилися багатьма вченими: Максимовим Н.А. (1913), Тумановим І.І. (1940), Окушко А.А. (1958), Лічкакі В.М. (1974), Мойсейчик В.О. (1975), Побетовою Т.А. (1981), Вольвач В.В. (1985), Шавкуновою В.О. (1986), Страшною А.І. (1988) та багатьма іншими.

Фундаментальні фізіологічні дослідження, що пояснювали механізм впливу низьких температур на зимуючі рослини виконані на початку ХХ століття визначним російським фізіологом рослин М.О. Максимовим. Теорія М.О. Максимова стверджує, що загибель рослинних клітин відбувається в результаті механічної коагуляції (від лат. coagulation - згортання, згущення) протопласту клітини від тиску льоду, що утворюється при низьких температурах усередині тканин (клітин) рослин. Найбільш повний розвиток ця теорія отримала у працях І.І. Туманова. Їм встановлено, що характер утворення льоду залежить від швидкості охолодження та фізіологічного стану рослин та, що загартовування захищає рослини від утворення льоду всередині клітин.

У процесі загартовування відбувається поступове зневоднення клітин шляхом перебудови анатомічної будови протопласту та колоїдно-хімічної будови протоплазми, що забезпечує умови для відтоку води з протопласту до міжклітинників.

Відповідно до теорії І.І. Туманова підготовка рослин до зимівлі починається ще восени. Рослина проходить дві фази загартовування під впливом погодних умов. Хороші умови для проходження першої фази створюються за сонячної погоди, середньої добової температури повітря від 6 до 0 °С та великої добової амплітуди температури (вдень 10...15 °С, вночі - 1...-2 °С), тобто, при слабо позитивних середніх добових температурах. У таких умовах у тканинах рослин (у зернових культур у листі, і особливо у вузлах кущіння) йде накопичення захисних речовин (цукрів) вдень і уповільнена витрата їх уночі. Біохімічні аналізи підтвердили, що при температурах трохи вище 0 °С на світлі відбувається значне збагачення клітин цукром. У середньому перед відходом у зиму у озимих культур накопичується близько 20...25 % цукрів (на одиницю сухої маси). У таких температурних і світлових умовах, що продовжуються до 12 ... 15 (20) діб, морозостійкість рослин зростає від -5 °С до -10 ... -12 °С. За більшої тривалості першої фази загартовування (30...40 діб) відбувається зниження морозостійкості рослин.

Фізіологічний механізм цього явища пов'язаний з тим, що осінні сонячні дні в рослинах порівняно інтенсивно продовжується процес фотосинтезу. У вечірні, нічні та ранкові години при зниженні температури уповільнюються процеси дихання та росту рослин, що сприяє накопиченню цукрів. Теплі похмурі дні з невеликою добовою амплітудою температури повітря менш сприятливі для проходження першої фази загартовування, так як рослини продовжують рости і витратити накопичені запаси цукрів.

На думку ряду фізіологів, морозостійкість рослин значною мірою зумовлена активністю та спрямованістю ферментативних рослин процесів, регулюючих як вуглеводний, а й азотний обмін.

Чим триваліший перехід від високих температур повітря восени до знижених температур зимового періоду і чим ці температури сприятливіші

для загартовування рослин, тим інтенсивніше відбувається процес накопичення цукрів у вузлах кущення злаків. Недорозвинені або перерослі озимі рослини за осінній період погано переносять зиму. Встановлено, що морозостійкі сорти пшениці озимої восени ростуть повільніше, формують коротке, вузьке листя, розташоване біля поверхні ґрунту та накопичують більше цукрів порівняно з менш стійкими сортами.

Друга фаза загартовування проходить у замерзлих рослинах лише після завершення першої фази за середньої добової температури повітря $-3...-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, тобто при слабко негативних середньодобових температурах. У більш морозостійких сортів рослин озимого жита збільшення морозостійкості відбувається за нижчих температур, $-6...-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Підвищення зимостійкості рослин у цей період відбувається за рахунок зневоднення тканин та збільшення концентрації клітинного соку.

Крохмаль у клітинах рослин частково перетворюється на цукру, запаси яких збільшуються: зимостійкість та морозостійкість рослин у цей, короткий тимчасовий період значно зростають. Після проходження двох фаз загартовування у більшості сортів пшениці озимої критична температура вимерзання знижується до $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, а у високо зимостійких сортів - до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Встановлено, що в умовах перезволоження верхнього шару ґрунту морозостійкість озимих, що пройшли дві фази загартовування, дещо знижується.

Нагадаємо, що критична температура вимерзання – це граничне значення температури навколишньої рослини середовища, нижче якого настає загибель рослини. Критичні температури вимерзання озимого жита становлять $-22...-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче, у люцерни $-17...-19\text{ }^{\circ}\text{C}$, у озимого ячменю та двоукісної конюшини $-13...-16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Крони багатьох плодкових культур можуть переносити морози до $-25...-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, лісові дерева до $-45...-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Дослідженнями В.О. Мойсейчик (1975) встановлено, що динаміка морозостійкості озимих культур кількісно виражається через критичну температуру вимерзання рослин, яка пов'язана із зміною фізіологічного стану, вуглеводного обміну та «глибини» вимушеного спокою у рослин під впливом агрометеорологічних умов зимівлі. У зв'язку з умовами, що складаються, морозостійкість рослин може змінюватися протягом холодного зимового періоду.

Стійкість рослин до холодів змінюється з року в рік при збереженні загальної закономірності: на початку зими морозостійкість порівняно невисока, до середини зими вона зростає до максимальної, а до весни поступово знижується. Зимостійкість рослин залежить також від вологості ґрунту в осінній період: при вологості 50 ... 70 % повної вологості озимі отримують найбільшу зимостійкість, при надмірному осінньому зволоженні (більше 80 % повної вологості) загартовування проходить слабше. Умови осені, що зазвичай змінюються рік від року, істотно впливають на зимостійкість одних і тих же сортів озимих культур.

Усі озимі культури проходять стадію яровизації, без завершення якої рослини не можуть перейти до утворення та розвитку генеративних органів та до плодоношення. Ця стадія протікає в осінній період вегетації та завершується, як правило, до початку, середини зими. Найшвидше яровизація вегетуючих рослин проходить при зниженій температурі та безперервному освітленні, дещо повільніше при «короткому» дні і не проходить (або не завершується) у темряві.

1.2 Основні причини загибелі озимих культур та заходи щодо захисту посівів

У холодний період року ушкодження і загибель зимуючих культур, що у стані вимушеного спокою, зазвичай викликаються комплексом несприятливих умов. До основних багатфакторних комплексів відносяться: видування, вимерзання, вимокання, випирання, випрівання, зимова засуха, крижана кірка, ожеледиця. Основними факторами, що визначають перезимівлю озимих культур є: висота снігового покриву, мінімальна температура повітря та ґрунту на глибині вузла кушення в різні періоди зими, сума негативних температур повітря, глибина промерзання ґрунту, тривалість періоду з висотою сніжного покриву вище 30 см, сума опадів за осінній та зимовий періоди та ін.

Видування посівів (ґрунту) – це знос сильним вітром ($\geq 10 \dots 12$ м/с) верхнього шару ґрунту на сільськогосподарських полях найчастіше разом із посіяним насінням, сходами і рослинами, що слабо вкоренилися. Спостерігається зазвичай при зимових курних бурях, коли сніговий покрив невисокий або відсутній, ґрунт сухий, не скріплений корінням озимих культур. Переміщення вітром продуктів вивітрювання починається за швидкості вітру 4...5 м/с біля землі. При великих швидкостях вітру (15...25 м/с) частки ґрунту надають механічне пошкодження рослинам озимих культур. В екстремальних умовах відбувається повне знесення верхнього шару ґрунту разом із рослинами та засипання посівів у місцях відкладення продуктів вітрового перенесення.

Видування зимуючих посівів частіше спостерігається на півдні степовий зони, де сніговий покрив невисокий і нестійкий, або й зовсім відсутній. Як основні агротехнічні прийоми боротьби з видуванням посівів проводяться роботи, створені задля збільшення запасів ґрунтової вологи та зниження негативного впливу сильних вітрів. До них відносяться: безвідвальне орання, глибоке загортання насіння в ґрунт, коткування ґрунту після посіву, створення кулісних посівів, посадка лісових полезахисних смуг, снігозатримання тощо.

Вимерзання посівів – це пошкодження або загибель зимуючих рослин внаслідок порушення обміну речовин та утворення кристалів льоду в

протоплазмі клітин при низьких температурах повітря і ґрунту (на глибині залягання вузла кущіння), за відсутності або незначності снігового покрив під час морозів. Можлива також загибель рослин у зв'язку з промерзанням ґрунту та утворенням морозобійних тріщин, розривають кореневі системи.

Основним методом захисту зимуючих посівів від вимерзання вважається снігозатримання, що сприяє збільшенню висоти снігового покриву та більш рівномірному його розподілу за площею. З агротехнічних заходів часто застосовують посів по чистих парах з підбором полів з кращими попередниками, з більш глибоким закладенням насіння, коригування строків сівби озимих культур та останнього укусу трав.

Вимокання рослин – це пошкодження або загибель озимих культур внаслідок порушення процесів дихання та фотосинтезу, нестачі кисню та надлишку вуглекислого газу (CO_2) при затопленні рослин водою. Найчастіше вимокання відбувається у роки з великою кількістю опадів при високому рівні ґрунтових вод на полях з тяжко-суглинистими ґрунтами внаслідок затоплення їх водами (у тому числі талими) у знижених місцях рельєфу, у чагарників та на узліссях лісу.

Зниженню негативного впливу вимокання на стан рослин сприяє високий рівень агротехніки, але переважно це своєчасне відведення надлишків вологи шляхом землевпорядних робіт.

Випрівання рослин – це пошкодження або загибель озимих рослин під високим сніговим покривом при тривалому його заляганні в умовах м'якої зими внаслідок виснаження рослин через слабкий фотосинтез (або його відсутності) і інтенсивної витрати поживних речовин, що продовжується, на дихання і слабкий ріст. Явище випрівання, особливо у полях, котрі знаходяться в зниженнях рельєфу. Застосування високої агротехніки є найбільш ефективним способом у боротьбі із загибеллю озимини від випрівання та грибних захворювань.

Випирання рослин – це пошкодження озимих культур у вигляді виносу вузла кущіння або верхньої частини кореневої системи до поверхні ґрунту (або на нього) при неодноразових змінах відтавання та замерзання верхнього перезволоженого шару ґрунту. Таке явище спостерігається восени, коли збільшується добова амплітуда температури повітря та ґрунту: вночі – від'ємні температури, вдень – додатні. У зимовий час випирання рослин відбувається при частому чергуванні відлиг та морозної погоди.

До агротехнічних заходів боротьби з випиранням рослин відносяться: своєчасний обробіток ґрунту під посів озимих культур; посів у ґрунт, що ущільнився, з більш глибоким закладенням насіння; осушення надмірно зволжених полів; іноді застосовується снігозатримання на полях, більшість рослин у яких мають оголені вузли кущіння та інших.

Випадіння рослин озимих культур (далі - випадіння) - явище, що спостерігається при різкому і активному наростанні тепла в період відновлення вегетації та одночасно при недостатчі вологи у верхньому шарі

грунту. При цьому вторинна коренева система не встигає використовувати вологу більш глибоких шарів ґрунту і рослини гинуть. Це явище більш розповсюджене при пізній весні.

Зимова посуха - припинення подачі води у надземну частину рослини при відсутності на полях снігового покриву та підвищенні температури повітря вдень до 0 °С і вище або при інтенсивній сонячній радіації, коли відбувається посилене випаровування листками вологи та їх засихання. Внаслідок зневоднення листків висихають надземні органи, потім вузли кущіння, і рослини гинуть. Зимова посуха часто супроводжується випиранням та видуванням рослин. Особливо небезпечна зимова посуха для слаборозвинених посівів, що погано укорінилися з осені, коренева система яких не досягає талих шарів ґрунту. Найчастіше зимові посухи відзначаються у степових районах на початку зими, коли сніговий покрив ще не встановився, і наприкінці малосніжної зими за сильних вітрів. Надійним захистом від зимової посухи є всі способи снігозатримання на полях.

Льодяна кірка (притерта) - шар льоду, що утворюється внаслідок чергування відлиг та морозів і щільно прилягає до поверхні ґрунту. Загибель рослин від задухи відбувається при тривалому перебуванні під притертою льодяною кіркою (протягом 30-40 днів та більше) внаслідок порушення газообміну - підвищення концентрації вуглекислого газу, недостатчі кисню. Для прискореного танення льодяної кірки проводять зачорніння її поверхні торфом, перегноєм або мінеральними добривами, що виконують одночасно функції підживлення посівів.

Ожеледиця – це шар щільного льоду на земній поверхні та на предметах, що утворюється внаслідок намерзання крапель переохолодженого дощу, мряки або туману. Він виникає при температурах 0...-3 °С, рідше за нижчих температур – до -15 °С.

Відлига – характерне явище зимового періоду. Вдень з відлигою прийнято вважати підвищення температури повітря до 0 °С і вище взимку на фоні від'ємних температур повітря, що раніше встановилися.

1.3 Агрометеорологічний аналіз умов вимерзання озимих культур

Вимерзання рослин є основним та найпоширенішим видом пошкодження та загибелі озимих. В окремі роки посіви озимих культур пошкоджуються (або гинуть) від вимерзання на великих площах, особливо часто – у степовій та лісостеповій зонах.

Агрометеорологічні умови, за яких відбувається вимерзання посівів, частіше спостерігаються у першій половині зими, коли на полях ще не склався стійкий сніговий покрив. У другій половині зими вимерзання можливе лише в районах із нестійким сніговим покривом.

Головними елементами, що впливають на перезимівлю рослин, у визначених співвідношеннях є: температура повітря, сніговий покрив, промерзання ґрунту. Комплексним агрометеорологічним показником впливу всіх факторів на зимуючі рослини є мінімальна температура ґрунту на глибині залягання вузла кущіння ($t_{\text{вуз}}$). Якщо мінімальна температура ґрунту взимку на цій глибині буде нижче ніж критична температура вимерзання ($T_{\text{кр}}$), то це викликає загибель або пошкодження озимини від вимерзання. Критична температура вимерзання ($T_{\text{кр}}$) це мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння, яка викликає загибель 50% рослин і більше. $T_{\text{кр}}$ кількісно характеризує морозостійкість рослин. Чим нижче ($T_{\text{кр}}$) тим вище морозостійкість, і навпаки. Вона змінюється в залежності від біологічної морозостійкості сорту, а також від агрометеорологічних умов впродовж зими.

Наслідки перезимівлі визначаються співвідношенням між температурою ґрунту на глибині вузла кущіння ($t_{\text{вуз}}$) та критичною температурою вимерзання ($T_{\text{кр}}$).

Таким чином, оцінюючи агрометеорологічні умови вимерзання озимини, необхідно визначити співвідношення, з одного боку, мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння, а з другого - критичної температури вимерзання.

В зв'язку з мінливістю погодних умов краще визначати ці показники щодавно.

1.3.1 Визначення критичної температури вимерзання

Температура, при якій настає загибель вузла кущіння, різна не тільки для різних озимих культур та їх сортів, але й для тих ж сортів в залежності від стану рослин восени (фази розвитку, ступеня загартування, стану конуса наростання в момент припинення вегетації тощо), а також від зміни їхньої морозостійкості під впливом агрометеорологічних умов зимового періоду.

Інтенсивні та тривалі відлиги в період зимівлі рослин порушують стан зимового спокою та сильно знижують морозостійкість рослин. При цьому різке зниження температури на глибині залягання вузла кущіння після відлиг викликає загибель рослин на більш високому рівні мінімальної температури ґрунту, ніж поступове похолодання. Добре розвинені, загартовані рослини, вузол кущіння яких розташований на глибині 3 см і нижче, витримують сильніші морози, ніж слабозвинені рослини у фазах сходи – третій лист з невеликою глибиною (1...2 см) розташування вузла кущіння (Мойсейчик В.О., 1975).

Найбільш стійкі до морозів вузли кущіння озимого жита, що витримують зниження температури на глибині 3 см до -18...-20 (-24) °С, деякі сибірські сорти цієї культури й до -28 °С. Більш чутливі до низьких

температур навіть сорти озимої пшениці високої морозостійкості, що повністю гинуть при температурі $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ на глибині вузла кущіння. Рослини сортів пшениці слабой морозостійкості гинуть за температури $-16\text{...}-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, а сорти озимого ячменю гинуть за температури $-13\text{...}-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ глибині 3 см.

Стосовно України найчастіше використовується в оперативній роботі метод В.М. Лічикакі (1971), якій вважав, що морозостійкість озимих культур залежить, головним чином, від температурних умов в період проходження другої фази загартування. Чим більша сума негативних температур набирається за цей період, тим вища морозостійкість. Тому В.М. Лічикакі запропонував визначати критичну температуру по сумі середніх за добу температур повітря (при відсутності снігового покриву або при невеликому сніговому покриві з висотою не більше 2-3 см) або по сумі негативних температур ґрунту на глибині вузла кущіння (при наявності снігу вище 2-3 см). Визначення критичної температури вимерзання проводиться за даними табл 1.

Визначення динаміки морозостійкості озимини впродовж зимового періоду В.М. Лічикакі запропонував проводити за розробленими залежностями між ($T_{кр}$) та ($t_{вуз}$).

Ці залежності для добре розвинених посівів визначаються нелінійними рівняннями. Для озимої пшениці середньої морозостійкості (сорти типу “Українка”, “Ерітроспермум 15”) рівняння зв’язку буде:

$$T_{кр} = -14,056 + 1,916\bar{t}_{вуз} + 0,172\bar{t}_{вуз}^2, \quad (1)$$

для сортів типу “Одеська 3”, “Одеська 12”:

$$T_{кр} = -13,929 + 2,45\bar{t}_{вуз} + 0,191\bar{t}_{вуз}^2, \quad (2)$$

для озимого жита (“Харківське 55”, ” Харківське 194”, ” Вержбинське”):

$$T_{кр} = -14,00 + 2,65\bar{t}_{вуз} + 0,14\bar{t}_{вуз}^2, \quad (3)$$

для озимого ячменю:

$$T_{кр} = -9,25 + 3,263\bar{t}_{вуз} + 0,488\bar{t}_{вуз}^2, \quad (4)$$

де $\bar{t}_{вуз}$ - середня з мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см, $^{\circ}\text{C}$.

На підставі цих рівнянь В.М. Лічикакі складена шкала визначення $T_{кр}$ табл. 2

Таблиця 1 - Критична температура вимерзання озимини в залежності від температурних умов в період проходження другої фази загартування (згідно з В.М. Лічкакі)

Сума середньодобових температур повітря або мінімальних температур ґрунту на глибині вузла кущіння за період між датами переходу температури повітря через 0 °С і 10 °С	Критична температура вимерзання	
	обчислена за сумою середньодобових температур повітря	обчислена за сумами мінімальних тем-р ґрунту на глибині вузла кущіння
0	-11,0	-13,5
-5	-12,5	-14,5
-10	-13,5	-15,0
-15	-14,5	-16,0
-20	-15,0	-16,5
-25	-15,5	-17,0
-30	-16,0	-17,0
-35	-16,5	-17,5
-40	-17,0	-17,5
-45	-17,5	-18,0
-50	-18,0	-18,0
-55	-18,0	-18,0
-60	-18,5	-18,5
-65	-18,5	-18,5
-70	-19,0	-19,0

Таблиця 2 - Критична температура вимерзання ($T_{кр}$) озимих культур в залежності від середньої з мінімальних температур ґрунту на глибині вузла кущіння ($t_{вuz}$)

Середнє значення мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння	Пшениця з морозостійкістю			жито	ячмінь
	вище середньої	середня	нижче середньої		
0	-14,0	-14,0	-12,0	-14,0	-9,2
-0,6	-15,2	-15,1	-13,1	-15,5	-11,0
-1,2	-16,6	-16,1	-14,1	-16,8	-12,4
-1,8	-17,7	-16,9	-14,9	-18,3	-13,5
-2,4	-18,8	-17,7	-15,7	-19,5	-14,3
-3,0	-19,6	-18,3	-16,3	-20,7	-14,6
-3,6	-20,3	-18,7	-16,7	-21,8	-14,8
-4,2	-20,8	-19,1	-17,1	-22,7	-
-4,8	-21,2	-19,2	-17,2	-23,4	-
-5,4	-21,6	-19,4	-17,4	-24,2	-
-6,0	-22,0	-19,5	-17,5	-24,9	-

1.3.2 Визначення мінімальної температури ґрунту на глибині залягання вузла кущіння

Найважливішим інтегральним агрометеорологічним показником, що характеризує умови перезимівлі, є мінімальна величина температури ґрунту на глибині залягання вузла кущіння у злаків 3 см. Цей показник відображає комплексний вплив температури повітря та снігового покриву на ґрунт і служить об'єктивною характеристикою стану верхнього шару ґрунту та зимуючих рослин. Вивчення температурного режиму ґрунту на глибині залягання вузла кущіння було розпочато за пропозицією Українського НДІ зернового господарства у 1932 р. (Куперман Ф.М., Шульгін О.М.).

Систематичні спостереження за температурою ґрунту на цій глибині, на полях з озимими посівами ведуться протягом багатьох десятиліть на мережі метеорологічних станцій України.

В оперативній роботі агрометеорології використовують способи, у яких кількісні залежності визначають статистичним шляхом.

Спосіб Н.В. Перегудова. Мінімальна температура на глибині вузла кущіння визначається в залежності від мінімальної температури повітря (t), висоти (h) та щільності (d) снігового покриву на день розрахунку:

$$y = 1,80 - 0,178h + 0,18 \cdot 10^{-2} h^2 - 0,06 \cdot 10^{-4} h^3 + 0,59t - 1,77 \cdot 10^{-2} th + 1,77 \cdot 10^{-4} th^2 - 0,59 \cdot 10^{-6} th^3. \quad (5)$$

Для визначення шуканої величини зручніше користуватися розрахунковою таблицею (Додаток 1). Потім по таблицях (Додаток 2 та 3) вносяться поправки на середню температуру повітря та щільність снігу за минулу декаду. Поправка (z) на середню висоту снігу за минулу декаду (H) легко вирахувати за формулами:

$$\text{а) для листопаду: } z = 0,02(H-h), \quad (6)$$

$$\text{б) для грудня, січня та лютого: } z = -0,17(H-h), \quad (7)$$

$$\text{в) для березня: } z = 0,42(H-h), \quad (8)$$

де H - висота снігу за попередню декаду.

О.М. Шульгін запропонував визначати температуру на глибині вузла кущіння графічно в залежності від мінімальної температури повітря та висоти снігу (рис. 1).

В.М. Лічкакі запропонував визначати температуру на глибині вузла кущіння за графіком або за складеною за ним (Додаток 4) в залежності від

висоти снігу та температури повітря. Залежності Лічикакі розраховані для території України.

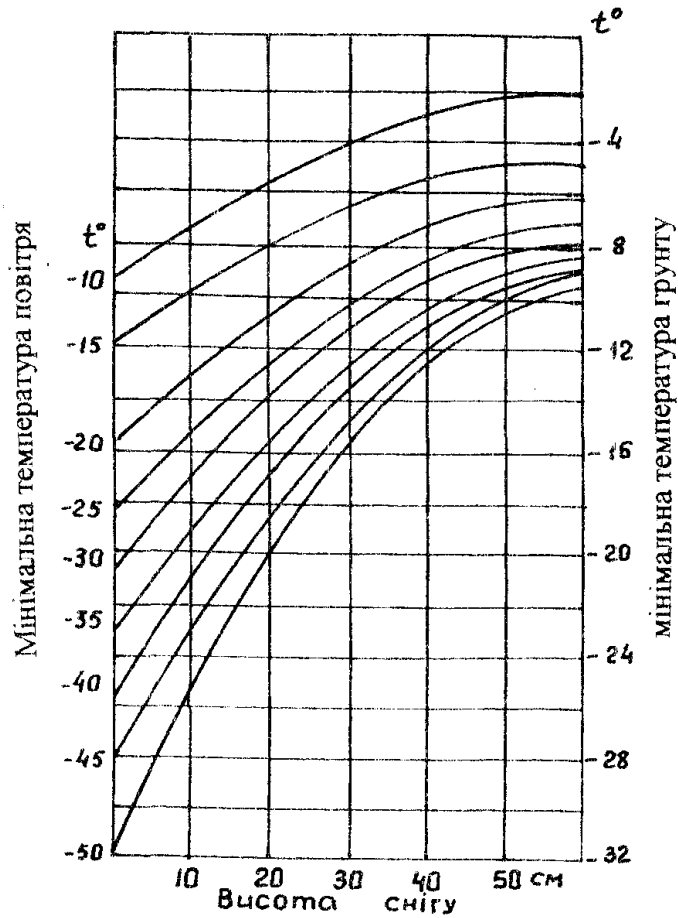


Рис. 1. Залежність мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння від мінімальної температури повітря та висоти снігового покриву.

В.О. Мойсейчик враховувала поряд з впливом на температуру ґрунту на глибині вузла кущіння мінімальної температури повітря (t) і висоти снігового покриву також і вплив попередніх умов, тобто глибину промерзання ґрунту (x). Шукана величина (y) визначається за відповідними рівняннями:

Для висоти снігу:

$$h=5\text{ см} \quad y = 0,64t - 0,07x + 5,2, \quad (9)$$

$$h=10\text{ см} \quad y = 0,15t - 0,06x + 0,48, \quad (10)$$

$$h=15\text{ см} \quad y = 0,17t - 0,06x + 1,9, \quad (11)$$

$$h=20\text{ см} \quad y = 0,12t - 0,05x + 1,56. \quad (12)$$

За відсутності снігового покриву запропоновані такі рівняння: при глибині промерзання ґрунту менше 30 см:

$$y = 0,76t + 2,88, \quad (13)$$

при глибині промерзання ґрунту 30-60 см:

$$y = 0,81t + 0,26. \quad (14)$$

Прискорення розрахунків проводиться за допомогою графічних залежностей (рис. 2 та 3), отриманих за цими рівняннями (9-14).

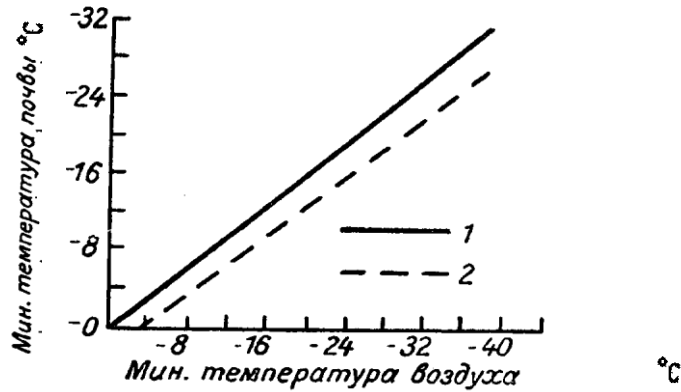


Рис. 2 . Залежність мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см від мінімальної температури повітря за відсутності снігового покриву і промерзання ґрунту: більше 30 см (1) і менше 30 см (2).

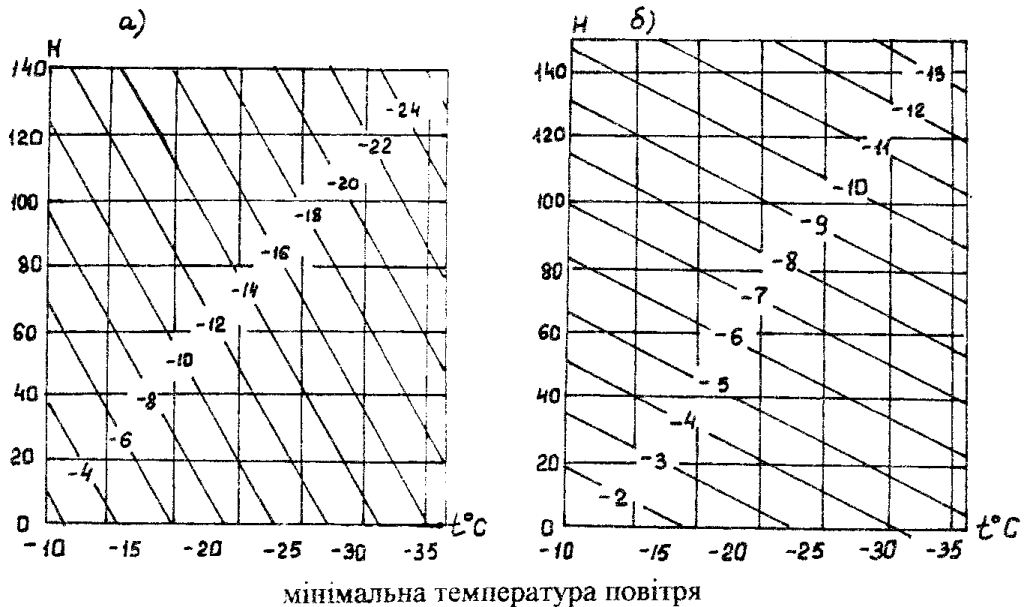


Рис. 3. Залежність мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см від мінімальної температури повітря і глибини промерзання ґрунту за висоти снігового покриву: 5 см (а) і 10 см (б).

Для кількісної оцінки умов вимерзання та визначення його періодів проводиться за допомогою запропонованого В.М. Лічкакі коефіцієнта морозонебезпечності (K). Він визначається як співвідношення мінімальної (абсолютний мінімум) температури ґрунту на глибині вузла кушіння ($t_{\text{вуз}}$) до критичної температури вимерзання ($T_{\text{кр}}$), тобто:

$$K = t_{\text{вуз}} / T_{\text{кр}}, \quad (15)$$

На підставі цього рівняння складена шкала загибелі озимини в залежності від величини коефіцієнта морозонебезпечності (табл. 3). Як виходить з табл. 3, чим нижче K , тим сприятливіші умови перезимівлі, та, навпаки, при зростанні значень K зростає ймовірність загибелі озимих культур від вимерзання.

Таблиця 3 - Коефіцієнт морозонебезпечності (K) і відповідний йому ступінь загибелі озимих (пшениці і ячменю) культур (M , %)

К			М
жито озиме	пшениця озима	ячмінь озимий	
0,55 - 0,79	0,55 - 0,75	0,45 - 0,68	1 – 20
0,80 - 0,95	0,76 - 0,87	0,69 - 0,79	21 – 40
0,96 - 1,06	0,88 – 0,96	0,80 - 0,88	41 – 60
$\geq 1,07$	$\geq 0,97$	$\geq 0,89$	≥ 61

1.3.3 Визначення ступеню зрідженості посівів озимих культур

Часта загибель озимих від вимерзання в суворі зими є головною перешкодою для розширення їх площ за деякими регіони країни. Під час похолодання мінімальна температура на глибині вузла кушіння озимих стає нижче критичної температури вимерзання та рослини ушкоджуються або повністю гинуть.

В.О. Мойсейчик та В.О. Шавкуною встановлено, що наслідок перезимівлі (ступінь зрідженості посівів) озимої пшениці та жита визначається в залежності від мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см та міри розвитку озимих восени.

Авторами розроблені таблиці визначення зрідженості посівів (%) в залежності від фази розвитку, сорту та коефіцієнта кушіння для озимої пшениці (табл. 4) та жита озимого (табл. 5).

Отримані залежності дозволили В.О. Мойсейчик встановити, що за відсутності інших причин пошкодження перезимівля озимої пшениці проходить добре за мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кушіння вище - 10°C. Задовільний стан озимих посівів (зрідженість 30% для

слаборозвинених з осені посівів та 50 % для добре розвинених) забезпечується відповідно: для пшениці сорту Безоста 1 при -15...- 18 °С, для пшениці Миронівська 808 при -17...-19 °С. При нижчих значеннях температури зрідженість значно збільшується.

Таблиця 4 - Зрідженість (%) посівів озимої пшениці в залежності від мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см і міри розвитку рослин восени

Сорт	Фаза розвитку	Пороги мінімальної температури ґрунту, °С										
		-5	-10	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	
Безоста 1	сходи -											
	3-й лист кущіння	0	12	30	40	50	100	100	100	100	100	100
Миронівська 808	сходи -											
	3-й лист кущіння	0	4	12	18	25	50	100	100	100	100	100
	сходи -	0	8	25	30	35	50	70	100	100	100	100
	3-й лист кущіння	0	4	8	10	15	30	50	75	95	100	100

Таблиця 5 - Зрідженість (%) посівів озимого жита сортів Саратовське-1, Саратовське-4, Саратовське крупнозернисте від мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння та розвитку рослин восени

Коефіцієнт кущіння (<i>k</i>)	Мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см, °С							
	-10	-15	-20	-21	-22	-23	-24	-25
1	8	9	28	34	40	46	56	65
2	4	5	24	30	37	44	52	62
3	2	3	22	30	35	42	50	59
4	2	2	21	27	34	41	50	58
5	2	2	22	28	35	42	50	59

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Порядок виконання практичної роботи.

1. Визначити свій варіант за номером залікової книжки (якщо остання цифра 0 або 1 – I варіант, якщо остання цифра 2 або 3 – II варіант, якщо остання цифра 4 або 5 – III варіант, якщо остання цифра 6 або 7 – IV варіант, якщо остання цифра 8 або 9 – V варіант) та підготувати дані (Додаток А)

2. Визначити період активної вегетації озимих культур, вважаючи таким: а) період від дати посіву до припинення вегетації; б) період обмежений датами сталого переходу температури повітря через 15 і 5°C (у південних районах через 3°C).

3. Підрахувати за період осінньої вегетації суму ефективних температур повітря вище 5°C та ГТК. Провести аналіз термічних умов і умов зволоження в окремі періоди розвитку озимих і в цілому протягом періоду осінньої вегетації (температура повітря, сума ефективних температур, запаси продуктивної вологи в ґрунті, ГТК). Результати занести в таблицю А 1.

4. Знайти дати переходу температури повітря через 15, 7, 5, 3, 0, -10°C.

5. Визначити тривалість та умови проходження озимими рослинами I та II фаз загартовування. При цьому періодом проходження рослинами I фази загартовування слід вважати період, обмежений датами стійкого переходу температури повітря через 7 і 0 °C, а II фази загартовування - через 0 і -10 °C.

6. Визначити мінімальну температуру ґрунту на глибині вузла кушіння використовуючи метод В.М. Лічкакі ($T_{\text{ВУЗ1}}$) (Додаток Б, табл. Б 1) та метод О.М. Шульгіна ($T_{\text{ВУЗ2}}$) (рис. 1 або Додаток Б, табл. Б 2 та Б 3). Результати занести в таблицю А 1. Порівняти отриманні дані з фактичними.

7. Визначити критичну температуру вимерзання озимини використовуючи методику В.М. Лічкакі. З початку за шкалою (табл. 1) визначаємо $T_{\text{кр}}$ в залежності від агрометеорологічних умов періоду проходження рослинами II фази загартовування. Далі визначити динаміку мінливості $T_{\text{кр}}$ по декадам зимового періоду в залежності від середньої з мінімальних температур ґрунту на глибині вузла кушіння (табл. 2). Середня $t_{\text{ВУЗ}}$ розраховується за період від переходу температури повітря через 0 °C до розрахункової декади шляхом підсумовування її декадних величин та розподілу на число декад. Для слаборозвинених і перерослих рослин рекомендується розраховане значення $T_{\text{кр}}$ підвищити на 2...3 °C. Результати занести в таблицю А 1.

8. Використовуючи вище проведені розрахунки, виділити декади (періоди), в які можливе вимерзання озимих культур шляхом порівняння $T_{\text{кр}}$ та $t_{\text{ВУЗ}}$.

9. Обчислити коефіцієнт морозонебезпеки K (рівняння 15) і потім за шкалою В.М. Лічкакі (табл. 3) визначити загибель озимих культур (M , %) залежно від цієї величини. При використанні K необхідний аналіз факторів,

не врахованих цим методом, тобто: висоти та тривалості залягання снігу, відлиг, наявності крижаної кірки, застою води тощо. Результати занести в таблицю А 1.

10. Визначити зрідженість (U, %) озимих культур використовуючи табл. 4 та табл.5. Результати занести в таблицю А 1.

11. Скласти агрометеорологічний текст. У ньому дати докладний аналіз умов осіннього періоду вегетації озимих культур, проходження ними фаз загартовування та дати агрометеорологічне обґрунтування терміну сівби. Проаналізувати умови зимового періоду, стан озимих перед виходом у зиму, їх морозостійкість протягом усього зимового періоду. Звернути особливу увагу на різкі зниження температури та відлиги. Вказати декади (періоди), в які можливе вимерзання і на якій площі, періоди сприятливі для перезимівлі та стану озимих культур на час відновлення вегетації.

На підставі проведених агрометеорологічних досліджень умов вимерзання вказати можливі рекомендації сільськогосподарським організаціям на необхідність підготовки до сівби або пересіву озимини.

3. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Назвіть причини, що спричиняють пошкодження та загибель озимих культур при перезимівлі.

2. Які метеорологічні фактори визначають перезимівлю озимих культур?

3. Чому мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см є головним метеорологічним фактором у результаті перезимівлі озимини?

4. Як визначається мінімальна температура на глибині вузла куштиння?

5. Назвіть фази загартовування озимих культур та їх роль у перезимівлі.

6. Що називають агрокліматичним показником умов перезимівлі та які метеорологічні фактори використовуються при його розрахунках?

7. Як розрахувати зрідженість посівів озимих культур?

8. Що таке критична температура вимерзання рослин та від яких факторів залежить її значення?

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Рослинництво : підручник / Базалій В. В., Зінченко О. І., Лавриненко Ю. О. та ін. Херсон : ФОП Грінь Д. С., 2015. 520 с.
2. Нетіс І. Т. Характер осені та посіви озимої пшениці : монографія. Херсон : Айлант, 2004. 152 с.
3. Агробіологічний контроль за станом посівів озимих зернових культур та озимого ріпаку під час осінньо-зимової вегетації : метод. рек. / Ін-т сільського господарства Західного Полісся НААН; від. за вип. М. М. Лук'янчик. Рівне : [Б. в.], 2012. 18 с.
4. Практикум з сільськогосподарської метеорології : навчальний посібник / Польовий А. М., Божко Л. Ю., Ситов В. М., Ярмольська О. Є. Одеса, 2002. 400 с.

Додаткова

1. Мединець В.Д. Погляд на витривалість озимих культур та їх сортів до зимових стресорів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2006. №1. С. 5-10.
2. Мединець В.Д. Практичні здобутки теорії екологічного ефекту часу відновлення весняної вегетації зимуючих рослин. *Вісник Полтавського державного с.-г. інституту*. 1999. № 2. С. 4-10.
3. Федорова Н.А. Зимостійкість і врожайність озимої пшениці. Київ : Урожай, 1972. 260 с.
4. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. Київ : Укрфітосоц-центр, 2001. 391 с.
5. Божко Л.Ю. Оцінка впливу екстремальних явищ на продуктивність сільськогосподарських культур : навчальний посібник. Одеса, 2013. 238с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Варіант 1

Таблиця А 1 – Агрометеорологічна оцінка умов перезимівлі посівів пшениці озимої (сорт Волошкава) в районі станції Овруч Житомирської області (2011-2012 рр.)

Сівба – 10.09, сходи – 18.10, припинення вегетації – 6.11, відновлення вегетації – 22.03 НВ ₀₋₁₀₀ – 204 мм, НВ ₀₋₅₀ – 109 мм, НВ ₀₋₂₀ – 42																					
	вересень			жовтень			листопад			грудень			січень			лютий			березень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T, °C	14,7	15,0	12,3	11,2	4,6	2,6	4,0	-0,2	2,3	2,6	2,4	-0,3	0,1	-3,3	-9,4	-16,7	-14,4	-0,6	-3,0	4,1	4,8
T _{max} , °C	26,5	26,3	25,6	23,5	16,3	12,6	13,1	4,2	7,6	14,5	7,9	8,8	5,5	3,6	1,2	-9,2	-1,0	5,5	4,8	19,4	16,6
T _{min} , °C	7,1	4,1	1,9	0,6	-4,4	-4,8	-4,2	-7,2	-4,2	-4,3	-4,8	-9,5	-6,8	-18,1	-21,1	-29,7	-30,1	-9,2	-12,8	-4,8	-1,3
ΣR, мм	12	0	9	8	8	0	1	4	3	14	31	1	3	28	11	45	3	18	16	4	19
ГТК																					
ΣT _{сф}																					
ЗПВ 0-10	10	5	3	5	10	10															34
0-20	19	11	8	15	21	21															66
0-50						71															151
0-100						172															251
H, мм										1	1	4	8	16	19	47	42	15	19	4	
Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння																					
Фактична								-3,7	-1,1	-1,3	-0,7	-0,9	-2,2	-1,5	-6,4	-5,6	-6,4	-2,3	-4,4	-3,1	
T _{вуз(1)}																					
T _{вуз(2)}																					
T _{кр}																					
K																					
M, %																					
U, %																					

Варіант 2

Таблиця А 1 – Агromетeорологічна оцінка умов перезимівлі посівів жита озимого (сорт Сівeрське) в районі станції Олевськ Житомирської області (2011-2012 рр.)

Сівба –9.10, сходи – 04.11, припинення вегетації – 6.11, відновлення вегетації – 22.03, НВ ₀₋₁₀₀ – 251 мм, НВ ₀₋₅₀ –136 мм, НВ ₀₋₂₀ – 57 мм																					
	вересень			жовтень			листопад			грудень			січень			лютий			березень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T, °C	14,0	14,9	12,0	11,4	4,7	2,3	4,6	-0,4	2,4	3,0	2,4	-0,2	0,6	-2,8	-8,7	-16,3	-12,9	-0,3	-2,7	4,5	5,4
T _{max} , °C	23,7	26,6	25,4	23,2	14,4	11,8	13,5	3,5	7,9	14,3	7,8	7,8	6,4	4,9	1,5	-8,0	2,6	6,4	4,0	19,5	16,7
T _{min} , °C	3,8	1,9	0,4	-1,7	-5,5	-5,2	-3,6	-8,7	-5,1	-3,0	-5,6	-6,3	-6,6	-12,2	-20,6	-29,1	-30,8	-6,7	-14,9	-2,8	-2,1
ΣR, мм	8	1	7	4	19	1	1	3	2	12	38	4	6	27	9	30	3	19	15	10	16
ЗПВ 0-10	7	2	2	2	10	9															20
0-20	17	8	6	6	21	16															40
0-50						37															91
0-100						84															175
H, мм											4	6	10	17	42	35	14	8			
Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушніня																					
Фактична								-4,2	-3,1	-2,1	-1,0	-1,7	-3,0	-1,6	-3,7	-5,0	-4,6	-2,2	-5,1	-1,7	0
T _{вуз(1)}																					
T _{вуз(2)}																					
T _{кр}																					
K																					
M, %																					
U, %																					

Варіант 3

Таблиця А 1 – Агromетeологiчна оцiнка умов перезимiвлi посiвiв пшеницi озимої (сорт Полiська 90) в районi станцiї Овруч Житомирської облacтi (2015-2016 рр.)

Сiвба – 3.10, сходи – 26.10 3-й листок – 20.11, припинення вегетацiї – 29.12, вiдновлення вегетацiї – 8.03 , НВ ₀₋₁₀₀ – 204 мм, НВ ₀₋₅₀ – 109 мм, НВ ₀₋₂₀ – 42 мм																					
	вересень			жовтень			листопад			грудень			сiчень			лютий			березень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T, °C	16,8	17,0	15,1	7,5	5,6	4,8	4,8	6,4	0,3	2,6	1,5	0,8	-10,0	-4,0	-2,9	1,6	1,3	1,7	4,2	2,3	3,1
T _{max} , °C	36,0	32,0	28,8	24,0	15,1	11,3	12,4	12,0	5,7	9,8	8,7	11,1	0,6	3,0	7,6	9,0	9,2	9,3	16,0	10,7	14,6
T _{min} , °C	6,1	8,0	4,6	-4,2	-4,8	-4,0	-3,5	0,1	-6,1	-2,8	-4,8	-13,4	-19,9	-12,4	-15,0	-5,0	-4,0	-4,7	-2,3	-4,5	-3,7
ΣR, мм	13	7	6	0	18	44	15	19	25	6	12	16	5	25	22	4	40	29	25	11	8
ЗПВ 0-10	5	1	6	2	1	23	25									27				25	26
0-20	9	3	10	6	4	43	46									52				48	52
0-50						88										113				120	128
0-100						142										180				203	216
H, мм													2	13	15		2	1	1		
Мiнiмальна температура ґрунту на глибинi вузла куцiння																					
Фактична								0,0	-1,7	-0,3	-1,7	-4,6	-12,3	-8,8	-4,7	-2,2	-1,7	-1,5	-1,1	0	0
T _{вуз} (1)																					
T _{вуз} (2)																					
T _{кр}																					
K																					
M, %																					
U, %																					

Варіант 4

Таблиця А 1 – Агрометеорологічна оцінка умов перезимівлі посівів пшениці озимої (сорт Дарунок Полісся) в районі станції Житомир Житомирської області (2015-2016 рр.)

Сівба – 21.09, сходи – 30.09 3-й листок – 20.10, припинення вегетації – 29.12 , відновлення вегетації – 8.03, НВ ₀₋₁₀₀ – 208 мм, НВ ₀₋₅₀ – 106 мм, НВ ₀₋₂₀ – 42 мм																					
	вересень			жовтень			листопад			грудень			січень			лютий			березень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Т, °С	17,5	18,0	15,7	8,8	6,2	5,7	5,3	7,1	0,8	2,7	1,5	2,2	-9,2	-3,2	-2,6	2,0	2,6	3,1	5,4	2,5	4,1
Т _{max} , °С	36,0	32,6	28,6	23,3	15,5	11,5	13,8	13,0	6,2	9,2	7,6	12,0	1,0	4,2	8,2	9,2	11,2	12,4	14,6	10,6	16,0
Т _{min} , °С	4,9	8,4	6,7	-5,5	-6,0	-5,0	-3,0	0,0	-5,0	-1,7	-6,9	-11,7	-19,3	-11,9	-20,4	-3,5	-3,0	-3,4	-1,1	-5,7	-4,2
ΣR, мм	18	8	6	0	21	26	18	34	34	13	12	6	9	35	23	3	31	24	11	5	10
ЗПВ 0-10			10	9	8	26	30									32				24	23
0-20			19	17	15	47	51									57				44	43
0-50						78										121				113	107
0-100						138										224				236	222
Н, мм													6	11	7						
Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння																					
Фактична								0,0	-0,5	0,5	0,2	-5,5	-10,0	-2,0	-3,0	-0,5	-0,5	-0,2	0		
Т _{вуз(1)}																					
Т _{вуз(2)}																					
Т _{кр}																					
К																					
М, %																					
U, %																					

Варіант 5

Таблиця А 1 – Агрометеорологічна оцінка умов перезимівлі посівів жита озимого (сорт Сіверське) в районі станції Олевськ Житомирської області (2015-2016 рр.)

Сівба – 2.10, сходи – 24.10 3-й листок – 24.12, припинення вегетації – 29.12 , відновлення вегетації – 8.03, НВ ₀₋₁₀₀ – 251 мм, НВ ₀₋₅₀ – 136 мм, НВ ₀₋₂₀ – 57 мм																					
	вересень			жовтень			листопад			грудень			січень			лютий			березень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Т, °С	16,0	17,0	14,1	6,7	5,4	5,1	4,7	6,9	0,4	2,8	1,4	1,6	-9,6	-3,8	-2,0	2,4	2,4	2,2	4,3	2,3	3,3
Т _{max} , °С	36,1	28,8	27,5	22,5	13,9	12,1	12,6	12,8	6,4	9,6	8,7	11,1	0,8	3,4	8,7	9,1	13,7	11,3	11,6	10,6	14,4
Т _{min} , °С	4,2	7,6	1,2	-7,6	-7,0	-4,5	-4,6	0,2	-6,7	-2,0	-8,0	-13,4	-21,0	-12,5	-18,2	-2,7	-1,8	-5,0	-1,7	-5,4	-5,6
ΣR, мм	40	17	29	0	9	28	21	35	29	8	21	14	5	17	24	8	33	21	15	12	14
ЗПВ 0-10	22	13	11	10	5	21	24									33				16	14
0-20	43	27	25	24	12	41	49									55				32	28
0-50						75										100				75	67
0-100						122										158				175	161
Н, мм														3	8		1				
Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла куціння																					
Фактична								0,0	-2,2	-0,1	-2,6	-6,6	-15,6	-9,8	-4,0	-1,4	-1,3	-1,0	-0,4		
Т _{вуз(1)}																					
Т _{вуз(2)}																					
Т _{кр}																					
К																					
М, %																					
U, %																					

ДОДАТОК Б

Таблиця Б 1 – Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушіння в залежності від середньодобової (середньої за декаду) температури повітря та висоти снігового покриву

Середня температура повітря, °С	Висота снігового покриву, см															
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
-1	-0,6	-0,5	-0,4	-0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2	-1,3	-1,2	-1,1	-0,8	-0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4	-3,0	-2,7	-2,0	-1,1	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
-6	-4,8	-4,3	-3,8	-3,3	-2,6	-2,0	-1,8	-1,7	-1,5	-1,4	-1,3	-1,2	-1,2	-1,0	-1,0	-1,0
-8	-5,6	-5,9	-5,2	-4,5	-3,8	-3,6	-2,8	-2,7	-2,6	-2,4	-2,2	-2,1	-2,0	-2,0	-2,0	-1,9
-10	-8,2	-7,4	-6,6	-5,8	-4,5	-4,1	-3,9	-3,8	-3,0	-2,9	-2,8	-2,8	-2,7	-2,7	-2,7	-2,6
-12	-10,	-9,0	-8,0	-7,0	-6,1	-5,1	-4,9	-4,8	-4,6	-4,3	-4,0	-3,8	-3,7	-3,5	-3,5	-3,4
-14	-11,7	-10,5	-9,4	-8,4	-7,2	-6,2	-6,0	-5,9	-5,6	-5,2	-4,8	-4,7	-4,6	-4,5	-4,3	-4,2
-16	-13,7	-12,0	-10,7	-9,4	-8,3	-7,2	-7,0	-6,9	-6,7	-6,1	-5,7	-5,6	-5,5	-5,3	-5,2	-5,1
-18	-15,2	-13,7	-13,2	-10,9	-9,6	-8,3	-8,1	-8,0	-7,6	-7,1	-6,6	-6,4	-6,3	-6,1	-6,0	-5,8
-20	-16,9	-15,2	-13,5	-12,7	-10,8	-9,3	-9,1	-9,0	-8,6	-8,1	-7,6	-7,3	-7,2	-7,0	-6,9	-6,7
-22	-18,5	-16,7	-15,0	-13,4	-11,9	-10,4	-10,2	-10,1	-9,7	-8,5	-8,2	-8,1	-7,9	-7,6	-7,3	-7,2
-24	-20,3	-18,3	-16,4	-14,6	-13,0	-11,4	-11,2	-11,1	-10,0	-9,3	-9,1	-9,1	-9,0	-8,9	-8,7	-8,4
-26	-22,0	-19,9	-17,8	-15,9	-14,0	-12,4	-12,3	-12,2	-11,7	-11,0	-10,2	-10,0	-9,9	-9,7	-9,4	-9,2
-28	-23,8	-21,5	-19,2	-17,1	-15,3	-13,5	-13,3	-13,2	-12,8	-11,9	-11,1	-10,9	-10,7	-10,5	-10,2	-10,0
-30	-25,0	-23,1	-20,6	-18,4	-16,5	-14,5	-14,1	-14,0	-13,8	-12,9	-12,0	-11,8	-11,6	-10,9	-10,7	-10,6

Таблиця Б 2 – Температура ґрунту на глибині вузла кущіння в залежності від мінімальної температури повітря та висоти снігового покриву

T _{min} , °C	Висота снігового покриву, см																			
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
-10	-10	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1
-12	-12	-5,3	-5,1	-5,0	-4,9	-4,8	-4,7	-4,6	-4,6	-4,5	-4,4	-4,3	-4,3	-4,3	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2
-14	-14	-6,5	-6,2	-5,9	-5,7	-5,5	-5,3	-5,2	-5,0	-4,9	-4,8	4,6	-4,6	-4,5	-4,4	-4,3	-4,3	-4,3	-4,3	-4,2
-16	-16	-7,6	-7,2	-6,9	-6,5	-6,2	-5,9	-5,7	-5,4	-5,2	-5,1	4,9	-4,8	-4,6	-4,5	-4,4	-4,4	-4,4	-4,3	4,3
-18	-18	-8,8	-8,3	-7,8	-7,4	-6,9	-6,5	-6,2	-5,9	-5,6	-5,4	-5,2	-5,0	-4,8	-4,7	-4,5	-4,4	-4,4	-4,4	-4,3
-20	-20	-10,0	-9,3	-8,7	-8,1	-7,6	-7,1	-6,7	-6,3	-6,0	-5,7	-5,4	-5,2	-5,0	-4,8	-4,6	-4,5	-4,4	-4,3	-4,3
-22	-22	-11,2	-10,4	-9,6	-8,9	-8,3	-7,7	-7,2	-6,8	-6,4	-6,0	-5,7	-5,4	-5,1	-4,9	-4,7	-4,6	-4,5	-4,4	-4,3
-24	-24	-12,3	-11,4	-10,5	-9,7	-9,0	-8,3	-7,7	-7,2	-6,7	-6,3	-5,9	-5,6	-5,3	-5,1	-4,8	-4,7	-4,5	-4,4	-4,3
-26	-26	-13,5	-12,4	-11,5	-10,5	-9,7	-9,0	-8,3	-7,6	-7,1	-6,6	-6,2	-5,8	-5,5	-5,2	-4,9	-4,7	-4,6	-4,5	-4,4
-28	-28	-14,7	-13,5	-12,4	-11,3	-10,4	-9,6	-8,8	-8,1	-7,6	-6,9	-6,4	-6,0	-5,6	-5,3	-5,0	-4,8	-4,6	-4,5	-4,4
-30	-30	-15,9	-14,5	-13,3	-12,1	-11,1	-10,2	-9,3	-8,5	-7,8	-7,2	-6,7	-6,2	-5,8	-5,4	-5,1	-4,9	-4,7	-4,5	-4,4
-32	-32	-17,1	-15,6	-14,2	-13,0	-11,8	-10,8	-9,8	-9,0	-8,2	-7,5	-6,9	-6,4	-6,0	-5,6	-5,2	-5,0	-4,7	4,6	-4,4
-34	-34	-18,2	-16,6	-15,1	-13,8	-12,5	-11,4	-10,3	-9,4	-8,6	-7,8	-7,2	-6,6	-6,1	-5,7	-5,3	-5,0	-4,8	-4,6	-4,5
-36	-36	-19,4	-17,7	-16,0	-14,6	-13,2	-12,0	-10,7	-9,8	-9,0	-8,1	-7,4	-6,8	-6,3	-5,8	-5,4	-5,1	-4,9	-4,6	-4,5

Таблиця Б 3 – Поправка на середньодобову температуру повітря за попередню декаду

T _{min} , °C	Середньодобова температура повітря за попередню декаду																			
	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-22	-24	-26	-28	-30	-32	-34	-36	-40
-10	-10	2,6	2,0	1,5	1,0	0,5	-0,1	-0,6	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,8	-4,3	-4,8	-5,3	-5,9	-6,4	-6,9
-12	-12	2,8	2,3	1,8	1,3	0,7	0,2	-0,3	-0,8	-1,4	-1,9	-2,4	-2,9	-3,5	-4,0	-4,5	-5,0	-5,6	-6,1	-6,5
-14	-14	3,1	2,6	2,1	1,5	1,0	0,5	0,0	-0,6	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,7	-4,2	-4,8	-5,3	-5,8	-6,3
-16	-16	3,4	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,2	-0,3	-0,8	-1,3	-1,9	-2,4	-2,9	-3,4	-4,0	-4,5	-5,0	-5,5	-6,1
-18	-18	3,7	3,2	2,6	2,1	1,6	1,1	0,5	0,0	-0,5	-1,0	-1,6	-2,1	-2,6	-3,1	-3,7	-4,2	-4,7	-5,3	-5,8
-20	-20	4,0	3,4	2,9	2,4	1,9	1,3	0,8	0,3	-0,2	-0,7	-1,3	-1,8	-2,3	-2,9	-3,4	-3,9	-4,5	-5,0	-5,5
-22	-22	4,2	3,7	3,2	2,7	2,1	1,6	1,1	0,6	0,0	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,6	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2
-24	-24	4,5	4,0	3,5	3,0	2,4	1,9	1,4	0,8	0,3	-0,2	-0,7	-1,2	-1,8	-2,3	-2,8	-3,4	-3,9	-4,4	-4,9
-26	-26	4,8	4,3	3,8	3,2	2,7	2,2	1,7	1,1	0,6	0,1	-0,4	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5	-3,1	-3,6	-4,1	-4,7
-28	-28	5,1	4,6	4,0	3,5	3,0	2,5	1,9	1,4	0,9	0,4	-0,2	-0,7	-1,2	-1,7	-2,3	-2,8	-3,3	-3,8	-4,4
-30	-30	5,4	4,8	4,3	3,8	3,3	2,7	2,2	1,7	1,2	0,6	0,1	-0,4	-0,9	-1,5	-2,0	-2,5	-3,0	-3,6	-4,1
-32	-32	5,7	5,1	4,6	4,1	3,6	3,0	2,5	2,0	1,5	0,9	0,4	-0,1	-0,6	-1,2	-1,7	-2,5	-2,8	-3,3	-3,8
-34	-34	5,9	5,4	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,2	-0,4	-0,9	-1,4	-1,9	-2,5	-3,0	-3,5
-36	-36	6,2	5,7	5,2	4,6	4,1	3,6	3,1	2,5	2,0	1,5	0,9	0,4	-0,1	-0,6	-1,1	-1,7	-2,2	-2,7	-3,2
-38	-38	6,4	6,0	5,5	4,9	4,4	3,9	3,4	2,8	2,3	1,8	1,2	0,7	0,2	-0,3	-0,9	-1,4	-1,9	-2,4	-3,0
-40	-40	6,8	5,3	5,7	5,2	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	-0,6	-1,1	-1,6	-2,1	-2,7