



А.О. РОЖКОВ

ПШЕНИЦЯ ОЗИМА:

**ОНТОГЕНЕЗ, СУЧАСНІ ПІДХОДИ
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ**

МІНІСТРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

А.О. Рожков

ПШЕНИЦЯ ОЗИМА:

ОНТОГЕНЕЗ, СУЧАСНІ ПІДХОДИ
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Монографія

Харків
ДБТУ
2024

УДК 631.11"324":631.5:631.8](02.064)

Р68

Рецензенти:

Л.М. Карпук, д-р с.-г. наук, професор кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства Білоцерківського національного аграрного університету;

О.І. Поляков, д-р с.-г. наук, ст. наук. співробітник, завідувач відділу агротехнології та впровадження Інституту олійних культур НААН України;

Г.І. Яровий, д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри плодоовочівництва і зберігання продукції рослинництва Державного біотехнологічного університету.

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради
Державного біотехнологічного університету
(протокол № 12 від 24 травня 2024 р.)

Рожков А.О.

Р68 Пшениця озима: онтогенез, сучасні підходи технології вирощування: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 131 с.

У монографії визначено закономірності процесів росту й розвитку рослин пшениці озимої, розглянуто традиційні та сучасні концептуальні підходи до диференціації їх індивідуального розвитку, без розуміння яких у сучасних умовах не можливо ефективно вирішувати завдання з підвищення врожайності зерна й отримувати високі показники економічної ефективності.

Ураховуючи кліматичні зміни, широкий асортимент сучасних добрив, препаратів для активації ростових процесів, засобів захисту рослин, а також упровадження у виробництво нових сортів пшениці озимої, у монографії значну увагу приділено технологічним аспектам її вирощування, запропоновано сучасні інноваційні рішення.

Монографія розрахована на викладачів, аспірантів, магістрів і бакалаврів агрономічних факультетів закладів вищої освіти, наукових співробітників, спеціалістів сільського господарства.

УДК631.11"324":631.5:631.8](02.064)

ISBN

© Рожков А.О., 2024.

© Державний біотехнологічний університет, 2024.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИН ПШЕНИЦІ	8
1.1. Стадійний підхід до диференціації онтогенезу пшениці.....	11
1.2. Фенологічний підхід до поділу онтогенезу пшениці...	16
1.2.1. Традиційний підхід до виділення фенологічних фаз росту зернових культур.....	16
1.2.2. Інші підходи до диференціації онтогенезу рослин пшениці на підставі їх морфологічних змін.....	24
1.3. Органотворчий підхід до поділу онтогенезу пшениці	33
1.4. Теоретичне обґрунтування закономірностей закладання і формування головного та бічних стебел пшениці.....	45
2. АСПЕКТИ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	50
2.1. Сучасні підходи до визначення строків сівби та глибини загортання насіння.....	50
2.2. Оптимальний стан рослин пшениці озимої перед перезимівлею.....	54
2.3. Групи сортів пшениці озимої за гормональним типом	56
2.4. Хвороби та шкідники пшениці озимої в осінній період. Механізми боротьби з ними.....	59
2.5. Роль біостимуляторів для обробки насіння.....	64
2.6. Ключові аспекти живлення пшениці озимої.....	67
2.7. Алгоритм дій за різних сценаріїв сівби пшениці.....	77
2.8. Контроль бур'янів в осінній період.....	81
2.9. Варіанти внесення добрив протягом весняно-літньої вегетації посівів пшениці озимої.....	82
2.10. Система догляду за посівами пшениці озимої протягом весняно-літнього періоду.....	88
2.10.1. Догляд за посівами в період T ₁	

(31-32-га мікрофази – початок трубкування).....	88
2.10.2. Догляд за посівами в період T_2 (37-45-та мікрофази).....	108
2.10.3. Догляд за посівами в періоди T_3 і T_4	118
2.11. Збирання врожаю.....	122
Список використаних джерел.....	127

ВСТУП

Пшениця озима – головна зернова культура України. Нею зайнято понад 20 % посівних площ ріллі. До 2022 р. щорічні посівні площі пшениці озимої становили 6,1–6,7 млн га, а валові збори – від 22,0 млн т до 28,9 млн т. Аналіз середньої врожайності зерна пшениці озимої за минулі десять років не демонструє позитивної динаміки її підвищення, а її варіювання за роками – від 3,73 т/га у 2018 р. до 4,78 т/га у 2023 р., – зумовлено насамперед погодними умовами, а саме кількістю опадів. Зокрема, вища порівняно з іншими роками врожайність зерна пшениці озимої в 2021 і 2023 рр. – 4,3 і майже 4,8 т/га відповідно – пов'язана насамперед із більшою кількістю опадів у ці роки у степових і лісостепових районах і відносно рівномірним їх розподілом протягом року. Крім того, у 2023 р. середня врожайність зерна визначалась без урахування значної частини площ Луганської, Донецької, Херсонської і Запорізької областей, а саме в цих областях урожайність зерна пшениці через меншу кількість опадів значно нижча, ніж у західних областях.

Україна сьогодні входить до першої десятки країн світу за валовими зборами зерна пшениці озимої. Проте це досягається не завдяки високій урожайності зерна, а за рахунок значної посівної площі під пшеницею. На жаль, генетичний потенціал зернової продуктивності пшениці озимої сьогодні в нашій країні реалізується в середньому лише на 35–40 %, при цьому у провідних аграрних країнах світу він перевищує 75–80 %.

Для господарських потреб України цілком достатньо 8,0 млн т зерна пшениці на рік. Решта – експортний ресурс. Якщо не змінювати підходів до вирощування, Україна й надалі щороку може експортувати 10–15 млн т зерна пшениці, заробляючи при цьому 2–3 млрд доларів. Однак, якщо почати змінювати технологічні підходи до вирощування, урожайність зерна можна підвищити на 40–50 %, тобто до 6,5–7,0 т/га, що забезпечить збільшення валових зборів до 35–40 млн т. При цьому щороку можна буде експортувати 25–30 млн т на суму 5–6 млрд доларів.

Вирішити це завдання, незважаючи на погодні умови, цілком можливо. Є чимало прикладів, коли в сусідніх господарствах за майже однакових погодних умов середня врожайність зерна пшениці сильно відрізняється. Це доводить, що проблема полягає не лише в несприятливих погодних умовах, але й у технологічних прорахунках.

Загалом, потенціал урожайності зерна пшениці озимої вражає. За розрахунками науковців, теоретично з одного гектара можна збирати понад 20,0 т зерна. І це не фантастика. На сьогодні світовий рекорд урожайності зерна пшениці озимої становить майже 18,0 т/га, точніше – 17,96 т/га. Його встановлено у Великій Британії у 2022 р. Такий результат отримано на інтенсивному сорті гіберелінового (щільноколосового) типу Чемпіон.

Попередній світовий рекорд урожайності зерна пшениці (17,38 т/га) протримався лише два роки, при цьому його вдалося підвищити майже на 0,6 т/га. Ці результати свідчать, по-перше, про колосальний генетичний потенціал зернової продуктивності пшениці озимої; по-друге, про перспективу встановлення нових рекордів урожайності та перетинання планки – 20,0 т/га.

У провідних сільськогосподарських підприємствах України, у тому числі розташованих у районах нестійкого й нестабільного зволоження, отримують 8,0–9,0 т/га зерна пшениці озимої, а кращі фермери провідних аграрних країн ЄС – 10,0–12,0 т/га.

Основна роль у вирішенні питання щодо підвищення врожайності зерна пшениці озимої належить удосконаленню сортової політики та впровадженню інноваційних підходів до технології вирощування, які будуть максимально повно відповідати вимогам сучасних високопродуктивних сортів і базуватися на розумінні закономірностей процесів, що відбуваються в рослинах упродовж виконання генетичної програми їх росту та розвитку.

Під інтенсифікацією та інноваційністю технології вирощування в цьому випадку маємо на увазі не просто збільшення доз мінеральних добрив, засобів захисту рослин, активаторів, стимуляторів росту, антистресантів та ін., а й правильний алгоритм їх застосування, який забезпечує найвищий агрономічний і економічний результат. Зробити це можна, лише знаючи, чого саме, коли і в якій кількості потребують рослини для оптимізації процесів росту та розвитку.

Часи, коли мінеральні добрива, пестициди, стимулятори росту й інші препарати коштували не дуже дорого, скінчилися, при цьому підвищити врожайність зерна без них неможливо. Отже, лише науково обґрунтований підхід, який базується на знанні закономірних змін рослинного організму під час онтогенезу та морфобіологічних особливостей сортів, – єдиний шлях, який дозволить вирішити питання підвищення врожайності зерна, з одного боку, і буде економічно виправданим – з іншого.

У поданій монографії у співставленні з іншими зерновими культурами розкрито закономірності процесів росту й розвитку рослин пшениці озимої, розглянуто традиційні й сучасні концептуальні підходи до диференціації їх індивідуального розвитку, без розуміння яких у сучасних умовах неможливо ефективно вирішувати завдання з підвищення врожайності зерна й отримувати високі показники економічної ефективності.

Ураховуючи кліматичні зміни, широкий асортимент сучасних добрив і препаратів для активації ростових процесів, засобів захисту рослин, а також упровадження у виробництво нових сортів пшениці озимої, які залежно від свого морфобіотипу висувають різні вимоги до живлення, строків сівби, площі живлення й інших складових технології вирощування, у монографії значну увагу приділено технологічним аспектам її вирощування, запропоновано сучасні інноваційні рішення.

Монографія розрахована на викладачів, аспірантів, магістрів і бакалаврів агрономічних факультетів закладів вищої освіти, наукових співробітників, спеціалістів сільського господарства.



1. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИН ПШЕНИЦІ

Онтогенезом називають комплекс послідовних і незворотних морфологічних і структурних змін у рослині, що відбуваються від моменту її виникнення з яйцеклітини на материнській рослині до природної смерті. Протягом онтогенезу відбувається генетично зумовлена функціональна і структурна спеціалізація клітин, тканин і органів. Змінюється зовнішній облік рослин, відношення до екологічних чинників, вимоги до живлення.

Під *ростом рослин* розуміють незворотний процес збільшення розмірів і маси клітин, органів і всього організму, пов'язаний з новоутворенням елементів і структур. Поняття «ріст» відображає параметричні зміни, що супроводжують розвиток організму або його складових частин.

Розвитком рослини вважають незворотні якісні зміни в структурі й функціональній активності рослини та її складових (клітин, органів, тканин) у ході виконання генетичної програми індивідуального розвитку. Якщо цей процес розглядати як

встановлення форми, то він називається *морфогенезом*. Виникнення якісних відмінностей між клітинами, тканинами й органами називають *диференціацією*.

Процеси росту та розвитку рослин пов'язані між собою: ростові зміни спричиняють формування нових структур, тобто розвиток рослин, а розвиток рослин, як правило, супроводжується морфологічними змінами рослинного організму. Проте ріст і розвиток однієї рослини можуть поєднуватися по-різному. Зокрема, рослина може перебувати в стані активного росту, при цьому повільно розвиватися або, навпаки, може швидко розвиватися при повільному рості. Активність росту оцінюють за швидкістю збільшення вегетативної маси, об'єму та параметрів рослини. Помилково вважати, що ріст і розвиток рослин є процесами несумісними й антагоністичними. Достатньо відзначити, що фізіологічні зміни, які спричиняють утворення генеративних органів, можуть здійснюватися лише в рослинах, у яких відбуваються ростові процеси. З іншого боку, ріст вегетативних органів в однакових умовах відбувається по-різному на різних етапах розвитку рослини.

Таким чином, процеси росту та розвитку рослин тісно пов'язані між собою, взаємно обумовлені й залежать один від одного. Ці процеси в деяких випадках настільки тісно пов'язані між собою, що їх майже неможливо розрізнити.

Розвитку рослинного організму властива певна етапність, тобто морфологічна й функціональна диференціація онтогенезу. Оскільки вимоги рослин до чинників навколишнього середовища, у тому числі до живлення, під час переходу з одного якісного стану в інший динамічно змінюються, для агрономічної практики важливого значення набуває поділ онтогенезу рослин на певні інтервали. Залежно від принципів, покладених в основу цього поділу, існують різні підходи до поділу онтогенезу рослин: загальнобіологічний, фенологічний, стадійний і органотворчий.

В основі *загальнобіологічного* підходу полягає поділ індивідуального розвитку рослин на певні вікові періоди. Згідно з цим підходом виділяють чотири основні періоди: *ембріональний* (від зародження на материнській рослині із зиготи до початку проростання насіння), *ювенільний*, або *період юності* (від початку проростання до цвітіння перших квіток), *зрілості*, або *змушності*

(період плодоносіння), і *сенільний*, або період *старості* (від початку усихання рослини до повного її відмирання).

Під час ембріонального періоду відбувається мітотичний поділ зиготи, диференціація клітин, утворення тканин (гістогенез) і органів (органогенез). Ці процеси відбуваються під контролем генів.

Ембріональний період складається з таких етапів: 1) утворення із зиготи зародкової формувальної тканини; 2) утворення зародкових органів – корінця й пагона; 3) формування насіння. Кінцевим результатом ембріогенезу й ендоспермогенезу в рослин є сформоване насіння, яке містить розвинений зародок і запас поживних речовин. Ембріогенез і ендоспермогенез відбуваються під час ембріонального періоду, який закінчується з початком проростання насіння.

Ювенільний період поділяють на два етапи: *ювенільний гетеротрофний* та *ювенільний автотрофний*. Перший – характерний для проростаючого насіння, коли проросток живиться за рахунок ендосперму. Коли проросток виходить на поверхню ґрунту, настає ювенільний автотрофний підперіод, який характеризується тим, що рослина починає сама синтезувати органічні сполуки, отримуючи необхідну енергію від сонця й поглинаючи елементи мінерального живлення корінням і надземною біомасою.

Із початком цвітіння в рослин настає період зрілості (генеративний період), під час якого на рослині починається нове життя: із зиготи формується й розвивається нове насіння, тобто починається ембріональний період онтогенезу потомства рослини.

Академік М.М. Макрушин генеративний період, як і ювенільний, поділяє на два етапи: статевої зрілості й розмноження. Під час першого етапу формуються чоловічі та жіночі клітини квіток, під час другого – запліднюються яйцеклітина і вегетативна клітина, формується та розвивається зародок.

З інтенсивним ростом і розвитком зародка (ембріогенез) і накопиченням запасних поживних речовин у насінні (ендоспермогенез) рослина починає активно «передавати» продукти асиміляції до насіння, що приводить до її усихання та повного відмирання. Після виникнення зовнішніх проявів усихання в рослин відзначають початок сенільного періоду.

1.1. Стадійний підхід до диференціації онтогенезу пшениці

Вікова практика вирощування рослин показує, що для нормального їх розвитку потрібні певні, генетично зумовлені показники температури й освітленості. Поки потрібні умови не будуть забезпечені, рослина не буде далі розвиватися. Це легко продемонструвати саме на озимій пшениці. Зокрема, поки рослина не отримає потрібні для неї температурні показники під час фази кушіння, вона й надалі перебуватиме в цій фазі. У цьому випадку для рослини потрібні певні параметри температурного режиму, щоб вона могла далі розвиватися.

В основі вчення про стадійність розвитку рослин лежить зміна їх вимог до чинників навколишнього середовища в ході росту та розвитку. Теорія стадійності розвитку рослин дала можливість не лише виявляти причини, чому озимі сорти пшениці не виколошуються за весняної сівби, але й визначити низку інших закономірностей росту й розвитку. Ця теорія дає можливість глибше зрозуміти закони розвитку рослин та змінювати їх властивості й ознаки.

Стадійний підхід передбачає диференціювання онтогенезу рослин за фізіологічними змінами і зміною потреб рослин щодо екологічних чинників для їхнього подальшого росту та розвитку. Вчення про стадійний розвиток рослин дозволяє розкрити закономірності розвитку рослин. Важливою його заслугою є встановлення зв'язку між онтогенезом і філогенезом.

Існують різні методології, які передбачають виділення різної кількості стадій розвитку рослин. Більшість дослідників виділяють **чотири стадії розвитку пшениці озимої: яровизації, світлову, спорогаметогенну та четверту**. Кожна із цих стадій характеризується певними вимогами до температурних показників, режиму освітлення, вмісту вологи в ґрунті та кількості поживних елементів. Деякі дослідники (В.І. Разумов, О.О. Сапегін та ін.) припускають існування *ембріональної стадії*, яка передує стадії яровизації. На їхню думку, ця стадія триває від утворення зиготи до появи у сформованого зародка нового якісного стану – здатності до проростання. Проте більшість науковців першою стадією розвитку зернових колосових рослин вважають стадію яровизації.

Стадія яровизації може відбуватися як у зародку в момент проростання насіння, так і в зеленій рослині. Неодмінною умовою при цьому є ріст рослини. Для її проходження потрібен комплекс чинників: певна температура, достатній вміст вологи та поживні речовини. Джерелом поживних елементів для проростаючого зародка, що перебуває в стадії яровизації, є запас пластичних речовин ендосперму насіння, а для зеленої рослини – продукти фотосинтезу. В останньому випадку стадія яровизації може відбуватися лише за наявності світла як неодмінної умови фотосинтезу.

Якщо температура повітря та ґрунту не відповідає допустимому діапазону для яровизації або якщо рослина отримує недостатньо світла, вона не проходить стадію яровизації, тобто в неї гальмується розвиток, при цьому певний час вона може нормально рости.

Яскравим прикладом відсутності однієї з умов для проходження стадії яровизації є вегетативний ріст пшениці озимої протягом весняно-літнього періоду при весняній сівбі. Підвищена температура протягом цього періоду, яка не відповідає допустимій нормі для яровизації, унеможлиблює проходження цієї стадії. У цих самих умовах пшениця яра, як і будь-яка інша яра колосова культура, яровизація якої відбувається за вищої температури, проходить цю стадію і формує насіння в рік сівби.

Сорти колосових культур, яровизація яких відбувається в діапазоні температур від 5 °С до 20 °С, відносять до ярих форм. Більшість сортів пшениці озимої проходять стадію яровизації за температур від 0 °С до 10 °С. Є також сорти пшениці озимої, що здатні проходити цю стадію за значно нижчої температури – до мінус 6 °С. У сортів дворучок (напівозимі форми) яровизація відбувається за температур у діапазоні від 3 °С до 15 °С.

Умови освітлення до початку стадії яровизації та під час її проходження впливають на вимоги рослин пшениці озимої до температури під час стадії яровизації. У разі безперервного освітлення яровизація швидше проходить за зниженої температури.

Сорти пшениці озимої розрізняються між собою не лише за вимогами до температури під час проходження стадії яровизації, але і за тривалістю останньої. Тривалість цієї стадії для різних сортів пшениці озимої становить від 10 до 70 днів. Зазвичай сорти пшениці озимої в північних і східних регіонах мають більш

тривалий період вегетації, із просуванням до півдня тривалість стадії яровизації скорочується.

Тривалість стадії яровизації в одного й того ж сорту не є постійною. Вона залежить від умов проростання і віку рослин. Температурний режим також може подовжувати або скорочувати тривалість стадії яровизації. Більшість сортів озимих зернових культур збільшує тривалість стадії яровизації, якщо вона проходить за більш високих температур.

Умови освітлення є не лише необхідною умовою для проходження яровизації, але і певним чином впливають на її тривалість. У процесі яровизації температура і світло виступають як єдиний чинник. За знижених плюсових температур (0–3 °С) рослини швидше закінчують яровизацію на тривалому дні, а за температури 14 °С і вище – на короткому. Умови освітлення в період, що передує яровизації, також впливають на її тривалість.

Природа внутрішніх якісних змін, пов'язаних зі стадією яровизації, недостатньо досліджена. Будь-які зовні помітні анатомо-морфологічні зміни через проходження стадії яровизації відсутні. Форма конуса наростання також не характерна для рослин, які пройшли стадію яровизації. Проте за умови забарвлення тканин хлорним залізом і жовтою кров'яною сіллю точка росту в яровизованих рослин пшениці забарвлюється в синій колір, а в неяровизованих – у зеленуватий.

Відзначається, що при яровизації низькі температури сприяють утворенню та розвитку в клітинах рослин хондріосом і пластид, а день певної тривалості приводить до появи хлорофілу під точкою росту. Рослини пшениці озимої без яровизації, навіть в умовах тривалого дня, не утворюють у достатній мірі пігментів фотосинтезу під точкою росту.

Світлова стадія. Для переходу рослин пшениці озимої до репродуктивного етапу, крім яровизації, вони мають пройти другу стадію розвитку – світлову. У рослинах вона може проходити лише після яровизації.

Для проходження світлової стадії рослинам потрібен інший комплекс чинників навколишнього середовища, ніж для яровизації. Лімітуючим чинником при цьому є освітлення, а саме його тривалість. Світлова стадія в рослин пшениці протікає лише в умовах тривалого світлового дня. Лише деякі сорти, які пройшли

стадію яровизації в зеленому стані, здатні проходити світлову стадію в умовах короткого дня.

У комплексі умов, які забезпечують проходження світлової стадії, важливе значення відіграє температура. З її підвищенням тривалість світлової стадії рослин скорочується. Оптимальною температурою для її проходження є 15–20 °С. Установлено, що в сортів пшениці озимої мінімальна температура, за якої може проходити світлова стадія, вища, ніж у ярих сортів.

Поживний режим також впливає на проходження світлової стадії. Зокрема, надмірне азотне живлення затримує її. Проте якщо азотні добрива вносили до початку світлової стадії, то вона проходитиме швидше. Також під час проходження цієї стадії рослини пшениці потребують також більше кальцію, марганцю, магнію та міді.

Вплив світла на тривалість світлової стадії відзначається тільки під час фази кушіння. Тривалість періоду від сходів до кушіння під дією світла не змінюється. Проте серед науковців є думка, що тривалий світловий день дещо затримує настання фази кушіння.

За вимогою до тривалості світлового дня сорти пшениці поділяють на три групи:

- сорти, які сильно реагують на тривалість дня;
- сорти, які слабо реагують на тривалість дня;
- сорти, нейтральні до тривалості дня.

До першої групи належать сорти, в яких за умов додаткового освітлення цей період скоротився на більшу кількість годин, ніж вони отримали. До другої групи відносяться сорти, в яких цей період в умовах більш тривалого дня скорочується на стільки ж годин, протягом яких рослина отримувала додаткове освітлення. До третьої групи належать сорти, які не скорочують тривалості періоду від сходів до колосіння при додатковому освітленні в межах обраної тривалості дня.

Світлова стадія у пшениці озимої проходить за інших умов освітлення, ніж у ярої. Щодня тривалість освітлення восени зменшується, так само зменшується і температура. Узимку озима пшениця зазвичай вкрита сніговим шаром, часто протягом тривалого періоду, причому часто за температур вище 0 °С, коли можливе проходження яровизації. Таким чином, у пшениці озимої стадія яровизації може протікати при знижених температурах в

умовах короткої тривалості дня або навіть без світла. Після зими на рослини впливає поступове збільшення тривалості дня, але перший час – за низьких температур. Світло починає впливати на скорочення періоду розвитку рослин лише після підвищення температури повітря понад 5 °С.

Виділяють різні підходи до визначення початку та закінчення світлової стадії розвитку зернових колосових культур за морфологічними, цитоплазматичними та біохімічними змінами, що відбуваються в рослинах. Поширеною є думка, що початок цієї стадії збігається з появою колоскових горбиків, а закінчення – з появою тичинкових горбиків.

У рослин пшениці озимої в польових умовах світлова стадія зазвичай збігається з фазою кущіння, у ярої може починатися з появою сходів і закінчуватися до початку кущіння. Рослини, які не пройшли світлову стадію, не можуть переходити до фази стеблуння і виколошуватися.

Спорогаметогенна та четверта стадії розвитку пшениці.

Після закінчення світлової стадії рослини перестають реагувати на тривалість дня, але в них значно зростають вимоги до спектрального складу світла. Обмеження в цей період розвитку світла в ранкові та вечірні години, коли переважають короткохвильові червоні й помаранчеві промені, призводить до затримання формування археспоріальної тканини. Через це науковці виділяють третю стадію розвитку, яка відповідає за проходження гаметогенезу, її ще називають спорогаметогенною стадією. Її початок пов'язують із появою тичинкових горбиків, а закінчення – з початком формування материнських клітин пилку.

Від початку формування материнських клітин пилку і до утворення тетрад у квітках колосків рослини пшениці висувають високі вимоги до інтенсивності світла, отже, цей час онтогенезу розглядають як четверту стадію розвитку.

Тривалість спорогаметогенної стадії розвитку в різних сортів пшениці неоднакова і коливається від 8 до 18 днів, а четвертої – від 4 до 10 днів. У цих стадіях рослини менш вимогливі до азотного живлення порівняно з попередніми стадіями, проте висувають підвищені вимоги до калійного живлення.

Змінюючи спектральний склад світла під час спорогаметогенної стадії та інтенсивність освітлення під час

четвертої стадії, можна досягти виникнення нових ознак і властивостей рослин пшениці, які передаються спадково.

Концепція стадійного розвитку рослин дозволяє визначити закономірності розвитку рослинного світу. Вона дає змогу встановити зв'язки між онтогенезом і філогенезом. Теорія стадійного розвитку рослин не лише пояснює причини зупинки розвитку рослин пшениці озимої на фазі виходу в трубку за весняної сівби, але і дає можливість виявити чимало інших закономірностей росту та розвитку. Застосування теорії стадійного розвитку рослин дає можливість науковцям змінювати властивості й ознаки рослин.

1.2. Фенологічний підхід до поділу онтогенезу пшениці

1.2.1. Традиційний підхід до виділення фенологічних фаз росту зернових культур

Фенологічний підхід передбачає поділ онтогенезу рослин на окремі фази на підставі зовнішніх морфологічних змін. Традиційно в рослин пшениці виділяють такі фенологічні фази: проростання, сходи, кушіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, водяниста і передмолочна фаза, а також фази молочної, тістоподібної, воскоподібної та повної (збиральної, твердої) стиглості. За початок будь-якої фази беруть час, коли вона настає не менш ніж у 10 % рослин, за повну фазу – період, коли в неї вступає не менш ніж 75 % рослин.

Активізація проростання насіння починається після висівання у вологий ґрунт. Воно активно поглинає воду, завдяки якій розпочинаються ферментативні реакції та гідроліз складних запасних сполук ендосперму та зародка. Тривалість проростання насіння залежить від вологості й температури ґрунту, вмісту в ньому кисню, необхідного для реакцій гідролізу. Поглинання води насінною починається в ґрунті, вологість якого значно менша від доступного для рослин рівня, але для повного набубнявіння насіння вона має бути не нижчою від вологості в'янення.

Під час набубнявіння в насінні відбуваються біохімічні й фізіологічні процеси. Під впливом ферментів складні хімічні сполуки (крохмаль, білки, жири та ін.) переходять у прості,

розчинні. Вони стають доступними для живлення зародка і крізь щиток переміщуються в нього. Білок ендосперму розщеплюється до амінокислот із невеликою кількістю аспарагіну та глютаміну. Азотисті речовини, вступаючи в реакції з продуктами розщеплення вуглеводів, служать для синтезу нових білків у зародку.

Проростання зерна починається з моменту його накльовування і закінчується з появою першого справжнього листка. У польових умовах кінець цієї фази збігається з появою сходів. У цій фазі воду поглинають переважно зародкові корінці, процеси синтезу переважають над процесами гідролізу, однак проросток ще зберігає здатність витримувати зневоднення до повітряно-сухого стану без втрати життєздатності.

На початку проростання першими з'являються зародкові корінці, а дещо пізніше – проросток. Під час цієї фази зернові культури утворюють різну кількість зародкових корінців. За нормальних умов у пшениці та вівса утворюються від трьох до п'яти зародкових корінців, у жита – чотири, у ячменю – п'ять. Насіння зернових культур другої групи проростає одним зародковим корінцем.

Мінімальна температура проростання насіння пшениці й інших зернових колосових становить 0,5–1,0 °С, кукурудзи і проса 7–8 °С, сорго та рису 10–11 °С. Оптимальною температурою для проростання всіх зернових культур першої групи є 15–20 °С, другої групи 20–25 °С.

На ґрунтах із підвищеною концентрацією солей набубнявіння, а потім і проростання насіння затримуються. Борошністе та дрібне насіння поглинає воду швидше, ніж склоподібне та крупне, тому для отримання дружніх сходів посівний матеріал має бути відкаліброваним. Плівчасте насіння набухає повільніше, ніж голозерне.

Сходами називають проростки з першим розгорнутим листом, який досяг характерних розмірів і положення в просторі.

За морфологічною будовою проростків злаки поділяють на два типи: епикотильні та безепикотильні. Епикотильні зернові (пшениця, ячмінь, жито, тритикале) досягають поверхні ґрунту за рахунок витягування епикотіля.

Згідно з метамерною концепцією формування зернових культур епикотиль є елементом третього метамеру стебла, який складається з листової пластинки, піхви та вузла в основі піхви

першого справжнього зеленого листа, епикотилія, що з'єднує вузли першого листка і колеоптиля, а також бруньки в основі епикотилія (у пазусі колеоптиля). Колеоптиль – це видозмінений перший листок рослин у вигляді прозорої плівки, який захищає проросток і перший листок від пошкодження під час його виходу на поверхню ґрунту. Коли проросток досягає поверхні ґрунту, колеоптиль припиняє свій ріст, розривається і назовні з'являється перший справжній листок.

Безепикотильні зернові культури (кукурудза, сорго, просо, рис, овес) досягають поверхні ґрунту за рахунок видовження мезокотилія. Мезокотиль – міжвузля другого метамера стебла, яке з'єднує між собою вузли щитка і колеоптиля. Проростки цього типу здатні краще проростати з більшої глибини загортання.

Швидкість появи сходів залежить від особливостей культури, енергії проростання насіння, вологості, температури, структурного складу та щільності ґрунту, глибини загортання насіння. За сприятливих погодних умов і загортання насіння на оптимальну глибину сходи зернових культур з'являються на п'яту–сьому добу.

Кущіння. Після появи сходів, завдяки активізації фотосинтезу та притоку поживних речовин, розгорнувши 3-4 листки, рослини пшениці починають кущитися. Кущінням називають процес формування стебел із підземних стеблових вузлів. Із них спочатку розвиваються вузлові корінці, а потім бічні стебла, які виходять на поверхню ґрунту і ростуть так само, як і головне стебло.

Зона (вузол) кущіння – життєвий центр пшениці. У ній сконцентровані всі частини майбутньої рослини, водночас вона є місцем зосередження поживних речовин. Зона кущіння головного стебла розміщується в поверхневому шарі ґрунту на глибині 1,5–2,5 см від його поверхні (рис. 1). Із неї виникає основна маса додаткових коренів, що складають мичкувату кореневу систему, а також бічних стебел. Від життєздатності цього органу залежить життєздатність усієї рослини: кущистість, потужність коренів, зимо- і посухостійкість. Пошкодження зони кущіння призводить до ослаблення росту або до загибелі рослини.

Серед природних чинників світло відіграє головну роль у глибині закладання зони кущіння. У разі недостатнього освітлення зона кущіння закладається ближче до поверхні ґрунту. Під впливом високих температур підземні міжвузля витягуються, і зона кущіння закладається ближче до поверхні ґрунту. Також на глибину

закладання зони кущіння впливає глибина загортання насіння. У разі глибокого його загортання зона кущіння закладається глибше.

Інтенсивність кущіння залежить від умов вирощування, видових і сортових особливостей зернових культур. У своєчасно посіяного озимого жита за оптимальної температури й вологості ґрунту кущіння здебільшого відбувається восени, в озимих пшениці та тритикале – восени та весною. Кожна рослина може утворювати від одного до кількох продуктивних стебел, в озимих хлібів їх зазвичай буває 3–6, у ячменю і вівса 2–3, у пшениці ярої 1–2. За сприятливих умов (оптимальна температура і вологість ґрунту) кущіння розтягується, завдяки чому утворюється більша кількість стебел. Чим вище продуктивна кущистість, тим більший вихід зерна з рослини, проте максимальний урожай з одиниці площі отримують за середньої кущистості при оптимальній густоті рослин.

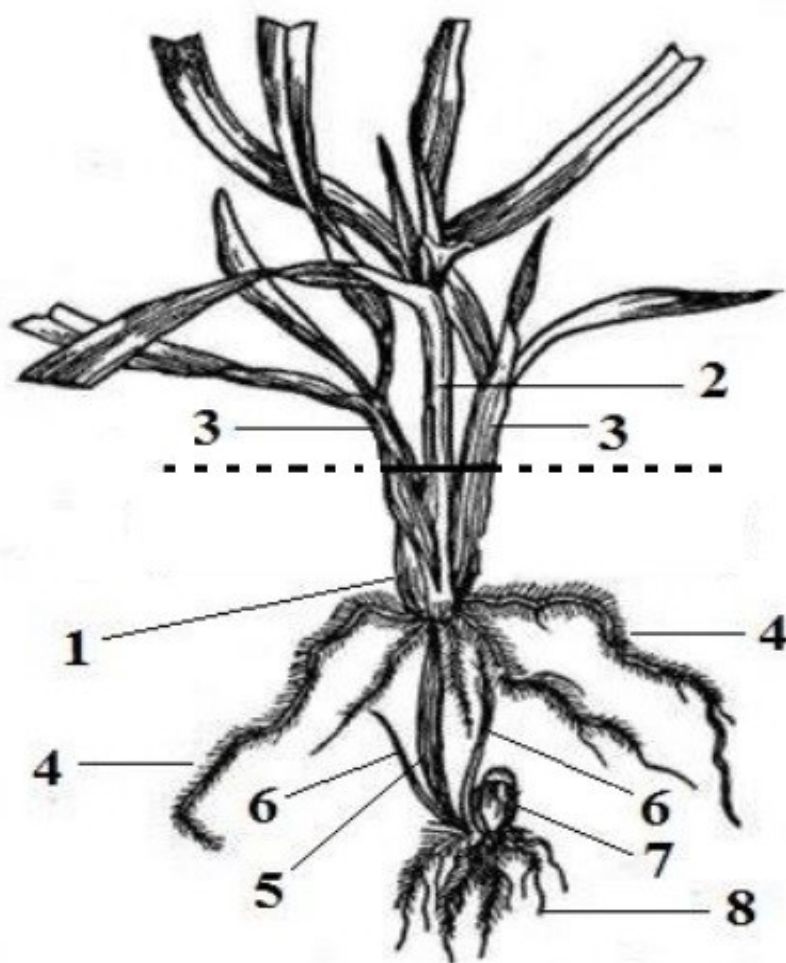


Рис. 1. Схема кущіння зернових культур:

1 – зона кущіння; 2 – головне стебло; 3 – бічні стебла; 4 – вузлове (вторинне) коріння; 5 – епікотиль; 6 – бічні стебла із зародкового вузла; 7 – зернівка; 8 – зародкове (первинне) коріння

За сприятливих умов зволоження та невисокої температури кущіння подовжується, при цьому кількість стебел на рослині збільшується. Зернові колосові культури кушаться дужче в розріджених посівах.

Найвищу зимостійкість і продуктивність мають рослини, у яких до настання зими утворилися 2–3 стебла кущіння. Пшениці озимій для цього потрібно 50–60 днів вегетації із сумою ефективних температур 300–350 °С. Оптимальна температура для кущіння становить 10–15 °С. У своєчасно висіяних посівів озимих зернових процес кущіння закінчується переважно восени. У посушливі роки кущіння гальмується або взагалі не відбувається.

Розрізняють загальну, продуктивну й непродуктивну кущистість. Під загальною кущистістю розуміють середню кількість розвинених стебел на одну рослину. Продуктивна кущистість – це середня кількість плідних стебел, яка припадає на одну рослину. Висока продуктивна кущистість за оптимальної густоти посіву є запорукою отримання високих урожаїв. Стебла, що сформували суцвіття, але не встигли до початку збирання утворити зерно, називаються підгоном, а без суцвіть – підсідом.

Оптимальною кількістю продуктивних стебел зернових хлібів є 600–700 шт./м². Лише за такої кількості продуктивних стебел можна отримати максимальну врожайність колосових культур.

Вихід у трубку. Початок цієї фази збігається з появою над поверхнею ґрунту мініатюрного суцвіття разом із першим (нижнім) вузлом стебла в півхвовій трубці головного стебла рослини. Поряд з інтенсивним наростанням вегетативної маси в цій фазі формуються генеративні органи. Нестача вологи та поживних речовин у ґрунті в цей час призводить до значного зниження врожайності.

У озимих зернових рослин фаза виходу в трубку, як правило, починається через 25–35 днів після початку відновлення весняної вегетації, у ярих через 12–20 днів після початку кущіння. Тривалість фази виходу в трубку становить 25–30 днів.

Вихід рослин у трубку ототожнюється насамперед із лінійним ростом стебла. Ріст стебла відбувається в результаті видовження всіх міжвузлів за рахунок розростання їх нижньої частини. Цей тип росту називають інтеркалярним (вставним). Першим видовжується нижнє міжвузля, далі – розташоване над ним міжвузля і так далі.

Довжина міжвузлів різна. Кожне наступне міжвузля випереджає в рості попереднє. Відношення довжини міжвузлів

колосових культур підпорядковується правилу професора А. Новацького, згідно з яким довжина будь-якого міжвузля дорівнює половині суми довжини двох сусідніх міжвузлів. Так, якщо довжина другого і четвертого міжвузлів становить 10 і 18 см відповідно, то прогнозна довжина третього міжвузля згідно з цим правилом становитиме: $(10 + 18)/2 = 14$ см.

Колосіння. Ця фаза починається тоді, коли суцвіття вийшло не менш ніж наполовину з піхви верхнього листка. Зазвичай це збігається з видовженням четвертого міжвузля. Під час колосіння відмічається активне наростання вегетативної маси рослин. У фазі колосіння відбувається найінтенсивніше видовження стебла. Його добовий приріст досягає найвищих показників – 5–6 см. До кінця цієї фази формування всіх органів суцвіть завершується.

Суцвіття й окремі колоски зернових культур закладаються ще під час фази кушіння (у пшениці ярої під час утворення третього листка). У кукурудзи викидання волоті починається раніше від появи жіночих суцвіть – початків. Період від виходу в трубку до виколошування надзвичайно важливий у житті рослин, тому рослини в цей час особливо вимогливі до умов освітлення, тепла, вологості ґрунту і потребують багато елементів живлення для росту й формування колоса.

Міцність стебла залежить від вмісту механічної тканини, особливо у двох нижніх міжвузлях. Чим вони товщі й міцніші, тим вище стійкість рослин до вилягання. Найбільший діаметр міжвузля мають в середній частині стебла, найменший – у нижній і верхній.

За сприятливих умов фаза колосіння в рослин пшениці та ячменю триває 13–19, у жита 9–12, просоподібних хлібів 16–18 днів. У хлібів другої групи активний ріст стебла починається після викидання волоті.

Цвітіння. Цю фазу відмічають за наявністю пиляків, що вийшли за межі квіткових лусок (відкрите цвітіння), або за наявністю зрілого пилку (закрите цвітіння). Найдовше цвіте жито – 6–10 днів. Цвітіння вівса триває 3–4 дні, тритикале 4–7 днів. У пшениці цвітіння починається через 3–5 днів після виколошування і триває близько 4–6 днів. Квітки ячменю зацвітають ще до виходу колоса з піхви листка.

Значний вплив на тривалість фази цвітіння чинять погодні умови. Посушлива та спекотна погода скорочує цей період, волога

та прохолодна, навпаки, подовжує його. Колос пшениці в теплу та суху погоду здатен відцвітати за два-три дні.

За характером запилення зернові культури поділяють на самозапильні, перехреснозапильні та універсальні. У типових самозапильників (ячмінь) цвітіння відбувається ще в закритому колосі, при цьому квітки запліднюються власним пилом. У перехреснозапильних культур (кукурудза, жито) під час цвітіння квітка розкривається і відбувається переzapилення – пилок з одних квіток запліднює зав'язь інших. У культур з універсальним типом цвітіння (пшениця, тритикале, овес, просо, рис) можливі обидва типи запилення, при цьому переважає перехресне запилення.

Характер запилення квіток зернових культур з універсальним типом цвітіння визначається погодними умовами цього періоду. У спекотну й суху погоду рослини зацвітають раніше – збільшується відсоток самозапильних квіток. Найбільша кількість квіток зернових хлібів першої групи, крім вівса, відцвітає в перший день. Більшість квіток суцвіття відцвітає протягом перших трьох днів. У колосових культур (пшениця, жито, тритикале, ячмінь) найбільш наповнені зернівки формуються в середній частині колоса, у вівса – у верхній частині волоті, у кукурудзи та сорго – у середній та нижній частинах початка.

Запилення краще відбувається за сприятливих погодних умов. Спекотна та суха погода, сильні опади й вітер негативно впливають на процес запліднення, особливо перехреснозапильних культур. За таких умов не всі квітки запліднюються, унаслідок чого озерненість колоса не буде повною, – це явище називають череззерницею.

Формування зерна. У цю фазу відбувається формування зернівки: утворюються оболонки плоду зі стінок зав'язі; за рахунок пластичних речовин, які переміщуються в суцвіття з вегетативних органів, інтенсивно росте зернівка. Середньодобовий приріст маси зерна у фазі формування зернових культур першої групи, залежно від погодних умов, становить 0,7–3,9 % від загальної маси зернівки. До кінця фази зернівка накопичує 25–35 % сухих речовин від загальної маси, вміст вологи в ній зменшується до 65–70 %.

Професор Г.К. Фурсова період формування поділяє на дві фази: водянисту та передмолочну. Водяниста фаза триває, коли вміст зернівки безбарвний, водянистий, а її вологість перевищує 85 %). Передмолочна фаза починається з появою перших крохмальних зерен, унаслідок чого водянистий вміст зернівки

набуває характерного білуватого забарвлення. До кінця фази формування зернівки (через 10–12 днів після запліднення) нижнє листя рослин підсихає, хоча піхви ще залишаються зеленими, зернівка набуває властивих їй розмірів, починається її дозрівання.

У зернових хлібів період досягання зернівки включає фази молочної, воскової та повної (твердої) стиглості.

Молочна стиглість зернівки залежно від умов вирощування, видових і сортових особливостей настає через 10–18 днів після цвітіння. Із початком цієї фази відбуваються значні зміни зовнішнього вигляду рослин: піхви нижніх листків жовтіють, приріст сухої маси рослин досягає найбільших показників. Зернівка під час натискання на неї виділяє густу рідину молочного кольору. Вологість зерна протягом фази зменшується до 40–45 %. За нормальних умов тривалість цієї фази становить 10–12 днів.

Воскова стиглість. У цій фазі вегетативна маса та суцвіття набувають характерного жовтого кольору. Закінчується приріст сухої речовини зернівки, вегетативні органи рослини втрачають масу внаслідок зменшення вмісту вологи. До кінця фази зернівка стає жовтою й набуває воскоподібної консистенції (легко ріжеться нігтем). Саме тому цю фазу називають фазою воскової стиглості.

Вміст води в зерні до кінця воскової стиглості зменшується до 20–25 %. Тривалість фази воскової стиглості в рослин пшениці, що вирощують у південних регіонах, становить 8–11 днів, у північних і вологих регіонах 12–15 днів. У цю фазу починають проводити збирання врожаю роздільним (двофазним) способом.

Повна стиглість – це кінцевий етап вегетації рослин, фаза, коли проявляються всі ознаки стиглої зернівки: вона відокремлюється від материнської рослини, до неї перестає надходити волога й поживні речовини. Вологість зернівки зменшується до 17–18 %, через що її розміри дещо зменшуються, вона стає твердою і набуває характерного для сорту забарвлення. У цю фазу починають збирати врожай зерна прямим комбайнуванням.

Під час післязбирального досягання закінчується синтез високомолекулярних білкових сполук, вільні жирні кислоти перетворюються на жири, укрупнюються молекули вуглеводів, процеси дихання поступово згасають. На початку періоду схожість насіння низька, у кінці – нормальна. Тривалість цього періоду варіюється від кількох днів до кількох місяців залежно від особливостей культури та зовнішніх умов.

1.2.2. Інші підходи до диференціації онтогенезу рослин пшениці на підставі їх морфологічних змін

Протягом останніх років у технологіях вирощування пшениці відбуваються значні зміни, точніше, відзначається диференціація внесення різних видів добрив у кілька етапів для підвищення їхньої ефективності. Це стосується і внесення пестицидів. При цьому час внесення має узгоджуватися з фазою, в якій перебувають рослини. Іноді достатньо на кілька днів відхилитися від оптимального строку внесення – й ефективність заходу буде значно меншою.

Період внесення добрив має чітко відповідати фазі, в якій перебуває рослина; крім того, важливо правильно підібрати суміш поживних елементів, оскільки в різних фазах рослини мають різні потреби в елементах живлення – зменшується вимогливість до одних і зростає до інших.

Це саме стосується системи захисту рослин, тобто профілактичні обробки або безпосередньо боротьба зі шкідниками, хворобами та бур'янами мають відповідати фазам росту та розвитку рослин. Нехтування цих вимог може знижувати ефективність заходів захисту, а в деяких випадках, як-то обробка посівів гербіцидами, – завдавати шкоди рослинам.

Диференціація внесення мінеральних добрив, препаратів антистресової, стимулюючої, рістрегулюючої дії та засобів захисту рослин, крім створення оптимальних умов для їх росту та розвитку, забезпечує зниження непродуктивних витрат препаратів, більш ефективне їх використання, отримання вищих показників ефективності проведених агрозаходів і зменшення хімічного навантаження на навколишнє середовище.

Ураховуючи виключно важливе значення фази росту та розвитку, в якій перебуває рослина, для складання системи живлення та захисту посівів, науковцями запропоновано чимало класифікацій для їх визначення, які чітко пов'язані із зовнішніми морфологічними змінами. В основу кожної з цих класифікацій покладені різні методологічні підходи. Є більш загальні підходи, які базуються на значних морфологічних змінах у рослинах, а є деталізовані, які поділяють життєвий цикл рослин на фази, визначення яких передбачає наявність певних знань. Саме деталізовані класифікації, або шкали, дають можливість визначити оптимальний час для внесення мінеральних добрив, препаратів,

засобів захисту рослин тощо. Причому оптимальний час внесення іноді обмежений одним-двома днями.

На сьогодні найширше практичне застосування отримала уніфікована і деталізована міжнародна шкала ВВСН. Вона є універсальною, тому її можна застосовувати для визначення морфологічних фаз росту та розвитку всіх польових культур. Міжнародна шкала ВВСН являє собою систему для однорідного кодування морфологічно ідентичних фаз росту рослин.

Вона стала результатом спільної роботи Німецького федерального центру біологічних досліджень сільського та лісового господарства (ВВА), Німецького федерального управління сортів рослин (BSA), Німецької агрохімічної асоціації (IVA) та Інституту овочів і декоративних рослин у Гроссберені/Ерфурт, Німеччина (IGZ). Аббревіатура ВВСН походить від скорочення Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt і Chemical Industrial (нім. – Біологічний федеральний інститут, Федеральне управління сортів рослин і хімічної промисловості).

Концепція застосування коду ВВСН, яку в Україні прийнято називати шкалою десятичного коду, передбачає поділ онтогенезу рослин на десять основних макрофаз, які у свою чергу поділяються на 10 мікрофаз. Таким чином, за шкалою ВВСН виділяються 100 мікрофаз росту та розвитку рослин. У табл. 1 наведено макро- та мікрофази, що виділяють у рослин пшениці.

Таблиця 1 – Характеристика макро- та мікрофаз росту й розвитку рослин пшениці за міжнародною шкалою ВВСН

Макро-фаза	Код	Опис мікрофаз
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
0 – Проростання	00	Суха зернівка
	01	Початок поглинання вологи
	02	Насіння поглинуло половинну норму вологи
	03	Насіння закінчує поглинати вологу
	04	Ініціація росту зародкового корінця
	05	Поява кінчика зародкового корінця
	06	Видовження кінчика зародкового корінця, поява кореневих волосків
	07	Поява кінчика колеоптиля

Продовження табл. 1

1	2	3
	08	Вихід колеоптиля в прикореневий шар ґрунту
	09	Вихід колеоптиля на поверхню ґрунту (перший листок ще не вийшов з верхівки колеоптиля)
1 – Сходи	10	Перший лист виходить за межі колеоптиля
	11	Перший лист розгорнутий
	12	Другий лист розгорнутий
	...	Третій–восьмий лист розгорнуті
	19	Дев'ятий лист розгорнутий
	<i>Після появи першого бічного стебла переходять до наступної макростадії – куціння</i>	
2 – Куціння	20	Закладання першого бічного стебла
	21	Початок куціння (поява першого бічного стебла)
	22	Поява другого бічного стебла
	23	Поява третього бічного стебла
	...	Поява четвертого–восьмого бічного стебла
	29	Завершення куціння (з'являється максимальна кількість бічних стебел)
	<i>Із початком витягування стебла слід перейти до наступної макрофази – виходу в трубку</i>	
3 – Вихід у трубку	30	Початок видовження стебла. Відстань між верхівкою суцвіття і верхнім вузлом куціння не менше 1,0 см
	31	Перший вузол виходить на поверхню. Відстань між ним і верхнім підземним вузлом зони куціння $\geq 1,0$ см
	32	Видно другий вузол. Довжина міжвузля між ним і першим вузлом не менше 2,0 см
	33	Виділяється третій вузол. Довжина міжвузля між ним і другим вузлом $\geq 2,0$ см
	...	Виділяється четвертий–шостий вузли. Відстань між ними і нижчим від них вузлом так само $\geq 2,0$ см
	37	Поява прапорцевого листка (фаза прапорцевого листка)
	38	Розгортання прапорцевого листа
	39	Фаза лігули прапорцевого листа. Він повністю розгорнутий, помітно його лігулу

Продовження табл. 1

1	2	3
4 – Стеблування	40	Початок видовження піхви прапорцевого листа
	41	Видовження піхви прапорцевого листа
	42	Кінець видовження піхви прапорцевого листа
	43	Піхва прапорцевого листка починає набухати під тиском суцвіття всередині нього
	44	Чітко видно потовщення піхви прапорцевого листка внаслідок збільшення суцвіття
	45	Листова піхва прапорцевого листка повністю набухла
	46	Починається розкриття піхви прапорцевого листа
	47	Листова піхва прапорцевого листка розкривається
	48	Суцвіття просувається до лігули прапорцевого листа
	49	Поява остей або верхівки суцвіття над лігулою прапорцевого листка
5 – Колосіння	50	Початок виходу суцвіття над лігулою прапорцевого листка
	51	Поява 10 % суцвіття
	52	Поява 20 % суцвіття
	53	Поява 30 % суцвіття
	54	Поява 40 % суцвіття
	55	Поява 50 % суцвіття
	56	Поява 60 % суцвіття
	57	Поява 70 % суцвіття
	58	Поява 80 % суцвіття
	59	Суцвіття повністю видно над лігулою прапорцевого листа
6 – Цвітіння	60	Початок цвітіння
	61	Запилені 10 % квіток
	62	Запилені 20 % квіток
	63	Запилені 30 % квіток
	64	Запилені 40 % квіток
	65	Середина цвітіння. Запилені 50 % квіток
	66	Запилені 60 % квіток
	67	Запилені 70 % квіток
	68	Запилені 80 % квіток
	69	Кінець цвітіння

Продовження табл. 1

1	2	3
7 – Формування зерна	70	Перші зернівки досягають третини свого кінцевого розміру
	71	Перші зернівки досягають половини свого кінцевого розміру. Вміст зернівки водянистий
	72	Перші зернівки набувають свого кінцевого розміру. Вміст зернівки молочно-водянистий
	73	Рання молочна стиглість
	74	Більшість зернівок досягають кінцевого розміру. Консистенція зернівки молочна
	75	Середня молочна стиглість. Всі зернівки набули кінцевого розміру
	76	У більшості зернівок відмічають настання повної молочної стиглості
	77	Повна молочна стиглість
	78	Повна воскова стиглість. Молочна рідина загусає
	79	Консистенція окремих зернівок стає молочно-восковою
8 – Достигання зерна	80	Більшість зернівок мають молочно-воскову консистенцію
	81	Всі зернівки мають молочно-воскову консистенцію
	83	Рання воскова стиглість
	85	М'яка воскова стиглість. Вм'ятина від натискання поступово вирівнюється
	87	Тверда воскова стиглість. Вм'ятина від натискання не вирівнюється
	89	Рання повна стиглість. Зернівка з трудом розколюється нігтем великого пальця
9 – Відмирання рослин	91	Зернівка тверда, рослина відмирає, повністю висихає
	92	Повна (мертва) стиглість
	95	Період спокою зернівки
	96	Схожість зернівок 50 %
	97	Вихід зерна з періоду спокою
	98	Виникнення другого періоду спокою
	99	Втрата другого періоду спокою

Не всі мікрофази можуть бути виділені на певних культурах. Отже, до визначення конкретних фаз росту та розвитку слід підходити індивідуально, ураховуючи специфіку польових культур. Наприклад, у рослин пшениці, як і в інших колосових, при

розгортанні четвертого листа відбувається закладка бічного стебла в зоні розташування вузла кущіння, тому виділяти 15–19-ту мікрофази в них недоцільно, оскільки після появи четвертого листка рослини переходять до кущіння.

Так само в більшості випадків у рослин пшениці озимої, насамперед сортів ауксинового типу і за підвищеної норми висіву насіння, не виділяють 24–29-ту мікрофази, оскільки часто після формування одного–трьох бічних стебел у рослин починається видовження стебла, тому в цьому разі потрібно одразу переходити до наступної макрофази – видовження стебла. Це також стосується інших періодів онтогенезу та інших культур, які відрізняються специфікою ростових процесів.

Цифрами позначаються фази росту та розвитку рослин, які мають однакове значення, незалежно від року, регіону або типу (підтипу, сорту) пшениці. Цифрові позначення мають перевагу над описовими, коли інформація заноситься в комп'ютер.

Сьогодні, крім міжнародної уніфікованої шкали-коду ВВСН, для визначення фаз росту та розвитку рослин пшениці озимої використовують шкали Фікеса і Хауна, двопозиційний цифровий код Задокса та закодовану літерами шкалу Келлера–Баггіоліні.

Шкала фенологічних фаз росту та розвитку Фікеса була розроблена нідерландським агрономом Віллемом Фікесом ще в 1941 р. Ця система ідентифікації росту та розвитку рослин зернових культур і нині широко використовується в США. Завдяки своїй простоті вона набула значного поширення у світовій практиці.

За цією шкалою виділяють 11 фаз росту та розвитку рослин зернових колосових культур, зокрема пшениці, починаючи з формування шильця й завершуючи наливанням зерна. Співставлення фаз росту та розвитку шкали Фікеса з універсальною шкалою-кодом ВВСН та з іншими поширеними шкалами визначення фенологічних фаз росту рослин і етапами органогенезу подано в табл. 2.

Шкала Фікеса особливо зручна для визначення часу проведення агротехнічних операцій із догляду за посівами від початку виходу рослин у трубку до завершення цвітіння. За цією шкалою вихід рослин у трубку поділяється на п'ять фаз – від б-ї до 10-ї, їх ураховують для визначення оптимального часу обприскування посівів фунгіцидами.

**Таблиця 2 – Співставлення різних фенологічних шкал росту
й розвитку та етапів органогенезу пшениці
з міжнародною шкалою ВВСН**

Міжнародна шкала ВВСН	Шкала			Етапи органогенезу	
	Келлера– Баггіоліні	Віллема Фікеса	Хуана	за Куперман	за Ламаном
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Проростання					
00					
01					
03					
05					
07					
09					
Сходи (утворення листків)					
10	A	1		I	I
11	B		1		
12	C		2	II	
13	D		3		
14			4		
15			5		
16			6		
17			7		
18					
19					
Куцїння					
20		1		II	I
21	E	2			
22					
23					
24				III	II
25	F				
26		3			
27					
28					
29	G				

Продовження табл. 2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Вихід у трубку					
30	Н	4–5		IV	III
31	I	6		V	IV
32	J	7		VI	V
33					
34					
35					
36					
37	K	8		VII	VI
38					
39		9			
Стеблування (набрякання піхви прапорцевого листка)					
40		10		VII	VI
41			8		
43					
45	M		9		
47					
49			10		
Колосіння (поява колоса)					
50	N	10		VIII	VI
51					
53					
55					
57					
59			11		
Цвітіння					
60		10		XI	VII
61	P				
65					
69	Q				
Молочна стиглість					
70		10		X	VIII
71	R		12	XI	
73			13		
75	S	11		XI	
77					

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6
Воскова стиглість					
80		11		VII	IX
83			14		
85	T				
87	U		15		
Повна стиглість (достигання)					
90		11		XII	X
91	V				
92			16		
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					

Децимальна шкала Задокса була запропонована датським фітопатологом Яном Задоксом для зернових культур і передбачає більш детальний поділ онтогенезу рослин на фази росту та розвитку, ніж шкала Фікеса. Вона краще підходить для комп'ютеризації, ніж шкала Фікеса, і зараз усе частіше використовується в системах точного рослинництва, оскільки дає можливість максимально точно визначити оптимальний період для впровадження різних систем підживлення та захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.

Із практичної точки зору дуже зручною для користування є шкала Келлера–Баггіоліні, за якою протягом індивідуального росту і розвитку рослини пшениці проходять 20 фенологічних фаз. Щоб не було плутаними з іншими шкалами, ці фази позначаються літерами від А (перша фенофаза) до V (остання, двадцята фенофаза). Зручність цієї шкали полягає в тому, що, незважаючи на меншу кількість фенологічних фаз порівняно зі шкалою ВВСН, за нею можна досить точно визначити час проведення захисту посівів і внесення поживних сумішей, оскільки ці фази розмежовують найбільш відповідальні періоди росту та розвитку рослин пшениці

озимої, під час яких відбувається закладка елементів їхньої продуктивності – кількості продуктивних стебел, кількості колосків у колосі, зерен у колоску і маси 1000 зерен.

Фази Е та І є оптимальними для обробки посівів пшениці озимої регуляторами росту. Зокрема, обробка посівів під час фази Е (поява першого бічного стебла – початок кущіння) стимулює формування бічних продуктивних стебел, а під час фази І (видовжене перше міжвузля стебла) – забезпечує збільшення діаметра соломини, укріплення її стінок і зменшення висоти, завдяки чому рослини набувають стійкості проти вилягання.

Фази І, К та R є оптимальними для проведення позакоренових підживлень посівів комплексом елементів мінерального живлення. У фазі І відбувається закладання третього елемента продуктивності – кількості зерен у колоску. Фаза К (фаза прапорцевого листка) є оптимальною для проведення позакоренових підживлень посівів пшениці озимої з метою зменшення редукції закладених квіток у колосках. У фазі R (71–73-тя мікрофази за міжнародною шкалою BBCH) відбувається закладання четвертого елемента продуктивності пшениці – маси 1000 зерен, тому цей час також зручний для проведення позакоренового підживлення.

Фаза Р за шкалою Келлера–Баггіоліні (10 % квіток зацвіли) – кращий момент для обробки посівів пшениці з метою профілактики хвороб колосу – фузаріозу і септоріозу. У фазах Е і F у разі поширення бур'янів можна працювати будь-якими гербіцидами, рекомендованими для обробки пшениці озимої, у фазах І і J (31-ша і 32-га мікрофази за міжнародною шкалою BBCH) бур'яни контролюють гербіцидами на основі триазолпіримідинів (флорасумал, флуметсулам) і окремих гормональних діючих речовин – флуороксіпіру, клопіраліду й амінопіраліду, а у фазі К (фаза прапорцевого листка, або 37-ма мікрофаза за міжнародною шкалою BBCH) слід працювати лише гербіцидами на основі флуороксіпіру і клопіраліду.

1.3. Органотворчий підхід до поділу онтогенезу пшениці

Органотворчий підхід до диференціації онтогенезу рослин базується на морфологічних змінах, які відбуваються на конусі наростання рослин. Уперше детальну характеристику органотворчих трансформацій, що відбуваються в конусі

наростання в ході індивідуального росту та розвитку рослин, розробила професор Ф.М. Куперман. Вона поділила онтогенез рослин на дванадцять етапів органогенезу і на цій основі запропонувала конкретні заходи біологічного контролю за розвитком рослин в умовах виробництва й оцінки особливостей формування потенційної та фактичної продуктивності в різних генотипів у селекційному процесі.

У подальшому запропонована Ф.М. Куперман схема поділу онтогенезу рослин на дванадцять етапів була уточнена академіком М.А. Ламаном, який виділив десять етапів органогенезу. На сьогодні це найбільш вдалий підхід до поділу онтогенезу рослин на етапи органогенезу, що передбачає перехід конуса наростання до вичленовування якісно нових структур і формування нових органів на дорослій рослині. Ураховуючи винятково важливе значення поділу онтогенезу рослин за органотворчим принципом, детально їх його розглянемо та проаналізуємо.

Поняття *ріст* і *розвиток* – процеси нетотожні. Під ростом розуміють збільшення маси й розмірів, пов'язаних із новоутворенням рослинних тканин. Розвитком називають процес якісних змін (вмісту клітин і утворення нових органів), які рослина проходить від проростання насіння до дозрівання нових насінин.

Проте ріст і розвиток тісно пов'язані між собою. Ріст є передумовою розвитку рослин. Поки насінина не почне проростати, рослина не може почати стадійного розвитку. Швидкість розвитку не завжди пов'язана зі швидкістю росту. На практиці можна спостерігати швидкий ріст і водночас повільний розвиток або, навпаки, повільний ріст і доволі швидкий розвиток рослин, також рослина може швидко рости і швидко розвиватися або повільно рости і повільно розвиватися.

В основу характеристики етапів органогенезу покладена метамерна концепція будови стебла зернових культур, відповідно до якої рослини складаються з елементарних гомологічних структурних одиниць – метамерів, що періодично повторюються. *Метамер* – це елементарний етап розвитку стебла, який відображає характер діяльності його апікальної (верхівкової) меристеми. Сформований і розвинений метамер (елементарна ростова одиниця вегетативної частини стебла) складається з листової пластинки і піхви листка з вузлом в основі, під якою розміщується міжвузля з бічною брунькою на нижньому кінці, де закладаються і додаткові

корені (рис. 2). Елементи метамера мають не лише єдине походження, але й об'єднані трофічними та метаболічними зв'язками.

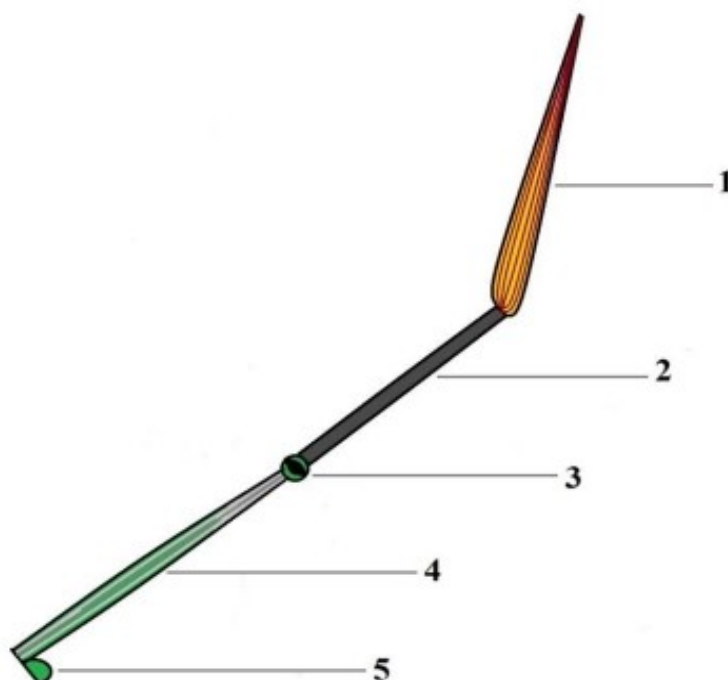


Рис. 2. Схема будови метамера хлібних злаків:

1 – листова пластинка; 2 – піхва листка; 3 – вузол; 4 – міжвузля; 5 – бічна брунька в основі міжвузля

Усі онтогенетичні зміни і трансформації зумовлені діяльністю меристемних тканин, із яких утворюються всі органи рослин. Основна функція меристеми, незалежно від її локації (апикальна, інтеркалярна, бічна), полягає в поетапному, генетично обумовленому формуванні вегетативних і генеративних органів рослини. Апикальна (верхівкова) меристема конуса наростання стебла зернових колосових культур формує зачатки метамерів, при цьому відповідно до спадкової програми та екзогенних чинників у певний період вона переходить на утворення і виділення метаморфізованих метамерів якісно нових органів рослин.

Іншою важливою концепцією, на основі якої вдосконалено систему поділу етапів органогенезу рослин і виділено іншу їх кількість, є уявлення про те, що галуження стебла, яке приводить до виникнення нових органів, є результатом діяльності точок росту рослинного організму. Так, із точок росту в пазухах листків головного стебла формуються бічні стебла, із точок росту в пазухах приквіткових метамерів колосового стрижня формуються колоскові

осі, із точок росту метамерів колоскового стрижня розвиваються квітки, із точок росту метамерів квіткової осі (квіткового стрижня) розвиваються елементи квітки. Ця інформація базується на уявленні про те, що генеративні органи рослин є метаморфізованими вегетативними метамерами рослин.

Третьою важливою складовою, покладеною в основу вдосконалення поділу онтогенезу рослин на певні етапи, була спроба спростити використання поданої схеми поділу на практиці, а саме визначати етапи органогенезу не лише шляхом дослідження конуса наростання в лабораторних умовах, але й легко їх визначати візуально, за зовнішніми морфологічними змінами рослин. Це можна зробити на підставі знання існуючих внутрішніх закономірностей розвитку стебла зернових колосових культур.

Перший етап органогенезу – вичленування вегетативних метамерів на конусі наростання. Він характеризується формуванням і виділенням на конусі наростання вегетативних метамерів префлоральної зони рослин, із яких у подальшому утворюються листкові піхви, листкові пластинки, міжвузля, вузли й бічні бруньки в нижній частині метамерів, тобто всі елементи вегетативної сфери. Виокремлення примордіїв вегетативних метамерів відбувається на конусі наростання циклічно, починаючись із формування меристемного бугорка. Через певний час він трансформується у валик, який охоплює конус наростання (рис. 3). Далі, завдяки нерівномірному розростанню клітин, валик перетворюється на безбарвний комірець, який переростає у плівчастий ковпачок (капюшон). Ці утворення меристематичні, вони не мають ознак зовнішньої та внутрішньої диференціації і називаються примордіями. Через деякий час ріст верхівки капюшона завершується, і вона стає верхівкою листкової пластинки. У подальшому видовження листкової пластинки, піхви й лігули відбувається за рахунок поділу тканин інтеркалярної (вставної) меристеми.

Процеси формування морфологічних зачатків вегетативних метамерів відбуваються синхронно: як тільки валик трансформується в комірець, меристемний бугорок перетворюється на валик; у той час коли капюшон перетворюється на справжній асимілюючий листок, комірець трансформується у ковпачок і т. д.

У спеціальній науковій літературі час між закладанням двох суміжних листкових примордіїв зветься пластохроном, а період від

формування меристемного бугорка до утворення з нього справжнього листка – пластохронним циклом.

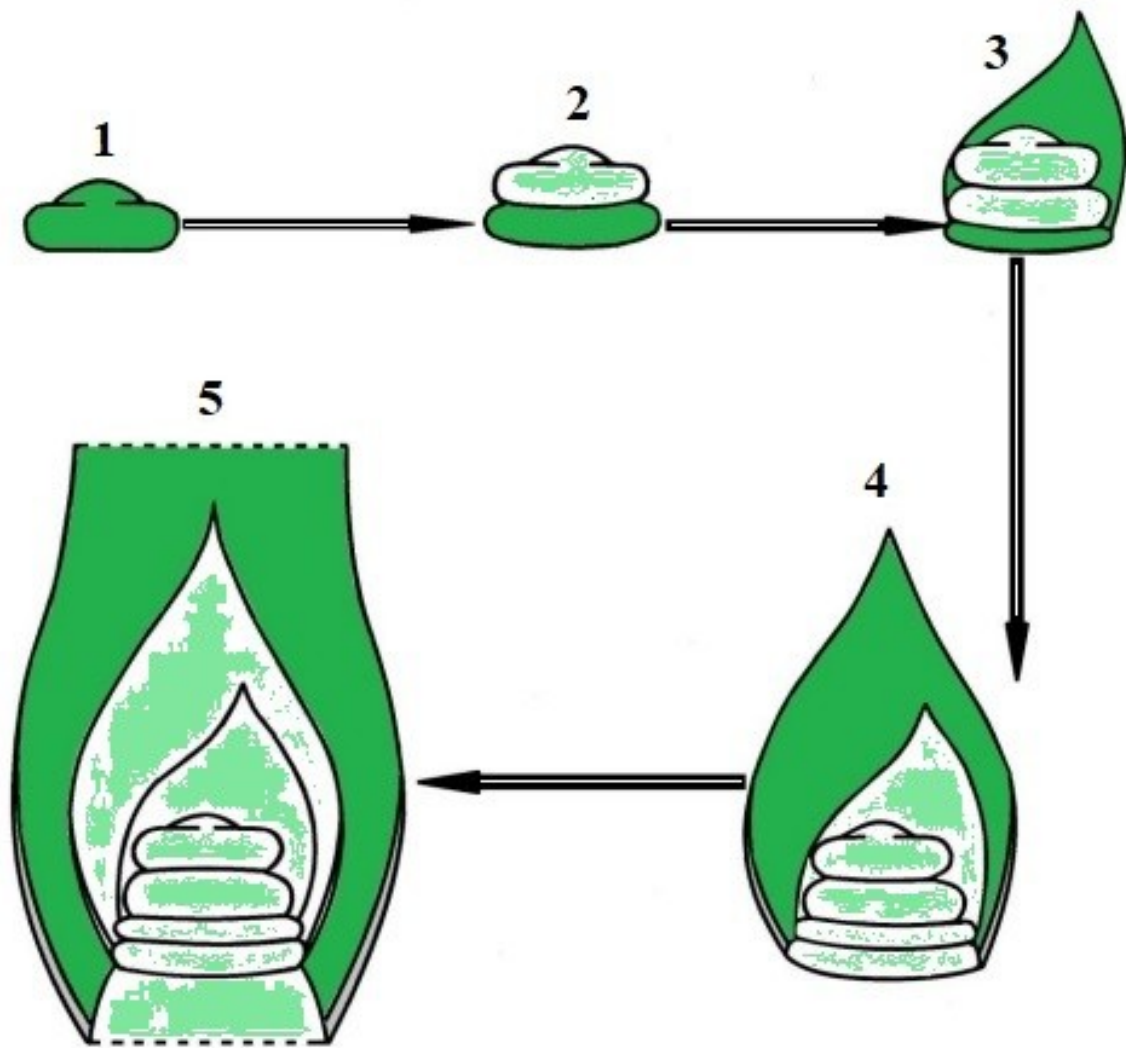


Рис. 3. Морфологічні фази розвитку вегетативних метамерів під час першого етапу органогенезу:

1 – меристемний бугорок; 2 – валик; 3 – комірець; 4 – ковпачок (капюшон); 5 – справжній (асимілюючий) листок

Перший період органогенезу починається від моменту формування точки росту недиференційованого зародка зернівки на материнській рослині. Вичленування конусом наростання вегетативних метамерів на першому етапі органогенезу переривається періодом спокою насіння і відновлюється з початком його проростання.

Перший етап органогенезу відокремлюється від другого етапу умовами вирощування, і поки погодні умови не зміняться, рослини будуть знаходитися на першому етапі органогенезу. Наприклад, якщо рослини пшениці вирощувати в умовах короткого дня або за

несприятливої температури для проходження стадії яровизації (часто відмічається на посівах пшениці озимої в теплу осінь), конус наростання не переходить до якісно нового етапу функціонування і продовжує вичленовувати зачатки вегетативних метамерів.

Під час проходження першого етапу органогенезу конус наростання поступово збільшується в розмірі. У цей період його довжина становить 0,1–0,3 мм. Як було зазначено раніше, перший етап органогенезу і загалом органогенез починається ще на материнській рослині від моменту формування точки росту зародка і закінчується тоді, коли конус наростання починає вичленовувати зачатки генеративних метамерів колосової (центральної) осі.

Другий етап – вичленовування зачатків генеративних метамерів колосової осі (стрижня колосу). Процеси, що відбуваються під час другого етапу органогенезу, базуються на метамерній концепції росту та розвитку зернових колосових, відповідно до якої суцвіття зернових культур – це метаморфізований листкостебловий пагін, який складається з видозмінених метамерів. Важливо розуміти, що справжнє суцвіття зернових культур – це колосок, який розташовується на бічних стрижнях, що відходять від центрального (головного) стрижня колоса.

Так само як і метамери вегетативної сфери, метамери колосової осі (стрижня складного колоса) складаються з метаморфізованих зачатків листкової пластинки, вузла, міжвузля і точки росту в основі метамера. Листкові пластинки метамерів колосової (центральної) осі редуковані до листків типу приквітників і приквітничків (брактей). Членики колосового стрижня – це сильно вкорочені аналоги міжвузлів вегетативних метамерів. Бічні бруньки в основі метамерів колосової осі розвиваються в осі другого порядку (проміжні), а бічні бруньки в основі метамерів проміжної осі дають початок окремим колоскам, кількість яких – це родова ознака злаків (рис. 4).

У період коли конус наростання починає виділяти метамери центральної колосової осі, його довжина зростає до 0,6–0,8 мм. На ньому добре помітні листкові валики, у пазухах яких формуються точки росту бічних (колоскових) стрижнів. Сегментація зачатків метамерів центральної осі колоса найшвидше відбувається на початку проходження другого етапу органогенезу. Зокрема, на початку цього етапу в колосових культур майже одночасно з'являються від чотирьох до восьми зачатків метамерів центральної

осі суцвіття. Інші метамери центрального стрижня з'являються через кожні шість–десять годин.

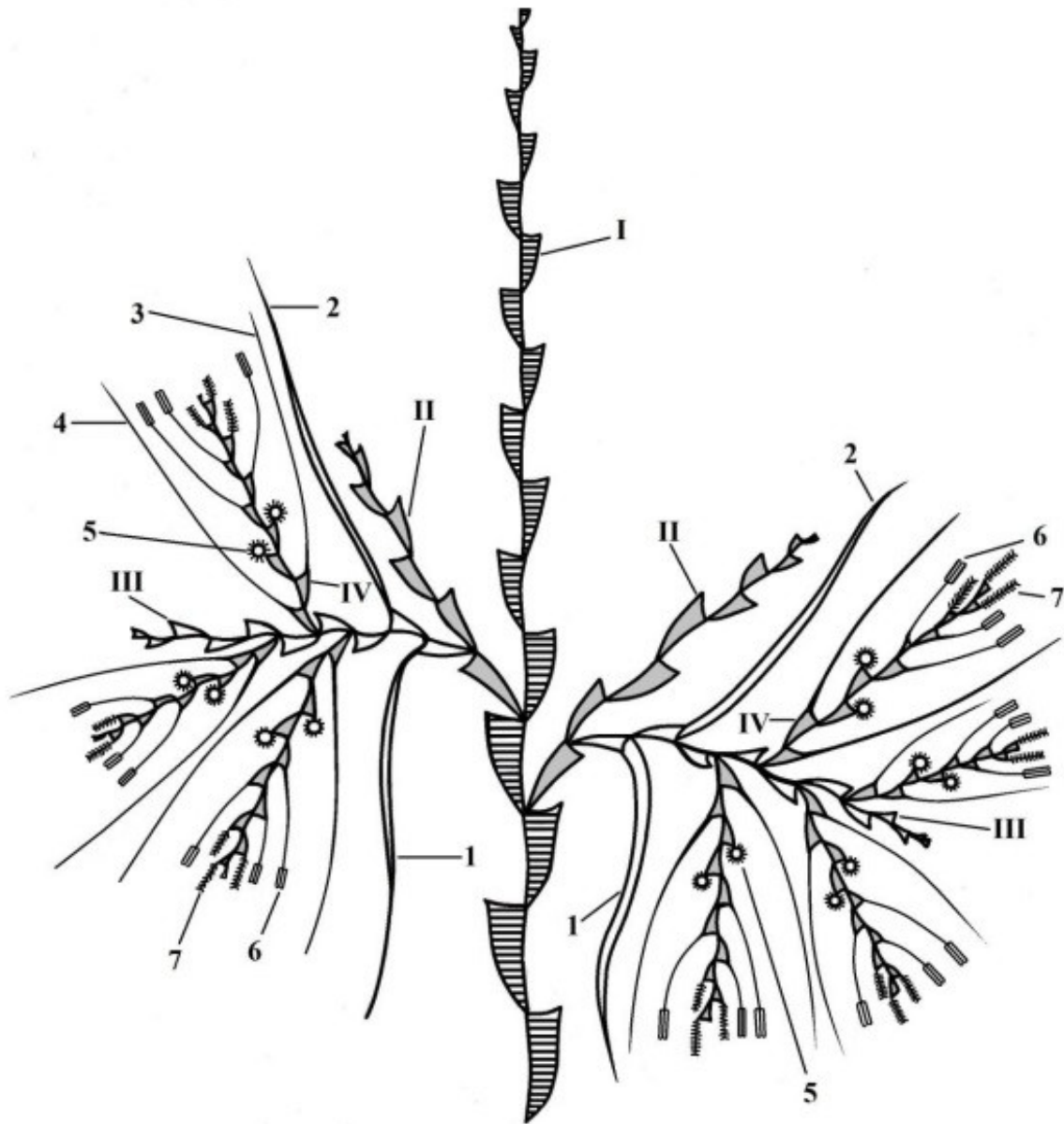


Рис. 4. Схема будови триквіткового (зліва) і чотириквіткового (справа) колосків пшениці:

I – центральний (колосовий) стрижень; II – стрижень другого порядку (проміжний); III – стрижень третього порядку (колосковий); IV – стрижень четвертого порядку (квітковий). Складові елементи колоска і квітки: 1, 2 – зовнішня і внутрішня колоскові луски; 3 – внутрішня і 4 – зовнішня квіткові луски; 5 – лодикули; 6 – тичинка; 7 – плодолистки

Із другого етапу органогенезу в рослин починається перехід до репродукції. Тривалість і умови проходження цього етапу визначають розміри суцвіть рослин. Затримка розвитку рослин на

другому етапі органогенезу, спричинена низькими температурами й довгою тривалістю світлового дня, забезпечує збільшення кількості метamerів колосового стрижня, а отже, і кількості колосків у колосі. У разі погіршення умов розвитку рослин, які перейшли до другого етапу органогенезу, вони можуть знову «повернутися» до вичленювання зачатків вегетативних метamerів, тобто до першого етапу органогенезу.

Третій етап – формування колосових горбків. Під час цього етапу в пазухах приквітників на осі суцвіття з'являються конуси наростання другого порядку – колосові горбки. У пшениці, жита і тритикале бічні конуси наростання зазвичай формують по одному колоску. Проте за певних обставин (нетипові погодні умови, режим живлення, застосування фітогормональних препаратів) можуть формуватися галузисті колоски за рахунок значного видовження (розростання) осей другого і третього порядків (проміжних і колоскових відповідно). На проміжних осях утворюються колоски, на колоскових осях – окремі квітки (рис. 4).

Від умов проходження третього етапу органогенезу залежить один із найважливіших структурних елементів урожаю – кількість колосків у колосі. У цей період конус наростання продовжує збільшуватися в розмірах. Характерною особливістю третього етапу органогенезу є утворення і функціонування бічних конусів наростання разом із діяльністю апікальної меристеми головного конуса наростання. Разом із тим під час проходження цього етапу органотворча діяльність верхівкової меристеми поступово згасає і активізується діяльність інтеркалярної меристеми міжвузлів, завдяки чому конус наростання виноситься на поверхню ґрунту.

Несприятливі умови для проходження третього етапу органогенезу (високі температурні показники, недостатня освітленість, нестача вологи й елементів мінерального живлення) призводять до значного зменшення кількості колосків у колосі.

Четвертий етап – диференціація зачатків квіток у колосі. Цей етап органогенезу збігається в часі з ростом другого надземного міжвузля. Основний процес на цьому етапі – формування квіток у колосках. У першу чергу в колосках виділяються колоскові луски. Після цього в кожній квітці починають виділятися спочатку нижня квіткова луска, трохи пізніше – три тичинкових горбика і дві лодикули. Потім між тичинковими горбиками з'являється горбик зав'язі, та майже одночасно з нею – внутрішня квіткова луска.

У колосових культур закладається різна кількість квіток у колосах. У ячменю – зазвичай одна, у жита – від двох до чотирьох, у пшениці та тритикале – від восьми до десяти. У кожному колоску найбільш розвиненою формується нижня квітка. Кожена наступна квітка менша за розмірами. Серед закладених квіток у колосках, якщо їм не вистачатиме вологи та поживних елементів, першою редукуватиметься верхня квітка. Редукція відбувається в напрямку від верхньої до нижньої квітки, яка міститься в основі колоска.

Процеси редукції закладених морфоструктур підпорядковуються закону, що в агрономічній літературі формулюється так: «Той, хто останнім зайшов, виходитиме першим». Відповідно до цього закону в разі погіршення умов росту та розвитку рослин першими будуть редукуватися морфологічні структури, які закладалися останніми. Цей закон поширюється на всі структурні складові рослини: стебла, колоски, квітки. Зокрема, якщо в колосі останнім формується верхній колосок, то в разі погіршення факторів вирощування рослин він буде редукуватися першим. Так само, якщо рослини добре розкущилися і сформували, наприклад, вісім стебел, то з погіршенням умов їх росту та розвитку першим буде редукуватися стебло, закладене в останню чергу, далі – те, що було закладене перед ним і т. д.

Першими починають диференціюватися колоскові горбики в середній частині колоса. Далі диференціюються колоскові горбики верхньої та нижньої частин колоса. Достатня забезпеченість рослин поживними речовинами, світлом, вологою і сприятливий температурний режим забезпечують закладання більшої кількості добре розвинених квіток у колосках і в колосі загалом.

У квітках зернових культур тичинки називаються мікроспорофілами, а угруповання мікроспорофілів – андроцеєм. Тичинка складається з тичинкової нитки та пильника. Сукупність плодолистиків (макроспорофіл) формує маточку (гінецей). Маточка складається з нижньої розширеної частини – зав'язі, яка поступово переходить у стовпчик. У верхній частині стовпчик закінчується приймочкою. У тичинках і маточці формуються спори.

Початок формування мікро- і макроспор у тичинках і маточці відповідно свідчить про початок якісно нового етапу органогенезу, пов'язаного з формуванням елементів безстатевого (спори) і статевого (гамети) розмноження. Коли настає п'ятий етап органогенезу, метамерна концепція розвитку рослин уже не діє, оскільки під

час переходу до мікро- і макроспорогенезу спостерігаються специфічні поділи археспоріальних клітин і формування спеціалізованих клітин, які здійснюють розмноження рослин. Усі ці процеси відбуваються в спеціальних органах і тканинах рослин.

П'ятий етап – мікро- і макроспорогенез. Під час проходження п'ятого етапу органогенезу археспоріальні клітини генцею та андроцею двічі поділяються шляхом мейозу, у такий спосіб утворюються тетради гаплоїдних мікро- і макроспор. Мікроспори – це клітини, в яких ядро оточене густою цитоплазмою. Вони дають початок чоловічому гаметофіту.

У цей же час у молодих насінневих бруньках у нуцелусі серед меристематичних клітин починає виділятися більш інтенсивним ростом одна клітина. Її називають материнською клітиною макроспори. Вона дає початок формуванню зародкового мішка.

Макроспорогенез починається з поділу материнської клітини макроспори (археспоріальної клітини). Вона двічі ділиться методом мейозу, унаслідок чого утворюються чотири макроспори, три з яких через деякий час розпадаються, а четверта розростається і дає початок зародковому мішку.

Шостий етап – гаметогенез. Під час цього етапу формуються чоловічі та жіночі статеві клітини – гамети, після злиття яких утворюється зигота. Процеси формування чоловічих і жіночих статевих клітин відбуваються майже одночасно. Утворення чоловічої гамети починається з поділу мікроспори. Перед поділом вона значно збільшується в розмірах, після чого шляхом мітозу поділяється на дві різні за розміром клітини. Більша клітина називається вегетативною, менша – генеративною. Після цього генеративна клітина ділиться на дві клітини (чоловічі гамети) однакового розміру. Цей поділ може відбуватися не лише в пилку, але й після його потрапляння на приймочку маточки і навіть під час проростання пилку в пилковій трубці.

Жіноча гамета розвивається з уцілілої мегаспори в зародковий мішок. Він локалізований у середині нуцелуса насінної бруньки. У середині зародкового мішка починається поділ ядра шляхом мітозу без поділу цитоплазми. Після трьох послідовних поділів утворюється зародковий мішок, у середині якого знаходяться вісім ядер, по чотири біля кожного полюса.

Потім від кожного полюса відокремлюється по одному ядру. Вони переміщуються в центр зародкового мішка і зливаються. У

результаті цього утворюється вторинне ядро зародкового мішка, а в подальшому – вторинна клітина.

У верхній частині зародкового мішка з трьох ядер формуються три клітини. Найбільша центральна клітина – це жіноча статеві клітина (яйцеклітина). Інші дві клітини, які містяться поряд із яйцеклітиною, – це клітини-супутниці (синергіди). Три ядра в нижній частині зародкового мішка формують клітини-антиподи.

У кінці шостого етапу органогенезу у квітках містяться зрілий пилок і готовий до запліднення зародковий мішок. Кінець цього етапу збігається з фенологічними фазами колосіння та цвітіння. У цій фазі рослини особливо чутливі до вологи, температури, освітленості й вмісту елементів мінерального живлення.

Сьомий етап – зиготогенез. Після потрапляння пилку на приймочку маточки починається його проростання. Під час проростання пилку в пилкову трубку переходять дві чоловічі гамети (спермії) і вегетативне ядро, яке зазвичай руйнується ще до проникнення пилкової трубки в зародковий мішок.

Після того як пилкова трубка потрапляє в зародковий мішок, її кінець розкривається і чоловічі гамети виходять із неї. Одна з гамет з'єднується з яйцеклітиною, у результаті чого утворюється зародок; інша – із вторинною клітиною, що приводить до утворення ендосперму. Цей процес називається подвійним заплідненням, оскільки утворюються дві зиготи: зародку й ендосперму. Через кілька годин після запліднення починається поділ клітин, який більш активно проявляється в зиготи, яка дає початок ендосперму.

Численні експерименти з вивчення особливостей розвитку зиготи доводять доцільність віднесення до сьомого етапу органогенезу періоду від моменту утворення зиготи до початку диференціації зародка. Характерна особливість сьомого етапу органогенезу – поділ і збільшення розмірів зиготи без диференціації клітин. Це так званий стан передзародка (проембрію). Тривалість етапу передзародка за нормальних умов проходження в зернових колосових культур зазвичай становить п'ять–сім днів.

Стан проембрію закінчується, як тільки починається генетично обумовлена диференціація структур зародка. Деяке випередження розвитку ендосперму порівняно із зародком має важливе значення для виживання рослин, оскільки це дає можливість забезпечити певний запас поживних речовин для нормального початку росту та розвитку заплідненої яйцеклітини до моменту, коли зародок

сформує власну провідну систему і почне живлення за рахунок лізису клітин ендосперму.

Із початком диференціації зародка цикл індивідуального розвитку стебла завершується, оскільки від цього моменту починається формування точки росту зародка і відмічається активізація його апікальної (верхівкової) меристеми, яка починає вичленювати вегетативні метамери.

Разом із тим доцільно продовжити поділ на певні періоди розвитку нової зернівки на материнській рослині, оскільки її розвиток має важливе практичне значення, адже саме після проходження сьомого етапу органогенезу починають формуватися насінневі (лабораторна схожість, енергія проростання та ін.) і продовольчі властивості (вміст і склад білка, маса 1000 зерен, натурна маса та ін.) зернівки. Ураховуючи це, академік М.А. Ламан вважає за доцільне виділити ще три етапи органогенезу рослин зернових колосових.

Восьмий етап – ембріогенез. У цей період відбуваються формування і ріст зародка зернівки. Цей етап розпочинається з появою перших ознак диференціації зародка. У першу чергу починається розростання однієї з апікально-латеральних областей передзародка в бік плаценто-халази. Дещо пізніше утворюється зона точки росту, яка в подальшому забезпечує утворення зачатків корінців, колеоптиля і вегетативних метамерів рослин. Одночасно з розвитком сегментів зародка продовжується активний ріст зернівки. До кінця цього етапу органогенезу зернівка пшениці досягає свого максимального розміру, має сформовані структури зародка і здатна до проростання.

Дев'ятий етап – ендоспермогенез. У цей період відбувається накопичення поживних речовин у зернівці за рахунок їх відтоку зі стебла, листків і осей колосу. Початок цього етапу збігається з початком молочної фази зернівки і завершується, коли зернівка досягає тістоподібного стану – початку воскової стиглості. У кінці ендоспермогенезу акумуляція поживних речовин у зернівці закінчується, вміст води в ній зменшується до 37–42 %. До кінця цього етапу зернівка досягає максимальних лінійних параметрів.

Разом із формуванням ендосперму в зернівці відбувається спеціалізація та розвиток структур зародку зернівки. Важливо відмітити, що активне накопичення і відкладання крохмалю в зернівці починається після закінчення формування зародка і його

власної провідної системи. Саме в цей період формується алейроновий прошарок клітин і наповнюється білком.

Достатня забезпеченість рослин вологою і поживними речовинами за невисокої температури (близько 20–25 °С) сприяє збільшенню маси 1000 насінин і їх натурної маси. Сума ефективних температур, потрібних для реалізації генетичного потенціалу продуктивності пшениці озимої під час наливу зерна, є відносно сталим показником і становить 650–700 °С. Таким чином, чим більше середньодобова температура повітря перевищує оптимальний показник для наливу зерна, тим коротшим стає цей період, а це, у свою чергу, призводить до погіршення товарних властивостей зернівки – маси 1000 зерен, їх натурної маси, виповненості.

Десятий етап – етап фізіологічного дозрівання насіння. Це заключний етап органогенезу зернових колосових рослин, під час якого поживні речовини перетворюються на запасні. Він збігається з фенологічними фазами воскової та повної стиглості. Тривалість цього етапу варіюється в значному діапазоні – від одного дня до двох-трьох місяців.

Наведені десять етапів органогенезу – це періоди, під час проходження яких формуються важливі структури рослин, що визначають рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності рослин. Під час першого етапу органогенезу формується загальна та продуктивна куцистість рослин. Другий етап відповідає за кількість колосків у колосі; третій і четвертий – за кількість зерен у колосках і колосі; п'ятий, шостий і сьомий – за фертильність квіток колосків; дев'ятий – за виповненість зернівки (масу 1000, натуру зерна). Від умов росту та розвитку рослин на кожному з цих етапів залежить ступінь розкриття генетичного потенціалу продуктивності рослин за кожним зі структурних елементів урожаю.

1.4. Теоретичне обґрунтування закономірностей закладання і формування головного та бічних стебел пшениці

Певні закономірності процесів росту головного та бічних стебел колосових зернових ґрунтуються на метамерній концепції формування метамерів вегетативної зони рослин, відповідно до якої

від початку виокремлення зачатків до закінчення росту метамер послідовно проходить різні морфологічні стани.

Єдиної думки щодо кількості морфологічних стадій розвитку метамера вегетативної зони рослин немає. Є кілька різних підходів, згідно з якими виділяються від п'яти до дев'яти різних морфологічних стадій розвитку метамерів. Серед них, на нашу думку, найбільш точно ці зміни відображає п'ятистадійна шкала поділу ростових морфологічних перетворень метамера, запропонована Т.І. Серебряковою. Науковець відмічає, що листкові примордії, які формуються на апексі (верхівці) конуса наростання, послідовно проходять п'ять морфологічних фаз: 1 – меристематичний бугорок; 2 – кільцеподібний валик; 3 – коміречь; 4 – ковпачок (капюшон); 5 – розгорнутий зелений листок (рис. 3). Перевагою запропонованої шкали поділу морфологічних стадій розвитку вегетативних метамерів є те, що вони ґрунтуються на якісних переходах у роботі апікальної, інтеркалярної та бічних меристем рослинного організму.

На підставі накопиченого експериментального матеріалу для кращого уявлення розвитку вегетативних метамерів стисло охарактеризуємо якісні й відповідні їм морфологічні стадії.

Перша морфофаза – виокремлення недиференційованої меристематичної тканини на апексі конуса наростання.

Друга морфофаза – виокремлення на конусі наростання нового метамера. Морфологічно відповідає стану кільцевого валика та комірця. Виокремлююча частина конуса наростання називається інсерційним диском листкового примордія – зачатка майбутнього вузла та міжвузля стебла. Ця структура має важливе значення ще й тому, що в ньому, по інший бік диска, міститься зачаток бічної бруньки.

Третя морфофаза – завершення роботи апікальної меристеми, формування і діяльність інтеркалярної меристеми, завдяки якій послідовно формуються листкова пластинка, піхва листка і міжвузля. Ця стадія фенологічно проявляється як стан капюшона.

Четверта морфофаза – формування в зачатку метамера власної провідної системи (прокамбіальних тяжів) і окреслення бічної пазушної бруньки в пазусі листкового примордія, оскільки гістологічно вона формується у третьому від поверхні шарі конуса наростання. Морфологічно проявляється у вигляді ковпачка.

П'ята морфофаза – перетворення ковпачка на зелений асимілюючий листок. У цей час відбувається перехід на автотрофне живлення. На цьому пластохронний цикл завершується.

Виділення п'яти якісно різних морфологічних станів конуса наростання дає можливість розглянути просторово-часові відношення в рості головного та бічних стебел. Нагадаємо, що бічна брунька як самостійний меристематичний горбок виокремлюється під час четвертої морфофази, оскільки розвиток бічної бруньки відстає від головної на три стадії (елементарні пластохрони). Це означає, що перший зелений асимілюючий листок на бічному стеблі першого порядку з пазухи першого листка на головному стеблі буде розгорнутий, коли на головному стеблі з'явиться листкова пластинка четвертого листка ($4-3=1$). Відповідно, для стебла з пазухи другого листка на головному стеблі – коли на головному стеблі буде розгорнута пластинка п'ятого листка ($5-3=2$), для пагона з пазухи третього листка – пластинка шостого листка ($6-3=3$) і т. д.

Розглянута просторово-часова узгодженість закладання та росту листків і бічних пазушних бруньок дозволяє визначити теоретичну максимальну кількість листків на рослині, знаючи їх кількість на головному стеблі. Так, у фазу п'яти розгорнутих листків на головному стеблі в «ідеальній» рослині теоретично можуть бути: пагін у пазусі колеоптиля з трьома розгорнутими листками, у якого є пагін (пагін другого порядку) у пазусі передлистка з одним розгорнутим листком; пагін у пазусі першого листка з двома розгорнутими листками та пагін у пазусі другого листка з одним листком. Таким чином, у рослини, яка має на головному стеблі п'ять розгорнутих листків, може бути максимум 12 листків.

Так само можна розрахувати максимальну кількість листків на «ідеальній» рослині, яка на головному стеблі несе сім розгорнутих листків. У неї буде пагін у пазусі колеоптиля з п'ятьма розгорнутими листками, в якого є пагін у пазусі передлистка (пагін другого порядку) із трьома розгорнутими листками, який також у пазусі свого передлистка має власний пагін (пагін третього порядку) з одним листком (рис. 5). Крім цього, колектильний пагін несе пагін другого порядку з пазухи першого листка з двома листками і пагін другого порядку з пазухи другого листка з одним листком. Із пазухи першого листка виходитиме бічний пагін із

чотирма розгорнутими листками, в якого є пагін у пазусі передлистка з двома розгорнутими листками і пагін у пазусі першого листка з одним листком. Із пазухи другого листка виходитиме бічний пагін із трьома листками, який також несе власний пагін (бічний пагін другого порядку з пазухи передлистка) з одним розгорнутим листком.

У пазусі третього листка буде розвиватися бічний пагін другого порядку з двома розгорнутими листками, а в пазусі четвертого листка головного стебла – бічний пагін з одним розгорнутим листком. Таким чином, максимальна кількість листків на рослині, в якій на головному пагоні розгорнуто сім листків, у сумі становитиме 33 розгорнутих листки (рис. 5).

У реальних умовах отримати «ідеальну» рослину з максимальною кількістю листків залежно від їхньої кількості на головному стеблі неможливо, оскільки різні стреси порушують узгодженість органоутворюючих процесів, при цьому аналіз зовнішнього морфологічного стану рослини дозволяє описати хід її розвитку та силу впливу стресових чинників.

Інша особливість морфоструктури рослин пов'язана з тим, що бічна пазушна брунька відстає від верхівкової на три пластохрони. Це дає нам можливість точно визначити кількість листків на бічних стеблах, знаючи їхню кількість на головному стеблі. Наприклад, якщо на головному стеблі розвиваються сім листків, то на пагоні з пазухи першого листка можуть сформуватися чотири листки, із пазухи другого листка – три листки, із пазухи третього і четвертого листків – лише пагони з двома й одним листком відповідно.

Звідси виходить, що ймовірність формування близького за продуктивністю з головним фертильного стебла з пазухи другого листка низька, а з пазухи третього листка фертильний пагін узагалі не може утворитися, оскільки він мав би максимум два листки.

Ураховуючи те, що від початку формування з апікальної меристеми конуса наростання горбка й до розгортання з нього асимілюючого листка проходить послідовна узгоджена зміна п'яти якісних морфофаз розвитку, легко зрозуміти: коли конус наростання переналаштовується на виокремлення генеративних метамерів, у різних якісних морфофазах на головному стеблі наявні п'ять листків, які з часом розгортаються. Отже, кожен з етапів формування генеративних органів може бути ідентифікований за появою певного листка. Номер листка на головному стеблі від

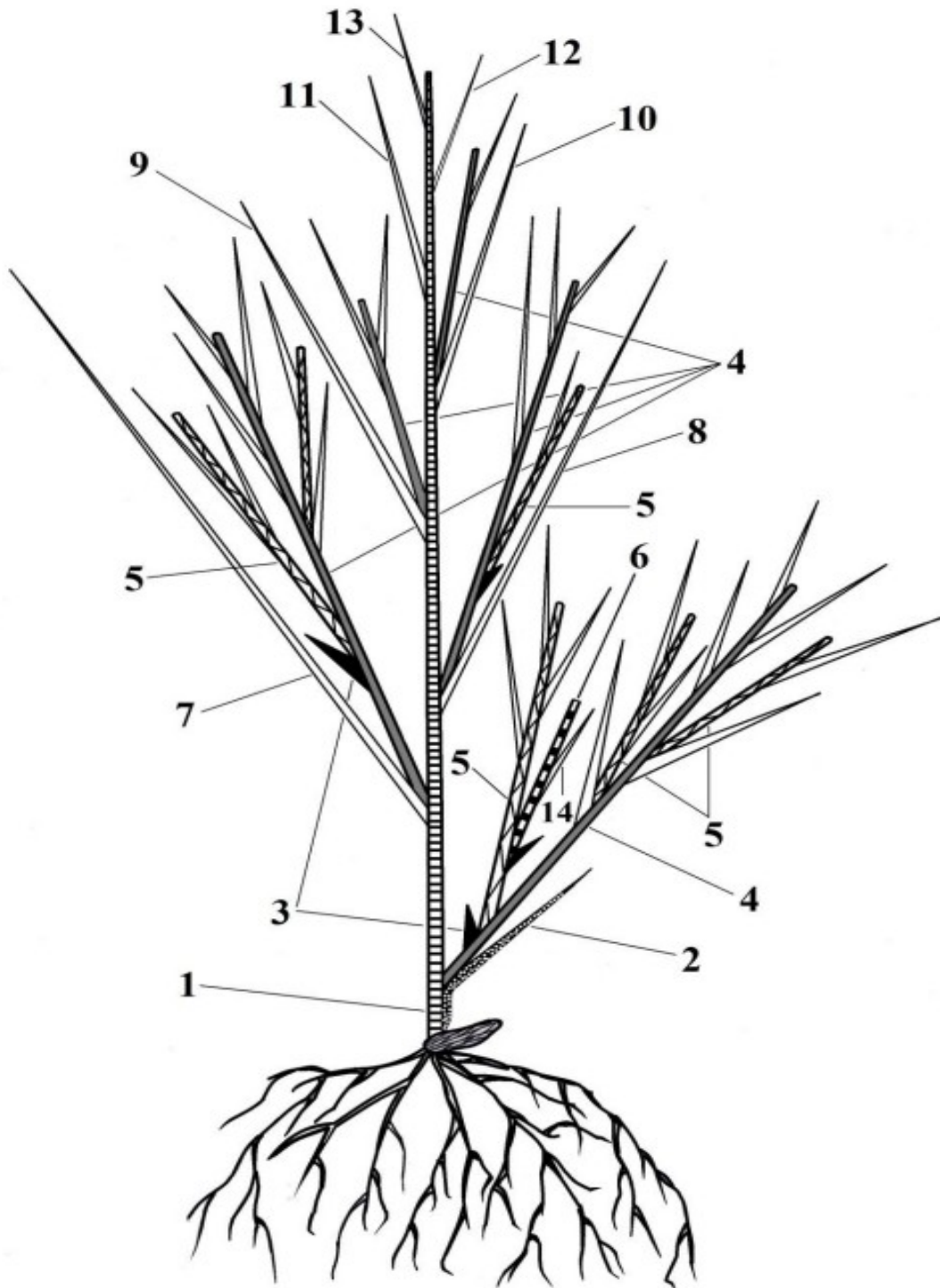


Рис. 5. «Ідеальна» рослина пшениці з максимально можливою кількістю листків і стебел:

1 – головне стебло; 2 – колеоптіль; 3 – передлисток бічних стебел; 4 – бічні стебла першого порядку; 5 – бічні стебла другого порядку; 6 – бічне стебло третього порядку; 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 – перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий листки відповідно; 14 – листок стебла третього порядку

верхівки до основи, з появою якого починається формування члеників колосового стрижня, можна визначити, лише знаючи загальну кількість листків, що зумовлено сортовою ознакою.



2. АСПЕКТИ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

2.1. Сучасні підходи до визначення строків сівби та глибини загортання насіння

Зазвичай в озимих зернових культур в осінній період, залежно від погодних умов, відмічається п'ять–сім основних ризиків, пов'язаних зі шкідниками, хворобами та бур'янами. За осінню вегетацію доцільно хоча б двічі відбирати рослинні зразки для того, щоб дізнатися, в якому вони стані й чого їм не вистачає.

Є строки сівби пшениці озимої, які дають загальне уявлення та певний орієнтир. Однак при виборі строку сівби доцільно також урахувати температурні показники, зокрема температуру ґрунту на глибині загортання насіння – 3,0–4,0 см від поверхні.

Раннім строком сівби, крім власне календарного періоду, вважається час, коли температура ґрунту на глибині 3,0–4,0 см становить 18–22 °С (рис. 6). Оптимальним строком сівби пшениці озимої вважають період, коли температура ґрунту на цій глибині становить 14–18 °С. За пізній строк сівби беруть час, коли температура на глибині загортання насіння становить 10–14 °С. Сівбу пшениці озимої, коли температура ґрунту перевищує 22 °С

або знижується менше 10 °С, вважають ультраранньою та ультрапізньою відповідно. Сівба пшениці озимої в період, коли температура ґрунту на глибині 3,0–4,0 см перевищує 22 °С або є меншою 10 °С, пов'язана з певними ризиками погіршення росту та розвитку рослин і, як наслідок, зі зниженням урожайності.

Рання сівба, температура ґрунту на глибині 3-4 см	18-22 °С
Оптимальний строк сівби (↓ 3-4 см)	14-18 °С
Пізній строк сівби (↓ 3-4 см)	10-14 °С
↑ 22 °С	ризики
	↓ 10 °С
Оптимальна тривалість сівба-сходи, днів	4-8
Тривалість фази сходів, тижнів	2-3
Оптимальна тривалість осіннього кущіння, тижнів	2-3

Рис. 6. Варіанти строків сівби пшениці озимої

Кращі умови для росту та розвитку рослин пшениці озимої складаються, якщо час від сівби до сходів становить шість–вісім днів. Варто визначати появу перших і останніх сходів. Якщо цей проміжок вкладається в три дні, це свідчить про достатню синхронність росту рослин, зумовлену достатньою кількістю вологи, вирівняною глибиною загортання насіння, якісним насіннєвим матеріалом і добре підготовленим ґрунтом. В ідеалі час між першими й останніми сходами має становити один день.

Важливо досягти синхронності росту та розвитку рослин. Це пов'язано з низкою причин, однією з яких є гербіцидний обробіток посівів. Ефективність дії гербіциду в більшості випадків має вузьке вікно застосування відносно фази, в якій перебуває рослина. Через це, якщо в посівах буде виражена диференціація рослин, ефективність гербіциду буде знижуватися; крім того, він може зашкодити окремим рослинам, які перебувають не в оптимальних фазах росту для конкретного гербіциду.

Досягти синхронного розвитку рослин важливо також тому, що в разі, якщо між сходами рослин є різниця у дві фази, наприклад, одна рослина перебуває у фазі третього листка, а друга – ще у фазі першого листка, то остання є бур'яном для першої

рослини. Така рослина не потрібна в біоценозі, оскільки в майбутньому вона буде давати або підгін, або підсід. Підгін формує маленький колос, непродуктивно витрачаючи речовини та вологу, а підсід є бур'яном, оскільки не формує суцвіття.

Для отримання високої врожайності зерна пшениці озимої важливо досягти оптимальних біологічних і фізіологічних показників росту та розвитку рослин. Виключно важливе значення має рівномірний розподіл насіння за глибиною загортання, яка в ідеалі має становити 2,0–2,5 см. Висота піхвової частини листа (відстань між верхнім вузлом кущіння і листовою пластиною) має становити 3,0–4,0 см. Якщо вона переростає чотири сантиметри, рослина вимушена додатково витрачати енергію, щоб перекачувати вологу та поживні речовини до листової пластини. Як наслідок, відбувається перевитрата вологи й елементів живлення, крім того, такі рослини стають схильними до вилягання.

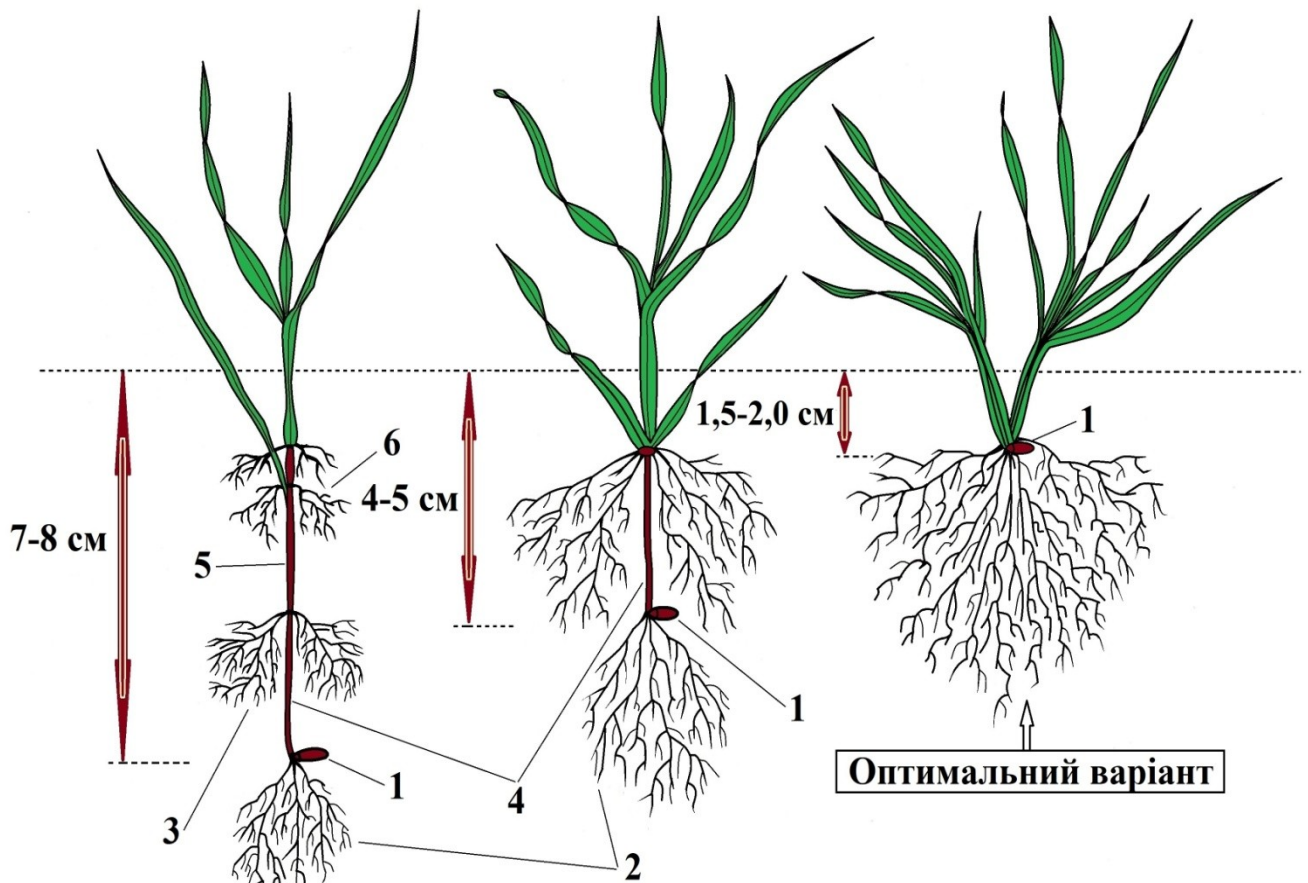
Як правило, видовження піхвової частини листка спостерігається на ранніх посівах. Для того щоб запобігти цьому, за ранніх строків сівби насіння варто обробляти регуляторами росту, у складі яких міститься діюча речовина мепікват-хлорид. У результаті цього рослини менше витягуються, стають компактнішими, набувають стійкості до вилягання.

В ідеалі довжина вторинної кореневої системи має бути не менше 3,0 см. Її утворення в осінній період вкрай важливе, оскільки при проведенні ранньовесняних підживлень по мерзлоталому ґрунту першими починають засвоювати азот саме вузлові корені, розташовані ближче до поверхні ґрунту. Поки азот досягне зародкових коренів, частина його втратиться. Ефективність підживлення по мерзлоталому ґрунту може знижуватися більш ніж на 30 %, якщо на момент його проведення довжина вузлових корінців менше 3,0 см. При цьому невикористаний азот промивається у ґрунтові води.

Важливо спрямувати зусилля на те, щоб восени рослини пшениці встигли сформувати нормально розвинені вузлові корені. У цьому відношенні важливе значення відіграє глибина загортання насіння і строк сівби. Чим пізніше і глибше висівається насіння, тим менше шансів у рослин сформувати добре розвинене вторинне коріння в осінній період через триваліший період сходів. Особливо ця проблема проявляється на ущільнених ґрунтах.

У добре розвинених рослин пшениці озимої зародкове коріння ще в осінній період може проникати в глибину на 100–110 см. Однак на ущільнених ґрунтах (щільність 1,4 г/см² і більше) із вираженою плужною підшвою кореням важко проникати в глибокі шари, тому іноді вони не можуть проникнути на глибину понад 15–20 см.

В ідеалі відстань від насіння до нижнього вузла зони кущіння рослин має становити не більше 1,0–1,5 см. Цей відрізок називають епікотилем (рис. 7). При його витягуванні витрачається більше енергії на постачання до вузла кущіння поживних речовин і вологи; крім того, зростає загроза ураження рослин шкідниками та хворобами, розтягується період проростання.



**Рис. 7. Морфозміни базальної зони
за різної глибини загортання:**

1 – насінина; 2 – зародкове коріння; 3 – корені нижнього вузла кущіння; 4 – епікотиль;
5 – видовжене перше нижнє міжвузля; 6 – вузлові корені

Оскільки глибина закладання вузлів кущіння, або зони кущіння – це генетично зумовлена величина, яка зазвичай

становить 1,5–2,0 см, довжина відрізка від насінини до зони кущіння прямо залежить від глибини загортання насіння. Отже, чим глибше висівається насіння, тим сильніше видовжується епикотиль і тим більше проявляються зазначені негативні наслідки. В окремих випадках, коли глибина загортання насіння перевищує 7,0 см, епикотиль не може самостійно виштовхнути вузли кущіння на глибину 1,5–2,5 см від поверхні ґрунту, тому відмічається видовження міжвузля, яке розташоване слідом за ним.

2.2. Оптимальний стан рослин пшениці озимої перед перезимівлею

Ідеально, щоб осіння кількість продуктивних стебел пшениці була на рівні 600–650 шт./м², хоча цілком достатньо і 500–550 шт./м² (рис. 8). У більш посушливих умовах нормальний показник – 450 шт./м². Існують різні механізми «докущування» рослин пшениці озимої весною. Зокрема, правильно застосовуючи добрива і морфорегулятори, цілком можливо збільшити кількість продуктивних стебел на 10–20 %.



Завдання: з осені сформувати 600-650 продуктивних стебел на 1 м²

Рис. 8. Зв'язок між продуктивним стеблостоєм і врожайністю зерна пшениці озимої

Практика показує, що оптимальною фазою входження рослин пшениці озимої в зиму є початок фази кущіння, а саме 22–23 мікрофази за міжнародною шкалою ВВСН (рис. 9). При цьому

візуально такі посіви виглядають не дуже презентабельно, проте вони мають добре розвинену кореневу систему і максимальний вміст моно- та олігосахаридів і вузлів кущіння.



Рис. 9. Візуальний вигляд рослин пшениці озимої перед перезимівлею

Перед входженням у зиму пошкодженість рослин пшениці озимої сисними шкідниками має бути не більше 1,0 %, кількість однорічних зимуючих бур'янів не повинна перевищувати 10 шт./м², багаторічних – 0,5 шт./м² (рис. 4). Сисні шкідники переносять віруси, тому в разі сильного пошкодження рослин різко знижується їхня стійкість до стресових чинників, виникає загроза значного зниження врожайності та якості зерна.

Загроза сисних шкідників значно зростає в посушливих умовах. У пошуках джерела вологи вони активно заселяють посіви соковитої пшениці та пошкоджують її. У місцях льоту цикадок посіви із часом жовтіють і на полі візуально видно світлі плями. Уражені рослини значно відстають у рості, сильно знижують урожайність або взагалі гинуть. Якщо на 1 м² знаходять три та більше сисних шкідники, варто передбачити інсектицидні обробки посівів.

Для зменшення кількості вірусів важливо закуповувати якісний насіннєвий матеріал із вмістом вірусів не більше 1,5 %. На

практиці після фази колосіння доцільно відвідувати посіви насіннєвих господарств, урожай яких планується закупувати. Уражені вірусами посіви й рослини можна побачити, насіння – майже неможливо. При цьому з насінини, ураженої вірусами, виростає вірусна рослина. Крім вірусів, у насіннєвих посівах можна побачити сортові домішки, ознаки ураження рослин курною і твердою сажкою, визначити загальний стан рослин. Отже, в агронома є можливість вибрати серед насіннєвих посівів різних спеціалізованих господарств кращий варіант.

Мікрофаза за шкалою ВВСН	22-25 (кущіння)
Кількість стебел, млн шт./га	8-10
Продуктивних стебел, млн шт./га	6-8
Довжина вторинних коренів, см	більше 3
Довжина зародкових коренів, см	більше 50
Висота піхви листка, см	3-4
Довжина епикотилля, см	до 2,0
Колоній гризунів, шт./га	до 0,5
Пошкоджень сисними, %	менше 1,0
Бур'янів однорічних зимуючих, шт.	до 10
Бур'янів багаторічних, шт.	до 0,5

Рис. 10. Оптимальний варіант для входження посівів пшениці озимої в зимовий період

Після сівби, починаючи з фази сходів, потрібно систематично обстежувати посіви пшениці на предмет поширення сисних шкідників. Щоб не допустити ураження рослин вірусами, із появою цикадок чи попелиць потрібно обробити посіви інсектицидами з додаванням ад'ювантів на основі органосиліконів, наприклад Сільвету або Сільвету голд.

2.3. Групи сортів пшениці озимої за гормональним типом

Важливою складовою технології вирощування є вибір сорту. За гормональним типом виділяють чотири типи сортів пшениці

озимої, серед них найбільш поширені сорти ауксинового (колосового), цитокінінового (густоколосового) і гіберелінового (щільноколосового) типів (рис. 11).

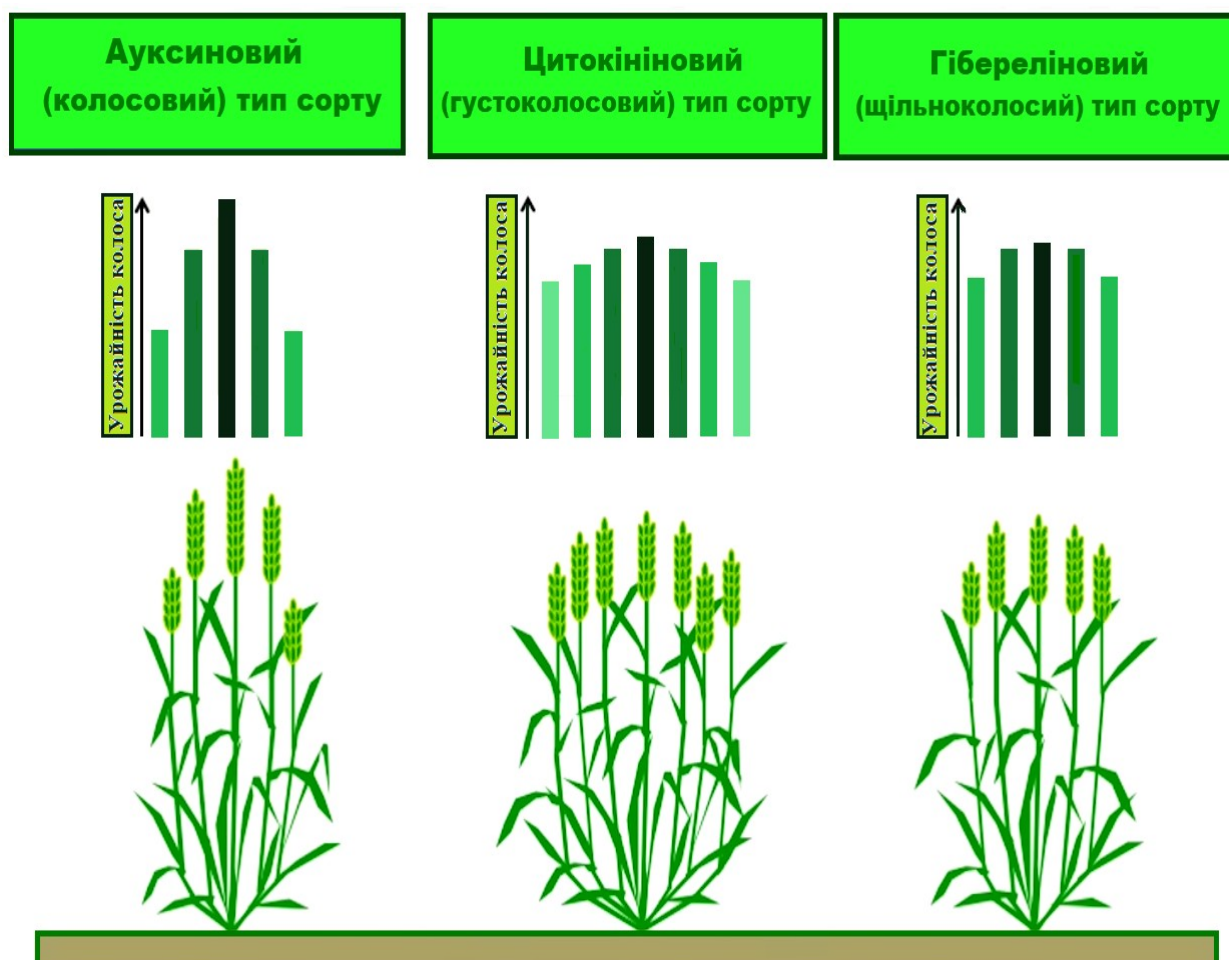


Рис. 11. Загальний вигляд сортів пшениці озимої різного гормонального типу

Сорти пшениці ауксинового типу характеризуються низьким коефіцієнтом продуктивного кущіння. Усі ресурси вони вкладають у колос головного стебла, тому його маса може досягати більше 2,0 г і більше, він завжди буде краще розвинений порівняно з колосами бічних стебел. Сорти цитокінінового типу добре кущуються і при цьому формують відносно однакові за продуктивністю колоса як головного, так і бічного стебел. Сорти гіберелінового типу формують щільний колос із більшою кількістю зерен у колосках. За куцистістю вони посідають проміжне положення між першими двома типами і, так само як сорти цитокінінового типу, формують майже однакові за продуктивністю головні й бічні колоса.

Сорти пшениці озимої ауксинового типу краще підходять для пізнього строку сівби, оскільки їм не потрібно кущитися. Сорти цитокінінового і гіберелінового типів краще висівати раніше, щоб у них було більше часу для кушіння.

Для сортів цитокінінового типу допустимий діапазон норми висіву насіння значно ширший, ніж для сортів ауксинового типу, оскільки низьку норму висіву вони компенсують підвищенням продуктивного кушіння. У виробничих дослідженнях, сорти пшениці цитокінінового типу за норми висіву насіння в діапазоні від 1,0 до 5,0 млн шт./га формували фактично однакову врожайність.

В одному з дослідів, навіть за норми висіву насіння 200 тис. шт./га, урожайність зерна сортів пшениці цитокінінового типу була на одному рівні з варіантами норми висіву насіння 5,0 млн шт./га. Низьку норму висіву насіння рослини компенсували коефіцієнтом продуктивного кушіння, який у середньому склав 24, тобто одна рослина формувала 24 стебла з колосом.

Слід мати на увазі, що чим менша норма висіву насіння застосовується, тим більшими є вимоги до технології вирощування, оскільки завдання полягає в тому, щоб досягти вищих показників продуктивного кушіння. Особливу увагу слід приділяти якості насінневого матеріалу і його передпосівній підготовці.

Вибираючи сорт, варто враховувати попередник, оскільки сорти по-різному на нього реагують. Зокрема, сорт, який показав найкращий результат після одного попередника, може мати найгірший результат після іншого. Нерідко виробники бракують високопродуктивні сорти пшениці озимої, оскільки не приділяють уваги вибору попередника.

Сорти цитокінінового типу врожайність зерна формують насамперед за рахунок кількості суцвіть і маси 1000 зерен. Вони потребують ранніх строків сівби й помірних норм висіву насіння, легше переносять посуху в період формування кількості квіток у колосках, однак сильно знижують урожайність зерна під час посухи в період кушіння (період формування продуктивних стебел).

Також сорти пшениці озимої висувають різні вимоги до агрофону. За однакового агрофону прибавка врожайності зерна в сортів із високою реакцією значно вища, ніж у сортів зі слабкою реакцією. Це обов'язково слід ураховувати, щоб раціонально витратити добрива, а відповідно – кошти. Зокрема, у разі внесення

високих доз добрив під сорти пшениці зі слабою реакцією на агрофон прибавка врожаю часто не перекриває витрат на підвищені дози добрив, тоді як на сортах із високою реакцією підвищені дози добрив перекривають вартість додаткових добрив.

Перехід на низькі норми висіву сортів пшениці цитокінінового типу потребує якісної підготовки насінневого матеріалу. Лише в цьому разі сівба з низькими нормами висіву насіння (1,0–2,0 млн шт./га) може забезпечити потрібний результат.

Основні вимоги до насінневого матеріалу пшениці озимої:

- сівба насінням першої-другої репродукції;
- вирівняність насіння за розмірами;
- відсутність щуплого і битого насіння;
- маса 1000 насінин не менше 40 г;
- схожість насіння від 94 % і більше;
- енергія проростання понад 90 %;
- щільність насіння – 1,25 г/см³ і більше;
- насінин, уражених вірусами, не більше 1,0 %.

Оскільки часто збирання врожаю зерна пшениці озимої розтягується, що може бути пов'язане з великими площами посіву при недостатній забезпеченості господарства зернозбиральною технікою або, наприклад, із погодними умовами, краще, щоб у господарстві вирощувалося декілька сортів різних груп стиглості. При цьому зменшується ризик втрат зерна від перестоювання на корені та знижується навантаження на технічний парк господарства.

Насінневі посіви слід збирати за вологості не нижче 14,0 %. В ідеалі вологість має становити 16,0–17,0 %. Якщо вологість зерна менша ніж 14,0 %, зростає ймовірність механічного пошкодження насінневого матеріалу, може частково сколюватися зернівка, відбиватися зародок. Таке насіння втрачає здатність до проростання.

2.4. Хвороби та шкідники пшениці озимої в осінній період. Механізми боротьби з ними

Значної шкоди проросткам пшениці озимої можуть завдавати гнилі. У сухих регіонах із річною кількістю опадів до 450 мм найпоширенішою є гельмінтоспоріозна коренева гниль (*Bipolaris sorokiniana*) (рис. 12). Оптимальні умови для її розвитку складаються за температури 20–25 °С і вологості повітря понад 90 %. Це

ефективно контролюється дотриманням сівозміни (зернових не більше 50 %) і загортанням рослинних решток у ґрунт.

У регіонах із річною кількістю опадів понад 450 мм більш поширеною є фузаріозна коренева гниль (*Fusarium spp.*). На перших етапах ураження відмічається загибель проростків, побуріння коренів, зони кущіння і підземної частини стебла, пізніше уражується прикоренева зона стебла, спостерігається формування повздовжніх плям на стеблі. У вологу погоду в місці ураження з'являється білий або рожевий наліт міцелію гриба. Втрати врожаю можуть досягати 10–20 %. Джерелом ураження можуть бути ґрунт, рослинні рештки й насіння. Оптимальними умовами для розвитку патогена є температура 10–25 °С і вологість ґрунту 40–80 % від ПВ. Як і у профілактиці гельмінтоспоріозних гнилей, ефективними заходами є сівозміна (не більше 50 % зернових культур) і загортання рослинних решток.



**Рис. 12. Зовнішній вигляд рослин пшениці, ураженої
гельмінтоспоріозною кореневою гниллю (зліва)
і фузаріозною (справа)**

Висока ймовірність ураження посівів офіобольозною кореневою гниллю (*Ophiobolus graminis*) (рис. 13) характерна для регіонів із річною кількістю опадів понад 600 мм і високою вологістю повітря. Під більшою загрозою перебувають посіви зернових, що вирощуються на високому агрофоні у сівозміні, насиченій бобовими культурами. Джерело ураження – ґрунт і рослинні рештки. Оптимальні умови для розвитку хвороб: температура 20–25 °С, кількість опадів за травень–червень понад 40 мм.

Рослини пшениці, уражені офіобольозною кореневою гниллю, у фазі колосіння набувають бурого забарвлення, у подальшому в основі стебла чорніють. У фазу молочної стиглості відмічають осередкову білоколосість. Уражені рослини гинуть і легко висмикуються з ґрунту. Превентивними заходами боротьби є правильно розроблена сівозміна і загортання рослинних решток.



Рис. 13. Зовнішній вигляд рослин пшениці озимої, ураженої офіобольозною (зліва) і церкоспорельозною гниллю (справа)

Церкоспорельозна прикоренева гниль (*Pseudocercospora herpotrichoides*) може проявлятися на солонцюватих ґрунтах із річною кількістю опадів до 450 мм. Характерним симптомом цієї хвороби є поява повздовжніх світлих плям із темною облямівкою. Сильно уражені рослини вилягають. Втрати врожаю зерна при цьому можуть досягати 15–25 %. Як і при інших гнилях, джерелом ураження є ґрунт і рослинні рештки. Профілактичними заходами проти поширення хвороби є добір попередників і загортання рослинних решток.

Ефективним заходом боротьби з корневими гнилями є передпосівна обробка насіння фунгіцидними протруйниками. Існує вісім основних хімічних класів діючих речовин для передпосівної обробки насіння (табл. 3).

Найбільш поширеним є хімічний клас триазолів. До нього входять діючі речовини тебуконазол, пропіконазол, ципроконазол, триадіменол, протіоконазол, метконазол, дифеконазол та ін. Вони характеризуються переважно системною дією – близько 70 %. Триазоли є кращим варіантом у боротьбі з курною сажкою. Серед

**Таблиця 3 – Класи фунгіцидів для обробки насіння
колосових культур**

Хімічний клас	Діючі речовини	Напрямок дії	Препарати і дози їх застосування
Триазоли (на 70 % системна дія, на 30 % – контактна)	Тебуконазол, флутріяфол, дифеконазол, протіоконазол, триадіменол та ін.	Стандарт проти курної сажки. Ефективний проти септоріозу, смугастої іржі. Мають ретардантний ефект	Вайбранс Тріо 2,0 л/т, Максим Форте 1,7 л/т, Сценік Комбі 1,5 л/т, Сфінкс 0,4-0,5 л/т
Стробілурини (85 % – контактна дія, 15 % – системна)	Азоксистробін, піраклостробін, флуоксастробін	Ефективні проти корневих гнилей, твердої сажки	Максим Форте 1,7 л/т, Сценік Комбі 1,5 л/т, Іншур Перформ 0,5 л/т
Бензімідазоли (80 % – системна дія, 20 % – контактна)	Карбендазим, беноміл, тіабендазол	Стандарт проти пліснявіння насіння і проростків	Вінцит Форте 1,0-1,3 л/т
Азоли (100 % – контактна дія)	Прохлораз, імазаліл	Кращий хімічний клас проти снігової плісняви. Контролює широкий спектр хвороб	Вінцит Форте 1,0-1,3 л/т
Дітіокарбамати (100 % – контактна дія)	Тірам (ТМТД)	Має високу ефективність проти всіх видів корневих гнилей	Вігавакс 200 2,5-3,0 л/т
Фенілпіроли (100 % – контактна дія)	Флудіоксаніл	Стандарт проти снігової плісняви	Вайбранс Тріо 2,0 л/т, Максим Форте 1,7 л/т
Інгібітори сукцинат дегідрогенази (SDHI) (85 % – контактна дія, 15 % – системна)	Карбоксил, флуопірам, флуксопіроксад, седаксан	Ефективний проти ризоктоніозу, пліснявіння насіння	Вайбранс Інтеграл 1,5-2,0 л/т
Тіофени (на 100 % – контактна дія)	Сільтіофам	Офіобольозна коренева гниль	Поки немає реєстрації

Примітка: жирним шрифтом виділені препарати, які містять кілька діючих речовин

представлених на ринку препаратів слід виділити популярний фунгіцид «Вайбранс Тріо», який містить три діючі речовини з різних хімічних класів: тебуконазол (триазоли), седаксан (SDHI) і флудіоксаніл (фенілпіроли), а також фунгіцид «Кінто Дуо», до складу якого входять діючі речовини: тритиконазол (триазоли) і прохлораз (азоли). Високу ефективність показує в районах, де є загроза ураження сніговою пліснявою.

Стробілурини характеризуються здебільшого контактною дією, тому краще працюють проти корневих гнилей, які зосереджені зовні рослин, і неефективні проти хвороб, пов'язаних із системністю рослин, зокрема проти курної сажки. Топовими протруйниками на основі бензімідазолів є: «Максим Форте» (із стробілуринів містить азоксистробін) і «Сценік Комбі» (містить флуоксастробін).

Стандартом проти пліснявіння насіння є протруйники на основі бензімідазолів (карбендазим, беноміл, тіабендазол). Зазвичай пліснявіння проявляється у прохолодних, зволжених ґрунтах.

Діюча речовина тирам (ТМТД) із хімічного класу дитіокарбоматів на 100 % має контактну дію. Показує високу ефективність проти всіх корневих гнилей. Представник – протруйник «Вітавакс», у складі якого міститься по 200 г/л тираму і карбоксину.

Флудіоксаніл із хімічного класу фенілпіролів на 100 % характеризується контактною дією, є стандартом проти снігової плісняви (*Microdochium nivale*). Разом із тебуконазолом і азоксистробіном входить до топового протруйника «Вайбранс інтеграл».

Інгібітори сукцинатдегідрогенази (флуксопіроксад, седаксан, флуопірам, карбоксин) проявляють здебільшого контактну дію і є високоефективними проти ризоктонії, тифульозу та пліснявіння насіння. Вони не ефективні проти сажкових хвороб.

Серед шкідників найбільшу загрозу для посівів озимих колосових в осінній період становлять гессенська муха (*Mayetiola destructor*), шведська муха (*Oscinella frit*), хлібна жужелиця (*Zabrus tenebrioides*), дротяники – личинки ковалика (*Elateridae*) (рис. 14). Кожен із цих шкідників може призводити до зниження врожайності зерна на 10–20 %.

Гессенська муха**Швецька муха****Хлібна жужелиця****Дротяник****Рис. 14. Основні шкідники пшениці озимої в осінній період**

Ефективно борються з цими шкідниками діючі речовини з хімічного класу неонікотиноїдів – клотіанідин, імідаклоприд, ацетоміприд, тіометоксам. Серед них найбільшу тривалість захисної дії має клотіанідин – до 40 днів, найкоротшу тіометоксам – до 25 днів. Тривалість діє імідаклоприду та ацетоміприду в середньому становить 35 і 30 днів відповідно. Таким чином, уже через 20–25 днів після сівби слід обстежувати посіви на предмет ураження шкідниками.

2.5. Роль біостимуляторів для обробки насіння

Для того щоб рослини краще підготувалися до зими, насіння варто обробляти стимуляторами росту. Зараз виробництво пропонує широкий асортимент цих препаратів. Поширення набули

стимулятори росту на основі амінокислот. Такі препарати містять широку амінограму амінокислот, які забезпечують підвищення схожості насіння, більш повне використання внутрішніх резервів елементів живлення, покращують розвиток і роботу кореневої системи, дають можливість отримати синхронно розвинені сходи, прискорюють проходження фенологічних фаз росту та розвитку, а також мають антистресовий ефект.

У дослідженнях кафедри рослинництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, проведених у 2019–2021 рр., високу ефективність показав біостимулятор на основі амінокислот – «РізоМАКС». Наявність у ньому вільних амінокислот, карбонових кислот і ферментів дає можливість прискорити отримання сходів і стимулює утворення та подальшу роботу кореневої системи. До складу цього стимулятора входять 18 амінокислот, частка яких становить 6,0 %. Ферментативний комплекс «РізоМАКСУ» сприяє мобілізації насінневих запасів для початку проростання, наявність карбонових кислот забезпечує покращення доступності елементів живлення на ранніх стадіях росту, вільні амінокислоти стимулюють утворення коренів; крім того, серед представленої аміногрупи значну частку займає амінокислота триптофан, яка є попередником природного фітогормона ауксину. Рекомендована норма застосування «РізоМАКСУ» для передпосівної обробки насіння становить 0,6–1,0 л/т.

Ефективними також є стимулятори на основі гумусових речовин. Поширеними є гумати калію та натрію, які дешевші за інші препарати, але мають високу ефективність. До недоліків цих препаратів можна віднести високий рН (9–10) та низьку сумісність у бакових сумішах із протруйниками. Одним із кращих препаратів цієї групи є «БлекДжек». Важливою його перевагою порівняно з іншими гумусовмісними стимуляторами росту є кислий рН (3,5–4,5), а також наявність усіх чотирьох фракцій гумусу: фульвокислот, ульмінових і гумінових кислот, гуміну.

Фульвокислоти активізують мікрофлору ґрунту, яка переводить слаборозчинний фосфор у легкі для засвоювання рослинами форми, що позитивно впливає на їх ріст і розвиток. Фосфор у ґрунті знаходиться в трьох формах: водорозчинній (доступній для рослин), цитраторозчинній (розчинній у кислотах) і нерозчинній. При цьому водорозчинний фосфор залишається таким недовго. Через певний час він зв'язується з кальцієм (на кислих

грунтах), алюмінієм або залізом (на лужних грунтах). Мікрофлора ґрунту (бактерії фосфатмобілізатори) після активації фульвокислотами швидше переводить цитраторозчинну форму в доступну для рослин – водорозчинну.

Фульвокислоти також можуть виступати в ролі хелатизаторів, покращуючи надходження мінеральних елементів у рослини. Так, якщо до бакової суміші «БлекДжеку» додати сульфат цинку ($ZnSO_4$), то весь цинк переходить у хелатну, легку для засвоювання рослинами форму. Будь-які інші метали, які додаються до такого розчину хелатизуються.

Ульмінові кислоти виявляють цитокінінову дію (активізують синтез фітогормона цитокініну), яка стимулює кушіння рослин. Також як і фульвокислоти, ульмінові кислоти хелатизують метали.

Гумінові кислоти покращують агрегатний склад ґрунту, тобто структурують його. У деяких країнах ЄС, зокрема в Угорщині, Німеччині, Болгарії та Румунії, гуміновмісні стимулятори росту вносять із метою саме структурування ґрунту.

Четверта фракція гумусових речовин – гумін – чинить ауксинову дію (стимулює синтез фітогормона ауксину), що забезпечує покращення розвитку кореневої системи рослин.

Низький показник рН дає можливість робити бакові розчини з пестицидами без зниження їх ефективності. Більшість засобів захисту рослин показують найвищу ефективність у кислому середовищі. Із підвищенням показника рН період їх напіврозпаду скорочується (рис. 15). Так, період напіврозпаду імідаклоприду (хімічний клас – неонікотиноїди) за кислої реакції розчину (рН 4–6) складає 34 дні (тривала захисна дія), а за лужної реакції (рН 8–9) лише годину. Період напіврозпаду диметоату (фосфорорганічні сполуки) за рН 4–6 складає 21 годину, а за рН 8–9 лише 48 хвилин.

Стимулятор росту «БлекДжек» використовують для передпосівної обробки насіння з розрахунку 1,0 л/т насіння. До бакового розчину варто додавати мікроелементи, яких не вистачає в ґрунті. Одним із таких елементів є Zn, оскільки на переважній більшості площ (понад 90 %) спостерігається його нестача, при цьому зернові культури достатньо вимогливі до його вмісту. Крім того, у ґрунтах часто спостерігається дефіцит міді, магнію, марганцю і бору. Щоб усунути дефіцит одразу всіх мікроелементів застосовують комплексні водорозчинні добрива зі збалансованим умістом мікроелементів.

Група	Діюча речовина	Період напіврозпаду за рН робочого розчину		
		4-6	7	8-9
Неонікотинοїди	Імідоклоприд	34 дні		одна година
	Клотіанідин	Не стабільний при рН менше 5 і вище 7		
	Тіаметоксам	стабільний		2 дні
ФОС	Діметоат	21 ч	12 ч	48 хвилин
		Імідазоли Імазаліл Швидко руйнується за рН менше 5 і вище 8		
Бензімідазоли	Карбендазим	стабільний		40 хвилин

Рис. 15. Вплив рН робочого розчину на стабільність діючих речовин пестицидів

Також до бакової суміші для передпосівної обробки насіння за потреби додають гормональні препарати на основі ауксину, цитокініну, гібереліну, брасиностероїдів чи тріакантанолів. Прикладом може бути поширений гормональний препарат «Разер», у складі якого є рослинний гормон ауксин. Він забезпечує підвищення енергії проростання насіння, стимулює розвиток кореневої системи, підвищує рівномірність сходів.

2.6. Ключові аспекти живлення пшениці озимої

Критичний період у рослин пшениці озимої відносно азоту – від початку проростання до викидання колосу (табл. 4). Важливо дати азот пшениці озимій восени, за винятком сівби після чистого пару. Внесення азоту в осінній період стимулює продуктивне куціння (перший елемент продуктивності).

Дози внесення азоту в осінній період визначають з урахуванням попередника і планової врожайності зерна. Після чистого пару навіть за планової врожайності 7,0 т/га азот можна не вносити (табл. 5). Після гороху, нуту та ріпаку азот слід вносити, якщо планова врожайність зерна становить 5,0 т/га і вище. Найбільше азоту слід вносити після кукурудзи, пшениці та ячменю. Зокрема, за планової врожайності зерна 3,0 т/га варто внести 20 кг/га діючої речовини азоту, 4,0 т/га – 25 кг/га і т. д. Кращий варіант азотних добрив для осіннього внесення – сульфат амонію (N₂₁S₂₄) або, якщо сірка не потрібна, нітрат амонію.

За планової врожайності зерна 6,0 т/га разом з азотом в передпосівну культивуацію варто внести сульфат цинку в дозі 10 кг/га, оскільки більшість площ має значний дефіцит цього мікроелемента. Такої дози цинку вистачить на всю вегетацію рослин.

Для кращого загартовування і розвитку кореневої системи, за планової врожайності 5,0 т/га, доцільно провести позакореневе підживлення посівів сумішшю амінокислот і водорозчинних добрив. Це краще робити, коли рослини пшениці щойно перейшли у фазу кущіння (21–22 мікрофаза за шкалою ВВСН).

Таблиця 4 – Критичні періоди в живленні озимих зернових культур

Елемент	Критичний період
N*	Проростання насіння і початок росту Кущіння-вихід колоса
P**	Проростання насіння і початок росту Кущіння
K	Цвітіння, посуха, антивіягання
Ca	Постійно
Fe**	Проростання насіння і початок росту Веgetативний ріст + Цвітіння
B	Веgetативний ріст Цвітіння Посуха
Cu**	Веgetативний ріст Цвітіння + Налив зерна
Mn**	Проростання насіння і початок росту Веgetативний ріст
Mo	Налив зерна
Zn**	Проростання насіння і початок росту Цвітіння

* Обов'язково вносити, крім випадків розміщення після чистого пару.

** Вносити восени за низького вмісту.

За середнього вмісту фосфору в ґрунті, а також за ранніх і оптимальних строків сівби фосфор восени вносити недоцільно. Краще його внести весною по мерзлоталому ґрунту. Восени вегетація рослин триває 30–40 днів, вони ще тільки починають свій

ріст, тому їм не потрібно багато фосфору. При цьому значна кількість господарств практикує восени вносити 100–150 кг/га амофосу (P_{50} - P_{75}). Це не практично, оскільки більшість фосфору не буде використана. Оскільки він достатньо реакційний, то після розчинення у воді однозаміщений фосфор обов'язково до чогось приєднається і перейде в нерозчинні форми. Як правило, він з'єднується з кальцієм, утворюючи нерозчинний $Ca_3(PO_4)_2$. Кістки та зуби, до складу яких входить ця сполука, не розчиняються навіть у кислотах. Отже, кошти будуть витрачені марно. Цілком достатньо для старту внести 10–15 кг/га фосфору в діючій речовині. Ще за часів колишнього СРСР було прийнято вносити не більше 15 кг/га діючої речовини цього елемента.

Таблиця 5 – Рекомендовані дози внесення діючої речовини азоту в передпосівну культивування, кг/га

Попередник	Планова врожайність зерна, т/га				
	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Чистий пар	–	–	–	–	–
Горох, нут, ріпак	–	10	15	20	25
Соя, соняшник, буряк	15	20	25	30	35
Кукурудза, пшениця, ячмінь	20	25	30	35	40

За рахунок оптимізації технології вирощування і наукового підходу до живлення рослин можна значно підвищити ефективність добрив, а саме зменшити кількість елементів мінерального живлення на формування одиниці продукції. Зокрема, можна скоротити витрати азоту на формування 1 т зерна від 25 до 20 кг, фосфору від 9 до 7 кг і т. д. (табл. 6). Це дасть можливість істотно скоротити обсяги внесення добрив без зниження врожайності, що має важливе екологічне та економічне значення.

Пшениця відновлює вегетацію, коли температура підіймається вище 1,0 °С. При цьому фосфор почне нормально надходити з ґрунту лише тоді, коли ґрунт прогріється до 14–15 °С. Це мінімальна температура, за якої біота ґрунту переводить цитраторозчинні двозаміщені фосфорні сполуки в доступні для рослин – водорозчинні (однозаміщені). Таким чином, до моменту поки ґрунт прогріється до 14–15 °С, буде дефіцит фосфору, що

негативно позначатиметься на розвитку кореневої системи. Саме тому весь фосфор або більшу його частину краще внести весною по мерзлоталому ґрунту. Для цього потрібно використовувати водорозчинний фосфор, який міститься, наприклад, в амофосі або сульфоамофосі. На ґрунтах із дефіцитом сірки перевагу слід віддати сульфоамофосу.

6. Рівні споживання елементів мінерального живлення на формування одиниці врожаю зерна

Елемент	Потреба, кг/т (середній рівень ефективності)	Потреба, кг/т (високий рівень ефективності)	Потреба, кг/т (кращий рівень ефективності)
N	22	20	18
P	9	8	7
K	6	5	4,8
Mg	4	3	2,65
S	3	2	1,7
Ca	1	0,5	0,44
Fe	0,3	0,1	0,1
Zn	0,3	0,1	0,046
Mn	0,1	0,05	0,031
B	0,1	0,02	0,013
Cu	0,2	0,015	0,011

Якщо дозволяють технічні можливості, можна внести рідкі комплексні добрива (РКД) марок $N_{10}P_{34}$, $N_{11}P_{37}$ або $N_{12}P_{40}$. Перевагу слід віддати рідким добривам, у складі яких міститься більше монофосфатів, оскільки для переведення поліфосфатів у доступні для рослин форми потрібен час.

У разі вирощування сортів пшениці озимої, схильних до вилягання, за високої планової врожайності, по мерзлоталому ґрунту можна внести нітроамофоску, в якій разом із азотом і фосфором є калій. Для забезпечення потрібних доз внесення поживних елементів доцільно робити суміші добрив, наприклад, амофосу з нітратом амонію, нітроамофоски – з карбамідом та ін.

Традиційно вважається, що фосфор не зможе проникнути в кореневмісний горизонт. Це помилкова думка. Дійсно, фосфор – досить реакційний елемент. Після внесення в ґрунт він буде приєднуватися до ґрунтового-поглинального комплексу і мігрувати за рік не більше ніж на 0,5–1,0 см. Однак, якщо розкидати водорозчинний фосфор по мерзлоталому ґрунту, після танення снігу він розчинятиметься у воді й разом із нею проникатиме на глибину до 10 см, не встигаючи за щось «зачепитися».

За середнього рівня забезпеченості ґрунтів фосфором цей елемент вносять у розрахунку 6 кг на 1 т запланованої врожайності зерна за вегетацію рослин. Так, за планової врожайності 4,0 т/га норма внесення фосфору за вегетацію становитиме 24 кг/га, за врожайності 5 т/га – 30 кг/га і т. д.

За низького вмісту фосфору в ґрунті його вносять із розрахунку 8 кг на 1 т запланованої врожайності зерна. Наприклад, за планової врожайності зерна 4 т/га норма внесення фосфору за вегетацію становитиме 32 кг/га, за врожайності 5 т/га – 40 кг/га, за врожайності 6 т/га – 48 кг/га і т. д.

Якщо, наприклад, за вегетацію заплановано внести 40 кг/га фосфору, то за раннього й оптимального строку сівби в припосівне внесення варто додати 10–15 кг/га цього елемента, а решту 25–30 г/га – у ранньовесняне підживлення. Така кількість фосфору (25–30 кг) міститься в 50–60 кг амофосу, або в 120–150 кг сульфоамофосу, або в 70–80 кг рідких комплексних добрив. У разі проведення сівби в пізні строки фосфор під час сівби вносити недоцільно, тож всю його норму варто дати рано навесні по мерзлоталому ґрунту.

Щоб підвищити ефективність використання добрив, варто систематично обстежувати посіви для визначення проявів дефіциту елементів живлення. Це можна зробити за характерними змінами, які візуально проявляються на рослині. При цьому важливо працювати на запобігання проявів дефіциту поживних елементів, адже поява симптому вже спричиняє певний збій у нормальному рості та розвитку рослин.

У разі дефіциту цинку на листках рослин з'являються некротичні плями, які поступово збільшуються в розмірах у напрямку верхівки й основи листка. Візуальний прояв дефіциту цього елемента дуже схожий із проявом хвороби ячменю – ринхоспоріозу (рис. 16).

Зовнішні ознаки дефіциту цинку



Симптоми дефіциту марганцю



Дефіцит сірки



Ознаки дефіциту

міді

магнію

кальцію



Рис. 16. Зовнішні прояви окремих елементів живлення на рослинах пшениці озимої

За дефіциту марганцю на молодих листках рослин відмічається міжжилковий хлороз у вигляді наче зіскоблених смуг, а за гострого дефіциту цього елемента листки деформуються. Дефіцит марганцю посилюється з підвищенням рН ґрунту, зі збільшенням вмісту гумусу і зі зниженням його структурності. На ущільнених ґрунтах магній менше окислюється і стає більш доступним для рослин, при цьому симптоми його дефіциту зникають. Саме тому по слідах проходження агрегатів на полях із дефіцитом цього елемента симптоми його дефіциту зникають.

Дефіцит міді проявляється як в'янення верхівок молодих листків. Спочатку вони стають блідо-зеленими або жовтуватими, потім зморщуються, поникають і в'януть. Після внесення міді симптоми раннього дефіциту цього елемента зникають.

Характерним симптомом дефіциту сірки є пожовтіння верхніх (молодих) листків. Дефіцит магнію проявляється у вигляді хлоротичних плям, рівномірно розташованих по всій поверхні листків.

За дефіциту кальцію листки залишаються зеленими, але починають деформуватися, скручуються, рвуться.

Визначаючи потребу в поживних елементах, слід ураховувати середньорічну кількість опадів. Так, планувати врожайність зерна пшениці озимої на рівні 7,0–8,0 т/га в районах, де річна кількість опадів складає 350–400 мм не доцільно. Для формування однієї тонни зерна пшениця озима споживає близько 60 мм вологи, а в посушливу погоду до 70 мм. Таким чином, у районах із річною кількістю опадів до 350 мм, з урахуванням тривалості вегетації пшениці 270–300 днів, доцільно планувати врожайність на рівні 3,0 т/га, з річною кількістю опадів 450 мм – 5,0 т/га, 500 мм – 6,0 т/га, 550 мм – 7,0 т/га, 600 мм – 8,0 т/га, 650 мм – 9,0 т/га (табл. 7).

Під час розробки системи живлення пшениці озимої слід ураховувати її гормональний тип (табл. 8). Зокрема, для сортів пшениці колосового (ауксинового) типу важливо сформувати більше колосків у колосі, закладка яких відбувається наприкінці фази куціння. Підживлення по мерзлоталому ґрунту таких сортів не настільки важливе. Також для колосових сортів важливо провести підживлення, спрямоване на підвищення маси 1000 зерен. Його слід провести в період від кінця фази лігули прапорцевого листка до кінця фази стеблуння (37–49 мікрофази за міжнародною шкалою ВВСН) трубками-нітробарами, оскільки

класичним позакореневим підживленням важко досягти потрібної дози азоту. Маса 1000 зерен не буде зростати від пізніх позакорневих підживлень карбамідом. Здебільшого вони розраховані на підвищення якісних показників зерна.

Таблиця 7 – Орієнтовна потреба в елементах живлення для пшениці озимої після чистого пару, виходячи з планової врожайності зерна, кг/га

Річна кількість опадів, мм	Планова врожайність, т/га	Потреба, кг/га								
		N	P	K	Mg	S	Ca	Fe	Zn	Mn
300	2,5	30	10							
350	3,0	50	20						0,5	
400	4,0	70	30						0,7	
450	5,0	100	40		8	10			1,0	
500	6,0	120	50	20	12	15			1,2	
550	7,0	140	60	40	16	20			1,5	
600	8,0	160	75	50	20	25			1,7	
650	9,0	180	90	60	24	30	5	0,2	2,0	0,2

Таблиця 8 – Елементи продуктивності пшениці озимої різних гормональних типів, на які слід робити акцент, складаючи систему живлення

Гормональний тип сорту	Продуктивні стебла	Колоски	Зерна	M ₁₀₀₀	Пізня сівба	Рання сівба	Низька норма висіву
Колосовий		+	+	+	+		
Густоколосовий	+			+		+	+
Щільноколосовий	+		+				

Вирощуючи сорти густоколосового (цитокінінового) типу, акцент слід робити на формуванні продуктивних стебел і маси 1000 зерен. Підживлення по мерзлоталому ґрунту для них більш важливе, ніж для сортів ауксинового типу. Отже, за недостатнього вмісту легкогідролізованого азоту і недостатньої кількості продуктивних стебел на одиниці площі варто провести підживлення по мерзлоталому ґрунту.

Для щільноколосових сортів важливо передбачити внесення добрив під час формування продуктивних стебел і квіток у колосках, оскільки вони генетично запрограмовані формувати більшу кількість зерен у колоску, ніж сорти ауксинового і цитокінінового типів. Сорти пшениці озимої гіберелінового типу є найбільш урожайними, і саме вони систематично оновлюють світові рекорди врожайності зерна.

Розглянемо конкретний приклад системи живлення пшениці озимої сортів різного гормонального типу на розкущених і нерозкущених з осені посівах на планову врожайність зерна 7,0–7,5 т/га. Максимальна норма поживних елементів після непарового попередника становитиме $N_{140}P_{60}K_{40}Mg_{16}S_{20}Zn_{1,5}$. У передпосівне внесення під таку планову врожайність зерна, після непарових попередників слід внести 50–60 кг/га азоту, 15–25 кг/га фосфору і 10–15 кг/га сірки. Як варіант, у передпосівну культивуацію можна дати 100 кг/га аміачної селітри, а під час сівби – 100 кг/га сульфоамофосу (табл. 9). За діючими речовинами в сумі це становитиме $N_{(34+20)}P_{20}S_{14}$.

Таблиця 9 – Приклад системи живлення пшениці озимої колосового і густоколосового типів після непарового попередника на планову врожайність зерна 7,0–7,5 т/га

Гормональний тип	Кущіння	Осінній період			до ЧВВВ			Кінець кущіння		Пр. лист N	Налив N
		N	P	S	N	P	Zn	N	Mg		
Колосовий	+	54	20	14				54		22	10
	-	54	20	14	11	37	1,5	54		14	10
Густоколосовий	+	54	20	14				54		32	
	-	54	20	14	62	37	1,5			24	

До відновлення весняної вегетації (чим ближче до цього моменту, тим краще) на пізніх нерозкущених посівах із кількістю продуктивних стебел менше 500 шт./м² слід внести азот, фосфор і цинк. Азот стимулює кущіння, фосфор активізує розростання кореневої системи, цинк покращує загальний стан рослин до кінця вегетації. Як варіант, можна внести РКД у дозі 100 кг/га (N₁₁P₃₇), попередньо розвівши в ньому сульфат цинку в розрахунку 4,0 кг/га (Zn_{1,5}). На розкущених посівах із добре розвинутою кореневою системою вносити добрива до часу відновлення весняної вегетації малоефективно.

Для сортів ауксинового типу важливо сприяти формуванню більшої кількості колосків у колосі, тому наприкінці фази кущіння, до початку видовження нижнього міжвузля (до 30-ї мікрофази за міжнародною шкалою ВВСН), слід внести 50–60 кг/га азоту. Як варіант, можна внести 170 кг/га КАСу, або 120 кг/га карбаміду, або 160 кг/га нітрату амонію. Особливої різниці в ефективності між цими добривами при внесенні в зазначений період немає. Дуже важливо своєчасно внести азот, оскільки кількість колосків у колосі закладається до початку трубкування. Якщо внести азот трохи пізніше, кількість колосків не збільшиться, а саме цей елемент продуктивності є аргументом на користь ауксинових (колосових) сортів пшениці озимої.

У фазі прапорцевого листка (37-ма мікрофаза за міжнародною шкалою ВВСН) слід внести 15–20 кг/га азоту для зменшення редукації квіток у колосках. Також у першому варіанті можна внести 70 кг/га КАСу, що еквівалентно внесенню 22 кг/га азоту. У другому варіанті, щоб вийти на одну норму внесення по азоту, можна внести 35 кг/га КАСу або 11 кг/га азоту. Добрива ефективно вносити нітробарами під корінь, хоча можна провести позакореневе підживлення карбамідом, довівши кількість робочого розчину до безпечної для рослин концентрації.

Під час наливання зерна (75–85 мікрофази за міжнародною шкалою ВВСН) для збільшення маси 1000 зерен доцільно внести близько 10 кг/га азоту. Оптимальний варіант – провести позакореневе підживлення розчином карбаміду з розрахунку 22 кг/га. У цю фазу можна застосовувати 10%-й розчин без загрози підпалити листки рослин.

Для цитокінінових сортів пшениці озимої осіння система живлення на планову врожайність зерна така сама, як і для

колосових сортів. Розкущені з осені посіви, які після перезимівлі мають достатню кількість продуктивних стебел, не потребують внесення добрив до початку відновлення весняної вегетації. Як і для колосових сортів, наприкінці фази кушіння варто внести таку саму кількість азоту, а у фазі прапорцевого листка (37-ма мікрофаза) для зменшення редуції закладених квіток у колосках слід дати більше азоту – 30–35 кг/га, наприклад, нітробарами внести 100 кг/га КАСу.

Нерозкущені з осені посіви пшениці слід підживити підвищеною дозою азоту (60–65 кг/га) у сполученні з фосфором у дозі 30–40 кг/га і цинком у дозі 1,5 кг/га. Як варіант, можна разом внести 100 кг/га нітрату амонію, 70 кг/га амофосу і 4 кг/га сульфату цинку. Нітрат амонію можна замінити КАСом, амофос – РКД.

2.7. Алгоритм дій за різних сценаріїв сівби пшениці

Існують різні сценарії сівби, які враховують умови зволоження і гормональний тип сорту. Якщо волога є в шарі ґрунту 0–4 см, можна проводити сівбу в ранні строки, оскільки пізніше вологи вже може й не бути. В оптимальні строки сівби, коли температура на глибині 3–4 см становить 14–16 °С, варто сіяти пшеницю всіх типів, якщо волога є в шарі ґрунту від 0 до 8 см. Пізню сівбу можна проводити за умови достатнього вмісту вологи в шарі ґрунту від 0 до 4 см (табл. 10).

За ультрараннього строку сівби (за два тижні до оптимальних строків) можна сіяти пшеницю, якщо волога є у верхньому шарі 0–4 см, при цьому глибину загортання насіння варто збільшити до 5 см, щоб трохи затримати сходи. Якщо виробнича необхідність вимагає рано починати сіяння пшениці, то спочатку слід висівати сорти цитокінінового типу, які краще кушаться, через що їм потрібно більше часу, ніж ауксиновим сортам, яким достатньо сформувати центральне стебло. Коли температура верхнього шару ґрунту опускається нижче 14 °С (пізні строки), висівати слід саме сорти ауксинового типу.

Якщо сівба проводиться в оптимальні строки і волога є в шарі ґрунту 0–4 см, сорти пшениці озимої цитокінінового типу можна висівати з нормою висіву насіння – 2,0 і навіть 1,0 млн шт./га. Але для цього потрібно обрати високоякісний насіннєвий матеріал і рівномірно розподілити насіння як за глибиною загортання, так і за площею живлення.

Таблиця 10 – **Можливі сценарії глибини загортання насіння пшениці**

Строк сівби	Сухо (волога на глибині понад 9 см)	Волога на глибині 5-8 см	Волога на глибині 0-4 см
Ранній	–	–	3,0-5,0 см
Оптимальний	–	5,0-8,0 см	2,5-3,0 см
Пізній	–	–	2,0-3,0 см

Під різні сценарії сівби підбираються різні варіанти інсектицидного обробітку насіння (табл. 11). Так, за ультрараннього і раннього строків сівби насіння слід обробляти інсектицидними протруювачами в максимальних рекомендованих нормах. За оптимальних строків сівби і глибини загортання насіння 2,5–4,0 см норму інсектициду встановлюють на рівні 80–90 % від максимальної, а за глибини 5,0–8,0 см – 60–80 % від максимальної.

Таблиця 11 – **Можливі сценарії протруювання насіння інсектицидами**

Строк сівби	Сухо (волога на глибині понад 9 см)	Волога на глибині 5-8 см	Волога на глибині 0-4 см
Ранній	–	–	максимально рекомендована доза
Оптимальний	–	60-80 % від максимальної дози	80-90 % від максимальної дози
Пізній	–	–	інсектицидом не протруюємо!

Часу на отримання сходів із більшої глибини витрачається більше. Оскільки сходи будуть пізніше, зменшується потенційна загроза від шкідників. Крім того, будь-який інсектицид завдає шкоди рослині, а чим більша глибина загортання насіння, тим більшу відстань долає проросток, тим сильніше виснажується і, відповідно, сильніше потерпатиме від фітотоксичного впливу інсектициду.

За пізнього строку сівби температура повітря після отримання сходів пшениці буде меншою, ніж за ранніх і оптимальних строків сівби; кількість шкідників і їх активність при цьому будуть значно

меншими, тож протруювати насіння інсектицидом уже недоцільне. Від нього буде більше шкоди, ніж користі.

За раннього й оптимального строків сівби, якщо волога є в шарі ґрунту 0–4 см, посіви прикочувати недоцільно, оскільки вологи для насіння достатньо і не стоїть завдання раніше отримати сходи. Якщо волога є в шарі ґрунту 5–8 см, посіви варто прикатати, щоб підтягнути вологу та стимулювати швидше отримання сходів. За пізньої сівби, якщо на котки не налипає ґрунт, посіви пшениці, як і інших зернових, обов'язково потрібно прикочувати, оскільки котки, ущільнюючи ґрунт, зменшують відстань від насінини до поверхні ґрунту, чим сприяють швидшому отриманню сходів.

За ультраранніх і ранніх строків сівби важливо обробляти насіння фунгіцидними протруювачами з ретардантним ефектом для уповільнення росту і розвитку рослин, що забезпечує більшу тривалість проростання і повільніше проходження фенологічних фаз (рис. 17).

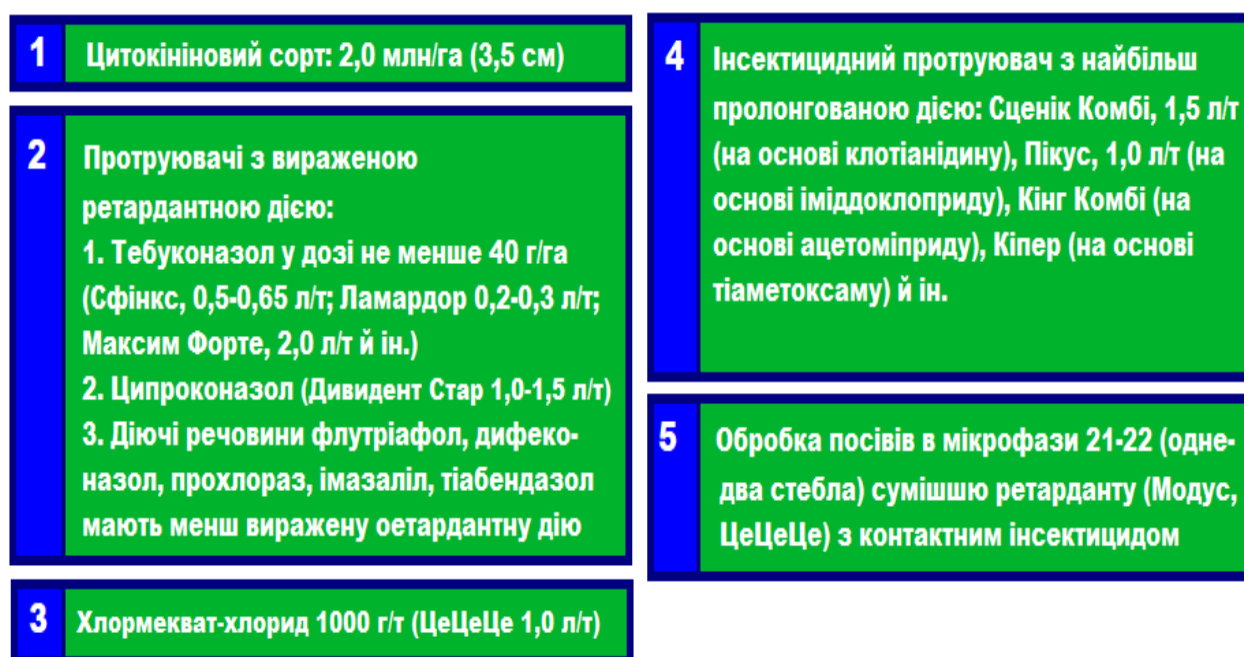


Рис. 17. Алгоритм дій у разі сівби пшениці озимої в ранні та ультраранні строки

Такий ефект мають фунгіциди на основі тебуконазолу і ципроконазолу. Щоб досягти ретардантного ефекту для однієї тонни насіння потрібно мінімум 40 г тебуконазолу. За меншої його дози ретардантний ефект відсутній. Протруювачі на основі флутріяфолу, діфеконазолу, прохлоразу і тіобендазолу мають менш

виражений ретардантний ефект. Також при сівбі в ранні строки до бакової суміші препаратів для обробки насіння слід додавати ретарданти на основі хлормекват-хлориду, наприклад «ЦеЦеЦе» (1,0–1,5 л/т). Це також сприяє уповільненню розвитку рослин.

За раннього й ультрараннього строків сівби для протруювання насіння варто обирати інсектициди з найдовшою пролонгованою дією, наприклад «Сценік Комбі» (на основі клотіанідину), «Пікус» (на основі імідаклоприду), «Кіпер» (на основі тіометоксаму) і застосовувати їх у максимальній рекомендованій дозі.

Під час 21–22 мікрофаз за міжнародною шкалою ВВСН ранні посіви пшениці озимої доцільно обприскати ретардантами на основі трінексапак-етілу або хлормекват-хлориду в баковій суміші з повною нормою контактного інсектициду на основі фосфорорганіки й синтетичних піретроїдів, наприклад препаратами «Шаман» (0,8–1,0 л/га), «Кіллітоп» (0,75–1,0 л/га), «Залп» (0,75–1,0 л/га) тощо, проти мух, цикадок, попелиць та інших шкідників.

За пізнього строку сівби (температура ґрунту на глибині загортання насіння менше 14 °С) краще висівати сорти ауксинового типу з нормою висіву 4,5–5,0 млн шт./га на глибину 2,0–2,5 см (рис. 18). Насіння краще протруювати фунгіцидами зі слабовираженою ретардантною дією, на основі таких діючих речовин, як карбоксин, седаксан, карбендазим, ТМТД, тіофанат-метил.

1	Сіяти ауксинові сорти нормою висіву 5,0 млн шт./га на глибину 2,0-2,5 см
2	Протруйники зі слабовираженим ретардантним ефектом: - на основі карбендазиму (Колфуго супер 1,5 л/т й ін.); - на основі трітіконазолу (Кінто Дуо 2,0 л/т й ін.); - на основі седаксану (Вайбранс Тріо 2,0 л/т й ін.); - на основі карбоксину (Вітавакс 200 2,5 л/т й ін.). Також можуть застосовуватися фунгіцидні протруйники на основі таких діючих речовин як флуопірам, тіофанат-метил, ксеміум
3	Стимулятори на основі гумінових речовин (Гумат калію 1,0 л/т, Профі-флекс 1,0 л/т й ін.) і амінокислот (Аміновіт 1,0 л/т, Бомбардир 1,0 л/т й ін.).
4	Інсектицидні протруювачі не застосовуємо
5	У 14-15-й мікрофазі, за два тижні до припинення осінньої вегетації обприскати посіви стимуляторами росту на основі амінокислот

Рис. 18. Алгоритм дій за пізнього строку сівби пшениці (температура ґрунту на глибині 4–5 см нижче 14 °С)

Для того щоб активізувати ріст і розвиток рослин, до бакової суміші з фунгіцидним протруювачем доцільно додати стимулятори росту на основі гумінових речовин («Гумат калію» 1,0 л/т, «БлекДжек» 1,0 л/т та ін.) і амінокислот («Аміновіт Вігоріон» 1,0 л/т, «Квантум АміноМакс» 1,5–2,0 л/т, «Бомбардир» 1,0 л/т та ін.). Якщо рослини встигнуть дійти до 14–15 мікрофаз за шкалою ВВСН, їх доцільно обробити стимуляторами росту на основі амінокислот для прискорення проходження фенологічних фаз росту, кращого загартування рослин і активізації росту коренів. Для цього можна використовувати ті самі стимулятори росту, що і для обробки насіння в рекомендованих для позакореневих підживлень нормах.

2.8. Контроль бур'янів в осінній період

Традиційно прийнято боротися з бур'янами в посівах пшениці весною, проте за певних обставин – високої планової врожайності, сильного забур'янення, ранніх строків сівби та ін. – гербіциди варто вносити і в осінній період. Вибір гербіциду залежить від видового складу бур'янів. Зазвичай використовують гербіциди на основі трибенурон-метилу, флорасуламу, МПЦА, флуороксіпіру. Проти більшості однорічних і багаторічних дводольних бур'янів ефективні гербіциди на основі трибенурон-метилу («Агростар», «Гренадер», «Хепі Стар» та ін.). Для зменшення поверхневого натягу до бакової суміші варто додати ад'юванти (поверхнево-активні речовини) – «Агропав», «Граундит» та ін.

Якщо на полі багато кучерявця Софії, талабану польового або ромашки, краще використовувати двокомпонентні гербіциди, до складу яких входить флорасулам, наприклад: «Тандем» 0,025 л/га (трибенурон метил + флорасулам) або «Дербі» 0,6 л/га (флорасулам + флуметсулам). Ці гербіциди спрацюють значно краще, ніж гербіциди на основі одного трибенурон-метилу. Якщо на полі багато падалиці ріпаку, краще застосовувати гербіциди на основі МПЦА («Агрітокс» 0,8 л/га, «Ральф 500» 1,0–1,5 л/га та ін.) або на основі флуороксіпіру («Деметра» 0,3 л/га, «Форіт» 0,4 л/га та ін.).

Значної шкоди посівам зернових культур може завдавати егілопс циліндричний – злаковий бур'ян у посівах зернових колосових культур, із яким дуже важко боротися. Він більш поширений у системах нульового обробітку ґрунту. Якщо

своєчасно не вжити захисних заходів, через кілька років егілопсу циліндричного стане настільки багато, що його буде майже неможливо контролювати, оскільки сформується великий запас насіння по всьому горизонту.

Якщо восени в посівах зернових виявлено егілопс циліндричний, стоколос покрівельний, гумай або мітлицю звичайну, потрібно вносити гербіциди. Найвищу ефективність проти егілопсу показують гербіциди на основі йодсульфурон-метил натрію з мезосульфурон-метилом (хімічний клас – сульфонілсечовини), наприклад: гербіцид «Вердикт» 0,4–0,5 л/га. Також ефективними проти цих бур'янів будуть гербіциди на основі піроксуламу («Паллас Екстра» 75–90 г/га, «Паллас 45 OD» 150–200 г/га та ін.). Гербіциди «Пума Супер» (основа – феноксапроп-П-етил) і «Аксіал» (основа – піноксаден) проти егілопсу циліндричного малоефективні, однак ефективно борються з іншими злаковими бур'янами. Важливо обробити бур'яни до фази кущіння, інакше гербіциди не спрацюють. Ефективність гербіцидів значно підвищується в разі додавання до бакових розчинів ад'ювантів – «Агрострада», «Граундід» та ін.

Як варіант, для контролю егілопсу циліндричного практикують внесення ґрунтових гербіцидів на основі дифлюфенікану з мезосульфурон-метилом і йодсульфурон-метилом натрію («Алістер Гранд» 0,6–1,0 л/га). Діюча речовина дифлюфенікан, крім проникнення в бур'яни, утворює «екран» на поверхні ґрунту. Під час проростання другої хвилі бур'янів дифлюфенікан, проникаючи через корені, колеоптіль і стебла, призводить до інтенсивного знебарвлення проростків і подальшої їх загибелі. Комплексне застосування ґрунтових і страхових гербіцидів, за правильного регламенту застосування, дозволяє ефективно вирішувати проблему поширення егілопсу циліндричного й інших бур'янів.

2.9. Варіанти внесення добрив протягом весняно-літньої вегетації посівів пшениці озимої

Існують різні варіанти внесення мінеральних добрив на посівах пшениці озимої: розкидання по мерзлоталому ґрунту і по вегетуючих рослинах; прикореневе внесення сівалками;

позакореневі підживлення; внесення рідких добрив обприскувачами та за допомогою нітробарів.

Внесення азотних добрив по мерзлоталому ґрунту зараз викликає чимало виправданої критики, адже часто кошти витрачаються нераціонально. Причин цьому декілька, а саме:

– у разі стрімкого підвищення температури повітря та ґрунту ефективність підживлення по мерзлоталому ґрунту значно знижується, оскільки рослини не встигають розкущитися й утворити бічні стебла;

– на нормально розкущених посівах цей захід, спрямований саме на підвищення продуктивного кущіння, є малоефективним. Навпаки, на добре розкущених посівах таке підживлення, за рахунок формування додаткових, здебільшого непродуктивних пагонів, може спричинити зниження врожайності, оскільки частина життєвих сил буде витрачатися на їх ріст;

– вносити будь-які добрива, навіть ті, що містять інгібітори нітрифікації азоту й виготовлені у вигляді гранул, покритих полімерами, без снігового покриву не ефективно, оскільки рослини засвоюють азот лише через кілька тижнів після його внесення, а за цей час втрачається значна частина азоту з добрив (втрати добрив у цьому випадку становлять від 15 % до 50 %);

– якщо взимку випало багато снігу або ґрунт сильно промерзав, рослини відходять після зими значно довше, тому навіть у разі внесення мінеральних добрив по мерзлоталому ґрунту на початок активного росту рослин поживних речовин майже не залишиться, оскільки разом із таненням снігу більша частина добрив змивається талою водою, насамперед це характерно для нітратної форми азоту.

Від практики внесення добрив по мерзлоталому ґрунту в країнах ЄС, Канаді та США вже відмовилися. Водночас у країнах колишнього СРСР цей спосіб широко практикується. Він себе виправдовує, якщо, по-перше, добре розкущені рослини на кінець зимівлі мають пошкоджену листову поверхню внаслідок складних погодних умов перезимівлі або в разі пошкодження шкідниками та хворобами; по-друге, якщо перед зимівлею рослини були у вигляді проростків, шилець, мали 1–3 листки чи тільки починали кущитися.

У разі підживлення по мерзлоталому ґрунту вноситься близько 20–30 % азоту від його загальної норми внесення. Серед мінеральних добрив для проведення цього підживлення перевагу

зазвичай віддають аміачній селітрі (NH_4NO_3), проте зараз усе ширше практикується внесення карбаміду, KACu , сульфоамофосу та сульфату амонію.

Аміачна селітра діє моментально, проте, якщо відтавання ґрунту затягнеться на 7–10 днів, нітратна форма азоту буде вже не в ґрунті, а в повітрі, а її частка в добриві складає 50 %. Внесення сульфату амонію виправдане на ґрунтах із низьким вмістом сірки, оскільки азот працює в тандемі з сіркою і дефіцит останньої призводить до поганого засвоєння азоту, а на холодних ґрунтах процеси сульфофікації уповільнені, отже, внесення сірки разом з азотом на таких ґрунтах буде доцільним.

Є логіка в застосуванні карбаміду і KACu в підживленні по мерзлоталому ґрунту, оскільки азот в амонійній і особливо в амідній формі, по-перше, краще утримується в ґрунті; по-друге, триваліший час є доступним для рослин, оскільки спочатку його амідна форма трансформується в амонійну, яка потім переходить у нітратну.

Для підживлення по мерзлоталому ґрунту дози внесення азоту в діючій речовині мають складати від 20 кг/га до 50 кг/га. Якщо наприклад, вноситься нітрат амонію або KAC , то фактична вагова доза становитиме 60–150 кг/га. Збільшувати дозу внесення недоцільно.

Прикореневе внесення мінеральних добрив проводять врозкид і в рядки. Внесення добрив під корінь може проводитись обприскувачем і дисковими сівалками. У першому випадку вносять рідкі добрива (KAC), у другому – гранульовані мінеральні азотно-сірчані добрива. На полях із ослабленими посівами й низькою густиною продуктивних стебел гранульовані добрива вносять розкидачем на вологий ґрунт. Внесення сівалкою під корінь краще проводити у фазі кушіння до початку виходу рослин у трубку, оскільки в цьому випадку рослини будуть механічно пошкоджуватися по сліду проходження агрегата. Доза внесення азоту в рядки сівалкою або врозкид розкидачем складає близько 50 % загальної норми. Друге (якщо по мерзлоталому ґрунту не працювали, то перше) внесення азотних добрив краще проводити саме у 22–24-й мікрофазах із метою повноцінного розвитку закладених бічних стебел та закладання більшої кількості метамерів колосового стрижня.

Зазвичай для поверхневого розкидання використовують аміачну селітру, а для прикореневого підживлення в рядки сівалкою – карбамід або аміачну селітру. На добре розвинених, не зріджених посівах пшениці озимої перевагу слід віддавати прикореневому внесенню сівалками, оскільки в цьому випадку немає загрози випаровування азоту, крім того, руйнується ґрунтова кірка, покращується аерація ґрунту.

Позакореневе внесення добрив проводиться протягом вегетації посівів пшениці озимої в потрібний час широкою палітрою комплексних добрив і різних препаратів, спрямованих на виведення рослин зі стресу й підтримання в нормальному стані. Незважаючи на невеликі дози внесення добрив у позакореневі підживлення, вони сильно впливають на ріст і розвиток рослин. Серед азотних добрив найкращою для цієї агротехнічної операції є амідна форма, яка міститься в карбаміді. Це добриво за вмістом азоту (близько 46 %) перевершує всі інші азотні добрива.

Варто пам'ятати, що позакореневі підживлення призначені, щоб коригувати живлення рослин, і не здатні замінити передпосівне, припосівне чи прикореневе внесення. Вони будуть ефективними на нормально розвинених, чистих від бур'янів, не ушкоджених шкідниками та хворобами рослинах. Отже, поряд із проведенням позакореневих підживлень, потрібно вживати заходи для захисту рослин проти комплексу шкідників, хвороб і бур'янів. Важливий вплив на ефективність позакореневих підживлень має фаза росту та розвитку рослин.

Щоб зрозуміти, як елементи мінерального живлення потрапляють у рослину, важливо розглянути поверхню її листка, яка являє собою декілька оболонок (рис. 19). Верхня оболонка – це восковий наліт, який є гідрофобним, тобто відштовхує воду. Наступний шар – це кутикула, представлена речовиною кутином. Третій прошарок – це пектин, який має мінусовий заряд. І вже після кутину містяться клітини, в які потрапляють елементи живлення.

Коли поживний розчин потрапляє на листок, позитивно заряджені катіони пробиваються крізь восковий наліт і рухаються до негативно зарядженого пектину. Після накопичення достатньої кількості позитивно заряджених катіонів заряд пектину змінюється на позитивний, і вже аніони будуть потрапляти крізь епікулярний восковий наліт і кутикулу до клітин листка. Нейтральна молекула

карбаміду рухається крізь пласти оболонки листка в 10–20 разів швидше, ніж аніони.

Елементи живлення потрапляють до клітин листка кількома шляхами: крізь аквапори, кутикулярні тріщини (ектодесмати) та листові продихи.

Аквапори – це отвори, локалізовані в кутикулярних тріщинах базальних клітин трихом. Середній радіус аквапор сягає від 0,5 нм до 4,8 нм. Середній радіус сульфату заліза складає близько 0,2 нм, а заліза, хелатованого молекулою ЕДТА (етилендіамінтетраоцтова кислота), – не більше 0,5 нм, тому вони легко проникають крізь аквапори й досягають епідермальної стінки листка. У рослин пшениці в такий спосіб (крізь аквапори) до клітин листків потрапляє близько 50 % поживного розчину.

Розмір продихів у листків пшениці озимої становить близько 30–50 мкм, що вдвічі більше, ніж у бобових культур. Достатній розмір і велика концентрація продихів на поверхні листка – близько 80 шт./мм², як на адаксиальній, так і на абаксиальній сторонах листка, є значущими чинниками надходження елементів живлення до клітин листків.

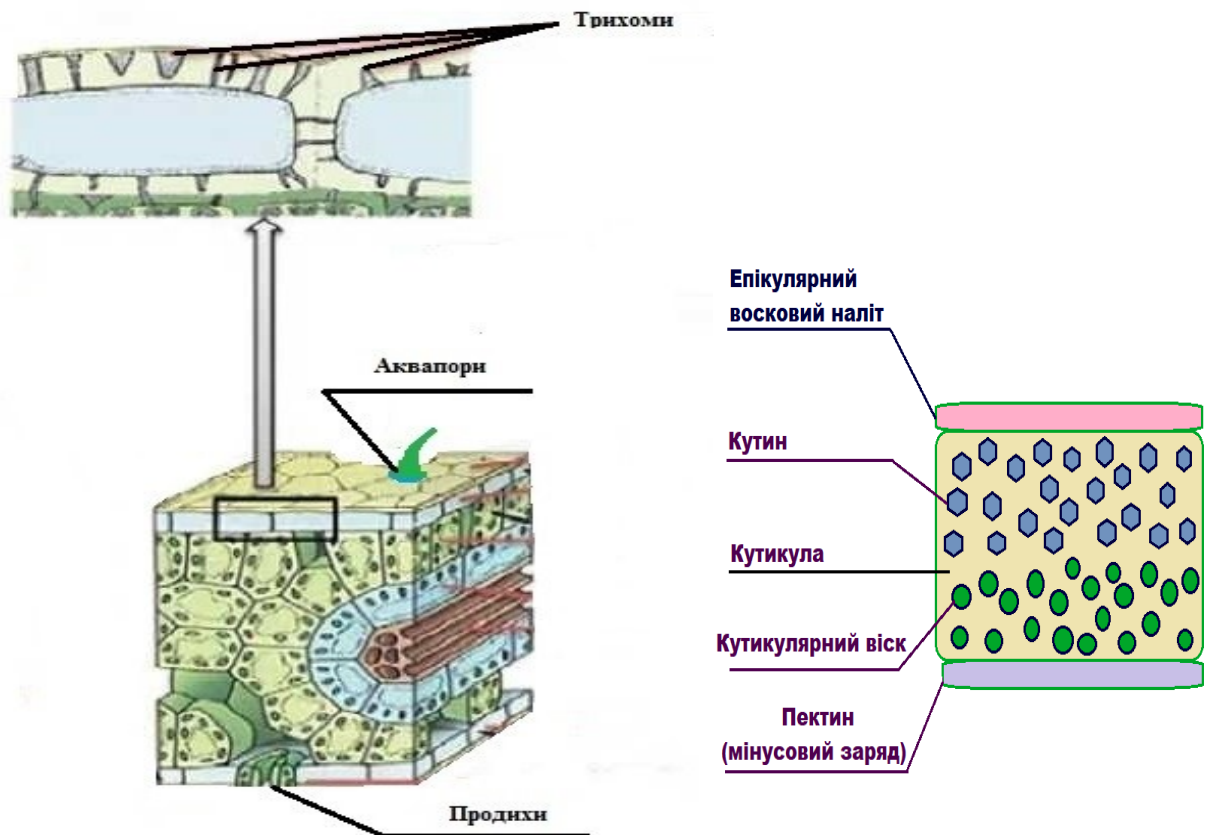


Рис. 19. Зовнішні захисні шари листка (справа) і шляхи надходження робочих розчинів в клітини листка (зліва)

На швидкість засвоювання поживних елементів впливає низка чинників, а саме:

- концентрація елементів живлення в робочому розчині. Чим вона вища, тим швидше елементи живлення потрапляють у рослину, проте концентрацію робочого розчину не можна перевищувати понад допустиму, щоб не спричинити опіків листків;

- площа торкання краплі й листка. Чим вона більша, тим швидше засвоюються елементи живлення листком;

- молекулярна маса елемента живлення. Чим вона менша, тим швидше елемент поглинається клітинами листка. Найшвидше в листок проникає амідна форма азоту. За годину може засвоїтися до 50 % амідної форми азоту (NH_2). Половина магнію засвоюється за 2–4 години, заліза, марганцю й цинку – за один-два дні. Половина калію засвоюється листками протягом 10–20 годин, фосфору – 5–10 днів. Найповільніше в клітини листка потрапляють залізо і молібден – протягом 10–20 днів лише половина;

- умови навколишнього середовища: вологість, температура повітря та освітленість.

Вологість повітря впливає на час висихання краплі. Чим довше вона випаровується, тим довше працює робочий розчин добрива. Вологість повітря також впливає на товщину воскового нальоту. Чим більша вологість повітря, тим тонший цей шар, тому крізь нього швидше проникатиме робочий розчин. Мінімальна вологість повітря під час листових підживлень має становити не менше 60 %. Підживлення краще проводити у вечірні та нічні години: з 6-ї години вечора до 3–4-ї години ранку.

Із підвищенням температури повітря поглинання розчину прискорюється внаслідок розм'якшення воскового нальоту кутикули, тому елементам живлення легше проникати крізь цей бар'єр. Проте температура повітря впливає й на саму рослину. Зокрема, за температури понад 25 °C рослина починає відчувати стрес, унаслідок чого швидкість засвоювання елементів живлення і проникнення засобів захисту рослин знижується. За температури повітря менше 10 °C метаболізм клітин рослин різко уповільнюється, що також негативно позначається на швидкості засвоювання елементів живлення через листовий апарат. Таким чином, оптимальний температурний діапазон засвоювання елементів живлення крізь листок пшениці варіюється від 15 °C до 20 °C, а допустимий – від 10 °C до 25 °C.

Освітленість впливає на товщину кутикулярного шару. Чим краща освітленість, тим товще кутикулярний шар і тим гірше робочий розчин проникає крізь листок. Таким чином, позакореневі підживлення краще проводити ввечері або вночі, коли освітленість узагалі відсутня.

Під час проведення підживлень також важливо враховувати швидкість вітру, вона має бути не більше 7–8 метрів на секунду. Крім того, варто враховувати регіон вирощування культури. Чим південніше росте пшениця, тим товщим у неї буде епікулярний восковий наліт. За таких умов концентрацію робочого розчину карбаміду іноді підвищують навіть до 20 %, і це не завдає шкоди рослинам, тоді як у північних областях уже 10%-й розчин карбаміду може спричинити опіки в рослин.

2.10. Система догляду за посівами пшениці озимої протягом весняно-літнього періоду

2.10.1. Догляд за посівами в період T_1 (початок трубкування)

Весняно-літній період догляду за посівами пшениці озимої поділяють на п'ять основних етапів для її обробки. За міжнародною класифікацією ці періоди позначаються як T_0 , T_1 , T_2 , T_3 , T_4 (літера «Т» від англ. *time* – час). Ці періоди включають час, коли закладаються основні елементи продуктивності рослин (рис. 20).

Основне завдання, яке ставиться в період T_1 , – забезпечити закладання якомога більшої кількості колосків у колосі. Якщо в цей час нічого не робити, у подальшому збільшити кількість колосків у колосі та його розмір не вдасться. Здебільшого в колосі пшениці озимої формуються 10–12 колосків, однак якщо поставити відповідне завдання, їх кількість можна збільшити на 20–30 %. Основна мета обробки T_1 – досягти закладання 14–16 колосків у колосі (можна й більше). Лише за рахунок формування додаткових двох колосків у колосі врожайність зерна може зрости на 0,5 т/га і більше. Закладання додаткових шести колосків може забезпечити прибавку врожайності понад 1,0 т/га.

Власне закладання колосків у колосі відбувається на третьому етапі органогенезу (третій етап за академіком М.А. Ламаном – закладання колоскових горбиків), під час 29-ї мікрофази за

міжнародною шкалою ВВСН. Конус наростання в цей час дуже маленький і має розмір близько 1,5 мм. У цей час листки рослин піднімаються з горизонтального у вертикальний стан.

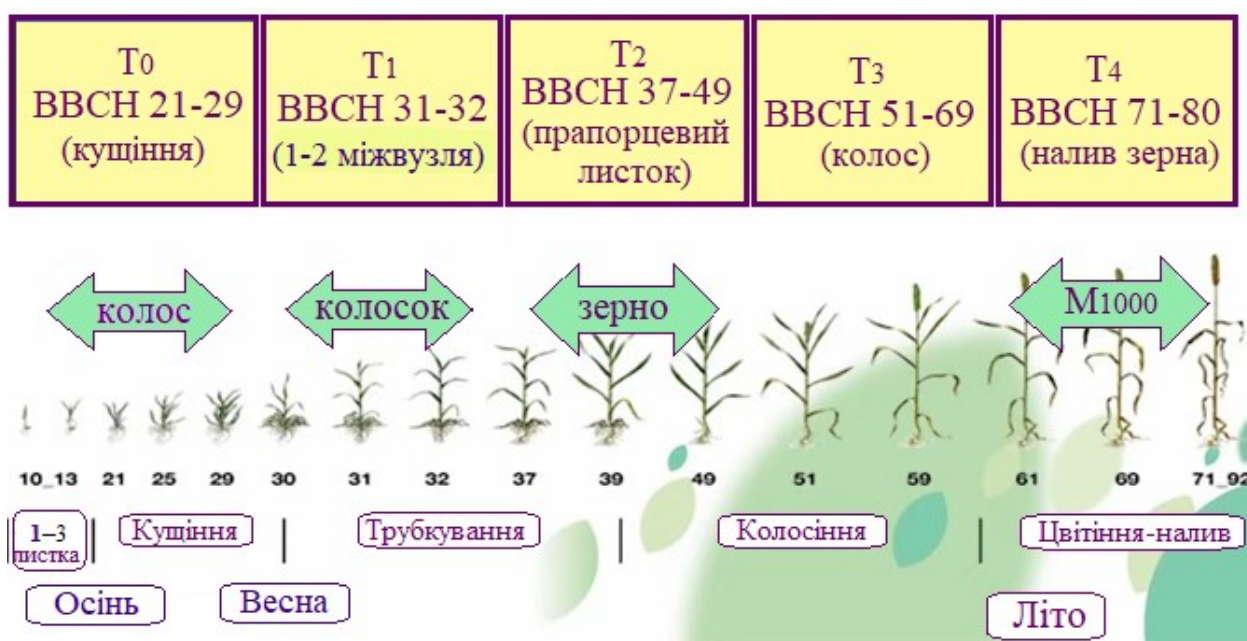


Рис. 20. Періоди обробок посівів пшениці озимої

Щоб у колосі заклалися 14–16 колосків, не можна допускати дефіциту азоту, цинку, марганцю та міді. У момент закладання колосків, особливо в несприятливих погодних умовах (дефіцит вологи, високі температури), варто обробити рослини стимуляторами росту на основі амінокислот, нітрофенолятів, гумінових та інших речовин з антистресовою дією.

У цей період небажано працювати гербіцидами. На забур'яненних посівах їх слід вносити заздалегідь або за необхідності – після 32-ї мікрофази. Якщо іншого виходу немає і щоб не переросли бур'яни, потрібно працювати саме під час 31–32-ї мікрофаз, при цьому слід обирати гербіциди з найменшою фітотоксичністю. У цю фазу можна обробляти посіви пшениці озимої гербіцидами АЛС-блокаторами на основі діючих речовин флорасуламу і флуметсуламу або гормональними препаратами на основі амінопіраліду, флуороксипіру і галауксифен-метилу (рис. 21).

За офіційними рекомендаціями гербіциди на основі клопіраліду можна застосовувати від початку до кінця кущіння, однак виробничий досвід свідчить про можливість його застосування й пізніше – до фази прапорцевого листка. При цьому

за ефективністю та м'якістю відносно пшениці в разі застосування в 31–37-му мікрофазі він перебуває на одному рівні з флуороксіпіром. Клопіралід – це надійна діюча речовина проти складноцвітих бур'янів: осотів, латуку татарського, будяку. Якщо озима пшениця вирощується після соняшнику, клопіралід є найкращим рішенням проти падалиці соняшнику.

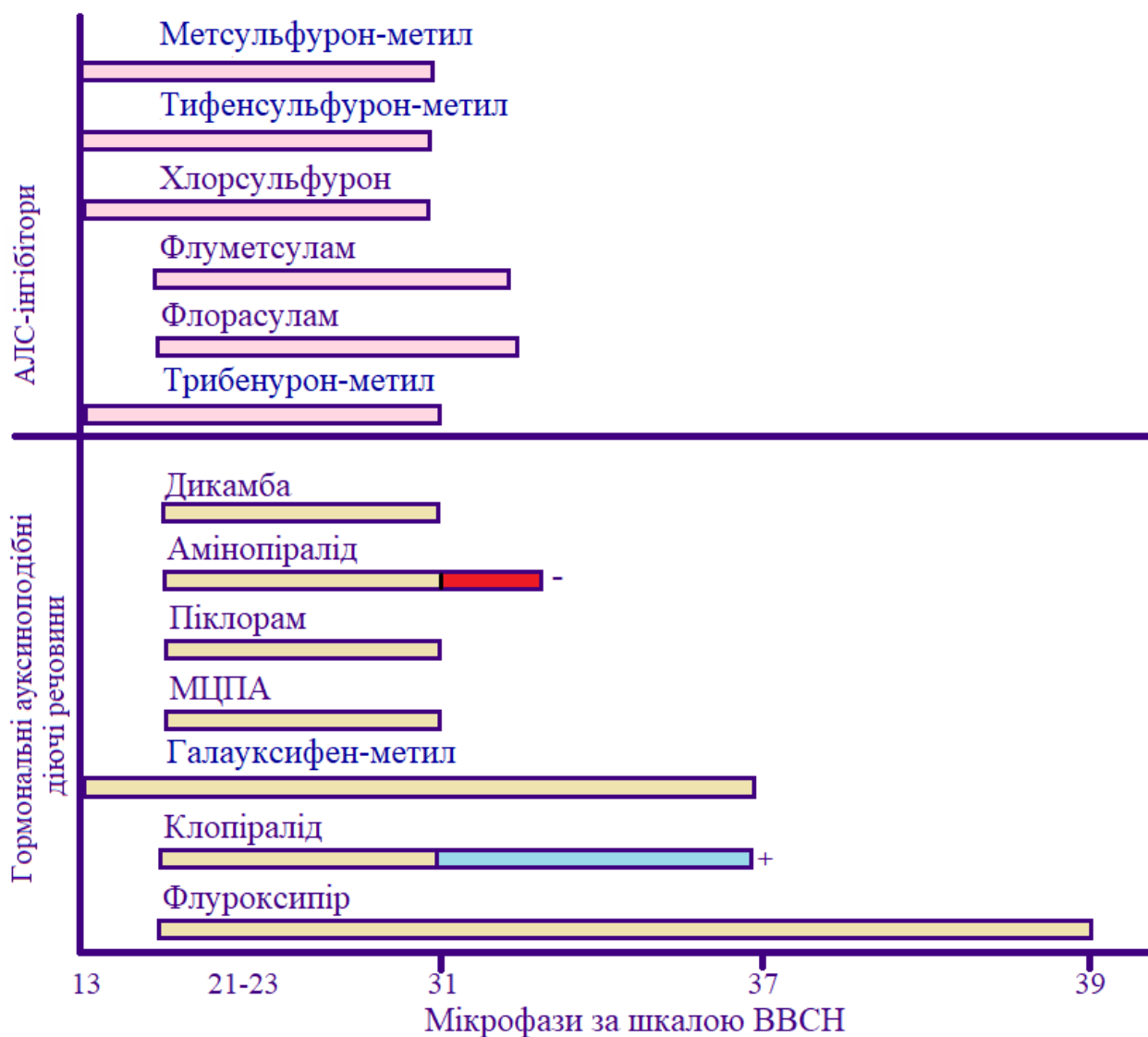


Рис. 21. Рекомендовані інтервали застосування гербіцидів із різною основою на посівах озимих колосових культур

За нульового обробітку ґрунту, на кислих ґрунтах ($pH \leq 5,5$) та в посушливих районах із річною кількістю опадів до 400 мм, після внесення клопіраліду може відмічатися його післядія. Щоб запобігти цьому, доза клопіраліду не повинна перевищувати 70 г/га діючої речовини. У районах із річною кількістю опадів понад

400 мм на ґрунтах із традиційним обробітком післядії гербіцидів на основі клопіраліду в рекомендованих дозах внесення на наступну культуру сівозміни не відмічається.

Помилковою є думка про начебто м'якість гербіцидів на основі сульфоніл-сечовин: хлорсульфурону, метсульфурон-метилу, трибунурон-метилу і тифенсульфурон-метилу – та доцільність їх застосування на посівах пшениці озимої, коли вони перебувають у 31–32-й мікрофазах – період T_1 . Обприскування посівів гербіцидами на основі цих діючих речовин спричиняє побіління посівів, затримує ріст і розвиток рослин, тобто завдає їм значного стресу. Як наслідок, закладається менше колосків у колосі.

Рекомендації компаній дозволяють застосовувати гормональні препарати на основі амінопіраліду і 2,4-Д під час 31–32-ї мікрофаз, однак виробнича практика свідчить про помітний фітотоксичний прояв їх застосування навіть у менших рекомендованих дозах внесення: рослини пшениці закладають меншу кількість продуктивних колосків у колосі, починають відставати в рості, може спостерігатися деформація колосу. Серед гормональних препаратів найбільш жорсткою дією на рослини зернових культур, зокрема пшеницю озиму, відзначається дикамба. Гербіциди на її основі можна застосовувати лише під час фази кушіння.

Універсального гербіциду, який би контролював усі бур'яни в посівах пшениці озимої, не існує. Саме тому важливо приділяти увагу обстеженню посівів, щоб знати весь спектр бур'янів, і вже на основі цього приймати рішення щодо вибору гербіциду і часу його внесення.

Майже повсюдно господарства закупають гербіциди заздалегідь – ще взимку, не знаючи, які саме види бур'янів проявляться в посівах озимих зернових культур весною. У цій ситуації говорити про високу ефективність боротьби з бур'янами не приходиться. Рішення про вибір конкретного гербіциду і дози його внесення слід приймати, знаючи видовий склад бур'янів і рівень забур'яненості посівів.

Достатньо високу біологічну ефективність проти широкого спектра бур'янів мають гербіциди на основі суміші двох діючих речовин: 2,4-Д етилгексилового ефіру (хімічний клас – арилоксиалканкарбонові кислоти) і флорасуламу (хімічний клас – триазолпіримідини). Вони слабо контролюють лише фіалку і хвощ польовий (за чотирибальною шкалою – два бали) (табл. 12), а в

боротьбі проти решти найбільш поширених дводольних бур'янів показують високу ефективність.

У гербіцидів на основі 2,4-Д етилгексилового ефіру з флорасуламом і амінапіралідом однакові проблемні місця. Вони мають середній рівень ефективності проти хвоща та берізки польової, проте дуже ефективні в боротьбі з підмаренником чіпким, ромашкою непахучою та осотами.

Недоліком суміші трибенурон-метилу з флорасуламом (гербіциди «Бомба», «Тандем» та ін.) є низька ефективність проти хвоща польового, падалиці соняшнику і ріпаку, які вирощували за системою Clearfield. Гербіциди на цій основі також погано контролюють берізку польову, молочай лозяний та гірчак почечуйний.

Перевагою гербіцидів на основі суміші флорасуламу і флуметсуламу є ефективна боротьба з ромашкою, класичним соняшником і підмаренником чіпким. При цьому проти інших видів бур'янів вони малоефективні.

Гербіциди на основі флуороксіпіру мають високу ефективність проти берізки польової та підмаренника чіпкого, однак не ефективні проти падалиці ріпаку і таких поширених бур'янів, як гірчак почечуйний і лобода біла. За правильного регламенту застосування і додавання поверхнево-активних речовин вони здатні ефективно контролювати кучерявець Софії, гірчицю польову, падалицю соняшнику класичного і Clearfield, ромашку і хвощ польовий.

Важливою перевагою гербіцидів на основі флуороксіпіру є можливість їх застосування до фази лігули прапорцевого листка (39-та мікрофаза за міжнародною шкалою BBCH) без фітотоксичного впливу на рослини. Це дуже важливо, оскільки деякі види бур'янів з'являються досить пізно. Так, берізка польова з'являється в посівах пшениці озимої досить пізно – під час 32–33-ї мікрофаз, і діюча речовина флуороксіпір дозволяє ефективно, без шкоди рослинам її контролювати.

Недооціненою діючою речовиною в посівах пшениці озимої є МЦПА, яку можна застосовувати до фази прапорцевого листка, при цьому вона не завдає шкоди рослинам, що підтверджено практичним досвідом. Гербіциди на її основі дуже ефективні проти переважної більшості бур'янів. Проте їх недоліком є низька ефективність проти ромашки непахучої та підмаренника чіпкого.

Таблиця 12 – Біологічна ефективність гербіцидів проти дводольних бур'янів у посівах пшениці озимої

Бур'ян	Камаро, Пріма (2,4 Д етилгексилвий ефір + флорасулам)	Пріма Форте (2,4 Д етилгексилвий ефір + флорасулам + амінопіралід)	Бомба, Тандем (трибенурон-метил + флорасулам)	Дербі (флорасулам + флуметсулам)	Агроксон (МЦПА, диметиламіна сіль)	Старане Преміум (флуоксіпір)	Лонгрел (клопіралід)
Березка польова	3	2	2	1	3	4	1
Кучерявець	4	3	4	2	4	3	1
Лобода біла	4	3	3	2	4	1	1
Молочай лозяний	4	3	2	2	4	2	1
Гірчиця польова	4	3	4	2	4	3	1
Гірчак почечуйний	3	4	2	1	4	1	4
Осот	3	4	3	2	4	2	4
Підмаренник чіпкий	4	4	4	4	2	4	1
Соняшник класичний	3	4	4	4	4	3	4
Соняшник IMISUL	3	4	1	1	4	3	4
Ріпак (Clearfil)	4	3	1	1	4	1	1
Ріпак класичний	4	3	4	2	4	1	1
Ромашка непахуча	4	4	4	4	2	3	4
Хвощ польовий	2	2	1	1	4	3	1
Щириця	4	3	3	2	4	2	1

Ефективність: 1 - низька, 2 - середня; 3 - висока; 4 - дуже висока.

Якщо в результаті обстеження на початку фази виходу в трубку виявлені злакові бур'яни, їх можна знищити грамініцидами. Серед злакових бур'янів у посівах пшениці найбільш поширені лисохвіст, стоколос, вівсюг і егілопс циліндричний. Серед них найбільш проблемним є останній. Особливо важко боротися з егілопсом після того, як він розкущиться. У фазі двох-трьох листків його ефективно контролює грамініцид «Вердикт», у складі якого містяться мезосульфурон-метил і йодосульфурон-метил натрію. За п'ятибальною шкалою його ефективність становить чотири бали (табл. 13). Із додаванням поверхнево-активних речовин у цю фазу егілопс пригнічують грамініцид «Паллас» на основі піроксуламу з хімічного класу тріазолпіримідинів.

Таблиця 13 – Ефективність діючих речовин грамініцидів, рекомендованих для застосування на посівах пшениці озимої

Бур'ян	Фаза розвитку бур'яна	Ефективність за 5-бальною шкалою			
		Мезсульфурон-метил, йодосулфурон-метил (Вердикт 0,3-0,5 л/га)	Феноксапроп-П-етил (Пума Супер 0,4-0,9 л/га)	Пеноксаден (Аксіал 0,7-1,3 л/га)	Піроксулам (Шаллас 0,4-0,5 л/га)
Егілопс циліндричний	2-3 листки	4	0	0	2
	Кущіння	3	0	0	1
	Трубкування	2	0	0	0
Лисохвіст	2-3 листки	5	5	5	5
	Кущіння	4	4	4	4
	Трубкування	3	3	3	3
Стоколос	2-3 листки	5	3	3	5
	Кущіння	4	2	2	4
	Трубкування	3	1	1	3
Вівсюг	2-3 листки	5	5	5	5
	Кущіння	4	4	4	4
	Трубкування	3	3	3	3

Перерослі вівсюг звичайний, лисохвіст і стоколос безостий, крім цих діючих речовин, ефективно контролюються грамініцидами на основі феноксапроп-П-етилу (наприклад, «Пума Супер 100») і піноксадену («Аксіал»). Лисохвіст і вівсюг, навіть якщо вони знаходяться у фазі виходу в трубку, достатньо ефективно контролюються цими препаратами.

Основними хворобами в період T₁ (30–32-га мікрофази за шкалою ВВСН) є септоріоз (*Septoria tritici*), церкоспорельоз (*Pseudocercospora herpotrichoides*) і, за вологої погоди в загущених посівах, борошниста роса (*Blumeria graminis*) (рис. 22). Такі хвороби, як піренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis*) і бура

іржа (*Puccinia recondita tritici*), як правило, з'являються дещо пізніше, оскільки їм потрібна вища температура для розвитку.

Усі представлені на ринку фунгіциди можна поділити на лікувально-системні та профілактичні. Лікувально-системні працюють швидко, тому їх слід застосовувати проти швидко прогресуючих хвороб, зокрема проти іржі. Лікувальні препарати працюють одразу і в місці нанесення, а профілактичні характеризуються повільною, пролонгованою трансламінарною дією. Вони пізніше починають діяти й повільніше проникають у рослини.

Серед лікувально-системних фунгіцидів найшвидше діють препарати з хімічного класу триазолів (рис. 23). На першому місці – діюча речовина флутріяфол, далі за швидкістю дії йдуть ципроконазол, епоксиконазол, пропіконазол і тебуконазол. Профілактичні фунгіциди відмінно працюють проти плямистостей, а саме септоріозу, піренофорозу. Цих факультативних паразитів краще контролюють саме пролонговані, повільно діючі фунгіциди.

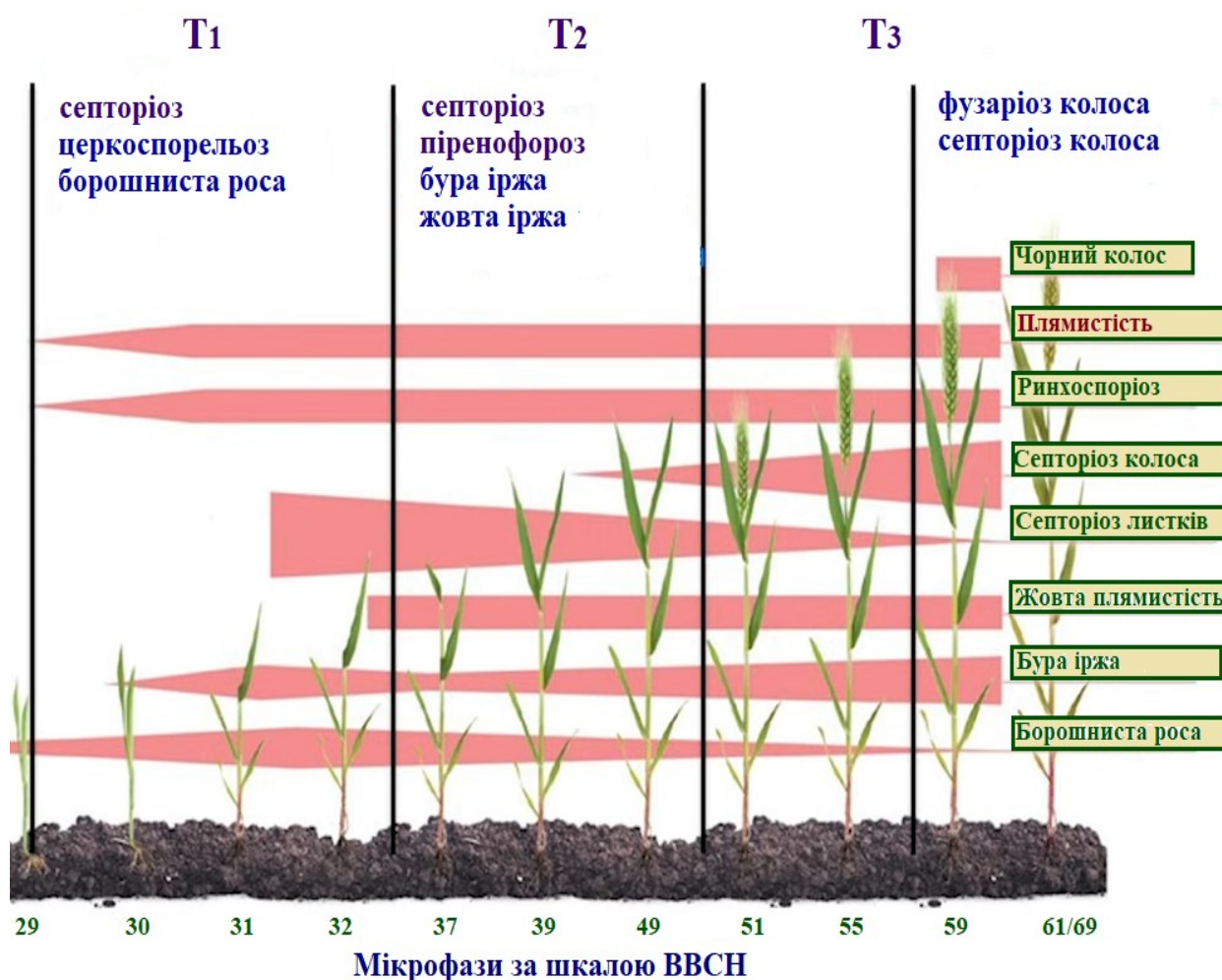


Рис. 22. Шкодочинність хвороб у різні періоди розвитку пшениці



Рис. 23. Швидкість проникнення і поширення діючих речовин фунгіцидів у рослині

Проти збудників борошнистої роси найкраще працюють діючі речовини з хімічного класу морфолінів: фенпропіморф (має контактну дію) і фенпропідин (лікувальна дія). Також високу ефективність проти борошнистої роси показали метрафенон із хімічного класу бензофенонів, протиоконазол, флутріяфол і тебуконазол із хімічного класу триазолів.

Проти септоріозу найвищу біологічну ефективність мають епоксиконазол і протиоконазол із хімічного класу триазолів, а також прохлораз (хімічний клас – азоли). Проти піренофорозу найкращу ефективність показали протиоконазол і прохлораз. Високу ефективність мають також тебуконазол і пропіконазол.

Проти іржі ефективно і швидко працюють ципроконазол і флутріяфол із хімічного класу триазолів. Пропіконазол, тебуконазол і прохлораз (повільно діючі триазоли) забезпечують профілактичну дію проти іржі. Вони створюють захисну оболонку на поверхні листків і стебел рослин, яка стримує проростання спор.

Ефективність лікування і профілактики значно зростає за умови комплексного застосування кількох діючих речовин з одного або різних хімічних класів. Крім того, менш гострою стає проблема

виникнення резистентності в патогенів. У період T_1 (31–32-га мікрофази) однією з кращих комбінацій є суміш діючих речовин ципроконазолу, пропіконазолу й азоксистробіну (фунгіцид «Амістар Тріо»), а також суміш тебуконазолу з протіконазолом (наприклад, фунгіцид «Прозаро») (табл. 14).

Для того щоб фунгіциди добре спрацьовували проти прикореневих гнилей, до їх бакового розчину слід додавати поверхнево-активні речовини, що забезпечують краще розтікання препарату по поверхні рослин. Проти прикореневих гнилей краще працювати саме в 31-шу мікрофазу, оскільки ефективність обробки у фазі кушіння (21–29 мікрофази) є дещо нижчою.

Значної шкоди посівам пшениці озимої у фазі кушіння та на початку виходу в трубку можуть завдавати шкідники (кліщі, клопи, цикадки, пильщики та ін.), саме тому потрібно систематично обстежувати посіви для виявлення загрози і прийняття рішення щодо проведення захисту посівів.

Таблиця 14 – Біологічна ефективність різних композицій діючих речовин фунгіцидів проти хвороб пшениці за чотирибальною шкалою

Хвороби	Діючі речовини фунгіцидів і приклади продуктів				
	Ципроконазол + пропіконазол + азоксистробін (Амістар Тріо)	Ципроконазол + азоксистробін (Амістар Екстра)	Протіконазол + спіроксамін (Інпут)	Тебуконазол + протіконазол + спіроксамін (Солігор)	Епоксіконазол + фенпропіморф (Рекс Плюс)
Борошниста роса	3	2	4	3	4
Септоріоз	4	3	3	3	4
Піренофороз	4	3	4	3	3
Бура іржа	3	4	3	3	2
Фузаріоз колоса	2	1	3	2	1

Серед шкідників найбільш шкодочинний для пшениці озимої в період T_1 є клоп шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps*) (рис. 24). Коли температура піднімається понад 12 °С імаго клопа виходять із посадок і переміщуються на посіви пшениці. Особливо небезпечним є ураження клопом посівів із недостатньою кількістю продуктивних стебел. Якщо кількість клопа не контролювати, він може пошкодити 10–20 % рослин.



клоп-черепашка



цикадка



хлібний пильщик



еля гостроголова

Рис. 24. Основні шкідники рослин пшениці озимої у період T_1

Клоп-черепашка здебільшого пошкоджує рослини пшениці під час їх перебування в 31–32-й мікрофазах. Він проколює стебло навпроти колоса і живиться поживними елементами, які транспортуються до колоса. Як наслідок, частина колоса, розташована вище проколу, набуває білого кольору, у ній не закладаються зерна. Якщо прокол буде в основі колоса, то весь колос буде без зерен.

Проти клопа-черепашки найефективнішими є інсектициди на основі фосфорорганічних сполук разом із синтетичними піретроїдами. Зокрема, найвищу біологічну ефективність проти клопів й інших шкідників, що завдають шкоди рослинам на початку трубкування (період T_1), є інсектициди на основі хлорпірифосу (фосфорорганічні сполуки) із циперметрином (піретроїди): «Шаман», «Фосорган Дуо», «Нурел Д», «Залп» та ін. За чотирибальною шкалою їх ефективність оцінюється в чотири бали (табл. 15).

Діючі речовини з хімічного класу неонікотиноїдів також працюють, однак менший час. Зокрема, інсектициди на основі фосфорорганіки за помірних температур працюють близько 20 днів, а неонікотиноїди – лише 8–12 днів. Неонікотиноїди показують вищу ефективність у пізніші періоди за вищих температур. Крім тривалішої захисної дії, фосфорорганічні препарати мають вищу біологічну ефективність. Серед неонікотиноїдів для обробки в період T_1 використовують тіаметоксам, який показує вищу біологічну ефективність порівняно з іншими діючими речовинами цього класу пестицидів.

Перевагою інсектицидів на основі синтетичних піретроїдів є їхня дешевизна, однак вони мають менші біологічну ефективність і період захисної дії порівняно з фосфорорганічними сполуками. Проте вони доповнюють захисну дію інсектицидів на основі фосфорорганічних сполук.

Значною проблемою у фазах першого та другого міжвузлів, яку не завжди помічають, можуть бути цикадки. Вони маленькі, постійно мігрують, їх майже не помітно на полі. Основна небезпека від цикадок полягає в рознесенні вірусів.

Таблиця 15 – Біологічна ефективність діючих речовин із різних хімічних класів проти характерних шкідників для періоду T_1

Шкідник	Діючі речовини і препарати на їх основі			
	Хлорпірифос + циперметрин (Нурел Д, Шаман, Фосорган Дуо)	Лямбда-цигалотрин (Лямбда С, Карате)	Тіаметоксам + лямбда-цигалотрин (Мелорія, Ефорія)	Діметоат (Фостран, Біммер, Бі-58)
Клоп черепашка (імаго)	4	3	4	3
Пильщик (імаго)	4	2	3	3
Листоблошки	4	3	4	3
Цикадки	4	3	4	4
Елія гостроголова	4	2	4	4
Трипси	4	1	3	4

Коли в рослин починає витягуватися друге міжвузля (31-ша мікрофаза), потрібно починати відслідковувати стеблових хлібних пильщиків – звичайного (*Cephus pygmaeus*) і чорного (*Trachelus*

tabidus). Вони більш поширені в посушливих степових районах у сівозмінах із насиченням зерновими культурами понад 50 %, без проведення поверхневого обробітку. Імаго пильщика робить на стеблі насічку і відкладає туди яйце. Із нього виходить личинка, яка прогризає соломину і через деякий час виходить із неї. У результаті цього рослина падає від вітру або від поштовху жатки комбайна.

Якщо на 100 помахів сачком у ньому є 40 імаго пильщика і більше, потрібно проводити обприскування посівів інсектицидами. Цього шкідника добре контролюють препарати на основі суміші хлорпірифосу із синтетичним піретроїдом, наприклад: інсектицид «Нурел Д», «Шаман», «Фосорган Дуо» та ін.

У період видовження першого та другого міжвузля шкоди рослинам пшениці озимої також може завдавати елія гостроголова. Цей шкідник є одним із найбільш шкодочинних хлібних клопів, який також завдає великих збитків посівам ячменю, вівса, тритикале, жита і кормових злакових трав. Особливої шкоди посівам завдають дорослі жуки та личинки першого віку. Імаго шкодять переважно рослинам від 25 до 33 мікрофази, личинки шкодять зернівкам. Проти елії слід застосовувати ті самі препарати, що і проти клопа-черепашки.

Початок трубкування – відповідальний етап, під час якого відбувається закладання квіток у колосках. Отже, у цей час варто провести підживлення посівів поживними елементами, дефіцит яких виявлено в результаті агрохімічного аналізу ґрунту і листової діагностики рослин. На понад 90 % площ відмічається значний дефіцит цинку. Тому, якщо заздалегідь цинк не вносили, варто провести підживлення добривами, які містять цей елемент.

Цинк краще вносити в ґрунт, ніж по листу. Так, внесення сульфату цинку в ґрунт у дозі 20 кг/га забезпечує достатній його вміст на три роки, тоді як цинку у складі бакових розчинів для позакореневих підживлень вистачає рослинам на 5–7 днів.

Подібна ситуація і з міддю. Понад 80 % площ ріллі мають недостатній вміст цього елемента. Мідь також дають на початку фази виходу рослин у трубку у складі бакових розчинів з іншими поживними елементами. У разі високої планової врожайності зерна, за недостатнього вмісту міді в ґрунтах, весною її варто вносити двічі: на початку виходу в трубку і по прапорцевому листку – 37-ма мікрофаза за шкалою ВВСН. Внесення міді також позитивно впливає на фітосанітарний стан посівів, оскільки вона виявляє

фунгіцидні властивості. Разом із цинком і міддю до складу бакових розчинів для проведення позакорневих підживлень часто додають марганець, сірку та магній.

Сьогодні позакореневі підживлення проводять різного роду добривами, однак центральне місце при цьому відводиться амідному азоту, який міститься в карбаміді. До розчину карбаміду зазвичай додають збалансований комплекс інших макро-, мезо- та мікроелементів у таких формах:

- однокомпонентних сольових розчинів (сульфат міді, цинку, марганцю, кобальту, ванадат натрію, борна кислота, бура тощо);
- хелатних одно-, дво- і багатоконпонентних розчинів мікроелементів, які в дозах у 5–10 разів менше порівняно з сольовими розчинами забезпечують таку саму ефективність;
- фосфітів (солі фосфористої кислоти), які, на відміну від фосфатів, добре розчиняються у воді;
- на основі гумінових речовин, які виступають хелатуючими агентами мікроелементів;
- наночастинок металів.

Сьогодні найперспективнішим напрямом є застосування для позакорневих підживлень нанометалів, хелатованих реакційно-слабкими природними ди- та трикарбоновими кислотами: лимонною, малоновною, винною, яблучною, щавлевою, фталевою, азелаїноюю та ін. Ці карбонові кислоти здатні утворювати хелатні комплекси майже з усіма біогенними металами. Застосування хелатних комплексів на їх основі є найбільш перспективним та безпечним способом впливу на всі види біогенних об'єктів. Значною перевагою хелатів ди- та трикарбонових харчових кислот є те, що хелатуючий агент сам бере активну участь у живленні рослин і забезпеченні їх джерелом енергії.

Крім елементів мінерального живлення, до бакових розчинів додається широкий спектр препаратів, спрямованих на покращення засвоювання поживних елементів, швидке виведення рослин зі стресу. Високу ефективність у цьому відношенні мають препарати гумінової природи: водорозчинні гумати – солі природних гумінових кислот, із різною комбінацією гумінових кислот, фульвокислот і ульмінових кислот. Також важливим джерелом протидії стресам, активізації та регуляції ростових процесів рослин пшениці озимої є фітогормони, амінокислоти, нітрофеноляти, вітаміни тощо.

Останнім часом усе більшого поширення набуває застосування морфорегуляторів. Застосовуючи ці препарати, можна підвищувати продуктивну кущистість або зменшувати висоту рослин, що актуально для високорослих сортів.

Для закладання більшої кількості продуктивних колосків у колосі морфорегулятори вносять на початку або в середині фази кущіння. На практиці часто посіви обробляють такими препаратами через кілька днів після внесення високих доз азоту (50–150 кг/га) у вигляді КАСу, нітрату амонію чи карбаміду, щоб перевести азот у бічні стебла.

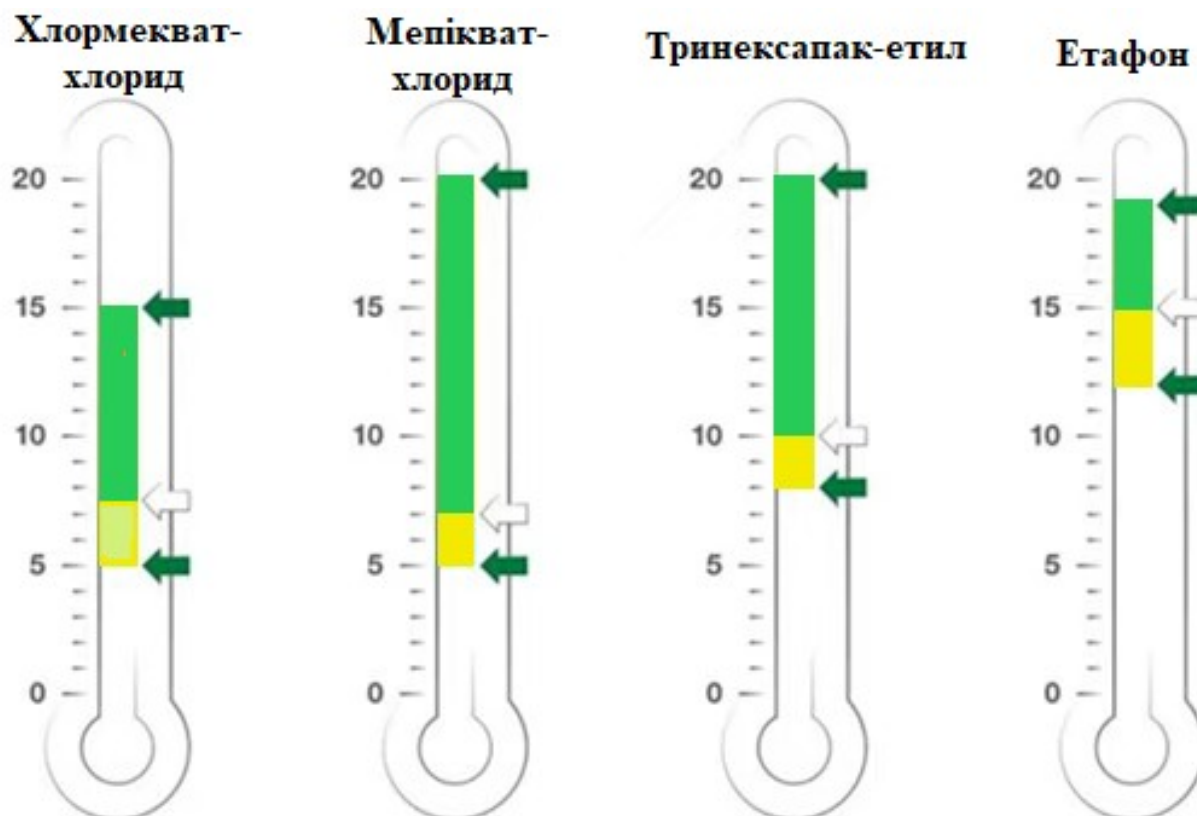
Щоб стимулювати продуктивне кущіння, обирають морфорегулятори на основі мепікват-хлориду, хлормекват-хлориду або тринексапак-етилу. Застосування їх на початку фази виходу в трубку – під час 31-ї мікрофази – забезпечує зменшення висоти соломини, потовщення її стінок і збільшення діаметра. Морфорегулятори слід почати застосовувати, коли в 50 % рослин на головному стеблі ідентифікується 31-ша мікрофаза за шкалою ВВСН. Морфорегулятори на основі етифону більше підходять для пізніх обробок – у 37–39-ту мікрофази.

Для того щоб морфорегулятори забезпечили потрібний результат, слід дотримуватися певних умов. Насамперед має бути достатньо вологи. У посушливих умовах морфорегулятори можуть знижувати врожайність зерна. По-друге, має бути тепло. Не можна вносити морфорегулятори, якщо за два дні до цього були приморозки або якщо за прогнозом вони будуть у найближчі дні.

У кожній регулюючій речовині є оптимальна температура, яка забезпечує її ефективність (рис. 25). Найширший температурний діапазон ефективної роботи відзначено в мепікват-хлориду – від 7 °С до 20 °С. Для хлормекват-хлориду оптимальною є температура в діапазоні від 7 °С до 15 °С. Вищої температури потребує тринексапак-етил: 10–20 °С. Серед усіх регулюючих речовин найвужчий температурний діапазон ефективної роботи спостерігаємо в етафону – від 15 °С до 20 °С.

Наступними умовами для ефективної роботи морфорегуляторів є наявність розвинених зародкових і вузлових коренів у рослин і певний рівень інсоляції. У цьому відношенні беззаперечну перевагу мають такі речовини, як мепікват-хлорид і прогексадіон кальцію. Вони однаково ефективно діють як за сонячної погоди, так і в темряві. Хлормекват-хлорид і тринексапак-

етил ефективно працюють за сонячної погоди. Якщо ці речовини вносити ввечері та вночі, то норму внесення слід збільшувати на 25–30 %. Морфорегулятори на основі етафону, навпаки, краще працюють за низької інсоляції.



25. Температурні діапазони, в які можна застосовувати основні діючі речовини морфорегуляторів

Високоєфективна дія засобів захисту рослин, добрив і регулюючих ріст препаратів на різній основі не можлива без додавання в робочий розчин поверхнево-активних речовин – ад'ювантів. Вони працюють або з листком, або з водою (табл. 16). У першому випадку ставиться завдання повністю змочити листок для забезпечення повного контакту робочого розчину з ним.

Краще змочування досягається за рахунок зменшення поверхневого натягу краплі робочого розчину, унаслідок чого вона розтікається по поверхні листка, збільшуючи поверхню дотику у 20 разів і більше. Добре змочуючи бур'яни, гербіциди виявляють значно вищу ефективність. Так само поживні робочі розчини швидше засвоюються рослинами, а фунгіциди й інсектициди створюють суцільну захисну плівку, яка перешкоджає проникненню шкідників і хвороб у рослини.

Таблиця 16 – Поширені ад'юванти, норми їх застосування, напрям дії та призначення

Продукт	Норма внесення, л/га	Лист			Вода				Призначення
		змочування поверхні	проникнення	випаровування	pH	жорсткість	піноутворення	дрифт	
Велосіті	0,25	-	-	-					Фунгіциди
Роллер	0,05-0,20	-		-					Гербіциди, інсектициди
Агрострада	0,30-0,75	-	-	-				-	Гербіциди, фунгіциди
Компаньйон Голд	0,25-0,50			-	-	-	-	-	Дікват, гліфосат, pH і жорсткість води, суміш трьох компонентів
Спрей Ейд К	0,10-0,20		-	-	-	-	-	-	

Поряд зі змочуванням листової поверхні, ад'юванти зменшують випаровування робочого розчину. Після випаровування води на поверхні листків залишаються кристали діючих речовин, при цьому їх ефективність значно знижується.

У ряді випадків важливо досягти швидкого проникнення робочих розчинів усередину рослин, однак товстий кутикулярний шар не дозволяє це зробити, через що ефективність обробок значно знижується. Наприклад, доволі часто не спрацьовують гербіциди проти бур'янів, що мають товстий восковий наліт. Щоб вирішити цю проблему, разом із правильним регламентом застосування (обробка у вечірні та нічні години, оптимальні дози препаратів, правильне їх змішування, прогноз дощу та ін.) у робочі розчини варто додавати ад'юванти, які прискорюють проникнення робочого розчину крізь кутикулярний шар.

Основними недоліками води, яку використовують для виготовлення робочого розчину, є її високий pH, жорсткість, утворення піни і дрифт. Для вирішення цих проблем використовуються спеціальні препарати.

Серед ад'ювантів є такі, що працюють лише в одному напрямі – або з листком, або з водою. Наприклад, ад'ювант «Велосіті»

забезпечує змочування, швидке проникнення і гальмує випаровування робочого розчину, тобто працює з листком. А є універсальні – ті, які працюють як із листком, так і з водою. Зокрема, популярний ад'ювант «Агрострада» ідеально змочує поверхню листка, забезпечує швидке проникнення робочого розчину крізь кутикулярні шари та вирішує проблему дрефту води.

При роботі у складних умовах (перерослі бур'яни, значне ураження хворобами, високі температури, активна інсоляція) найкращу ефективність показав ад'ювант «Агрострада». Навіть за температури понад 24 °С і вологості повітря менше 40 %, якщо егілопс сформував 4–6 листків та в разі великої кількості інших бур'янів, внесення «Агростради» в найбільшій рекомендованій дозі (0,75 л/га) дозволяє вирішити ці проблеми.

Якщо потрібно вирішити питання з конденсуванням води, слід використовувати спеціалізовані препарати типу «Компаньон Голд» або «Спрей Ейд К». Перший спеціалізується на конденсуванні рідких середовищ. Якщо в бакову суміш потрібно додати водорозчинні гранули добрив або будь-які сухі речовини, то краще додати ад'ювант-конденсатор «Спрей Ейд К».

Правила приготування робочого розчину для підживлення

Важливою умовою ефективної роботи препаратів є правильне приготування робочої суміші в ємності обприскувача. Якщо порушити послідовність цього процесу, то, по-перше, менш ефективно працюватимуть препарати; по-друге, вони можуть випасти в осад. Щоб цього не сталося, потрібно чітко дотримуватися правильної послідовності додавання препаратів до робочої суміші:

1. Аналіз рН і жорсткості води (температура понад 10 °С).
2. Наповнення бака обприскувача на 30–50 %.
3. Вмикання мішалки.
4. Кондиціонування води (оптимальний рН = 5,5–6,0).
5. Додавання рідких добрив.
6. Додавання водорозчинних мінеральних добрив (кристалічних, гранульованих).
7. Додавання сухих препаратів.
8. Додавання антидрифту.
9. Додавання масляних дисперсій.

10. Додавання концентратів суспензії.
11. Додавання емульсій (мікроемульсії та суспоемульсії).
12. Додавання водорозчинних концентратів.
13. Додавання ад'ювантів.

Важливо дотримуватися й загальних правил приготування робочої суміші, зокрема таких:

- кожен наступний компонент додається тільки після повного розчинення (диспергації) попереднього;
- каністри з рідкими препаратами перед використанням слід збовтати;
- не змішувати гранульовані гербіциди з іншими гранульованими пестицидами або добривами;
- перед приготуванням нової бакової суміші провести контрольне змішування її компонентів.

Основні помилки в системі догляду за пшеницею озимою в період T_1

На практиці доволі часто припускаються помилок під час внесення добрив і проведення захисних заходів у посівах пшениці в період T_1 , що призводить до зниження ефективності застосовуваних агрозаходів, спричинення стресів у рослин і зниження врожайності. На практиці найбільш поширеними помилками є:

1. *Гербіцидний обробіток препаратами на основі ALS-інгібіторів.* Візуально післядію від їх застосування можна не побачити, особливо якщо ні з чим порівнювати, але якщо поряд будуть посіви, оброблені гормональними препаратами на основі флуороксипіру, клопіраліду або МЦПА, відмічається різниця в забарвленні рослин, їх висоті, кількості колосків, а після збирання – і в урожайності зерна.

2. *Проведення гербіцидного обробітку препаратами на основі 2,4-Д.* Гербіциди на основі цієї діючої речовини рекомендовані для застосування під час фази куціння рослин пшениці озимої, при цьому деякі компанії рекомендують застосовувати їх і під час фази виходу в трубку. Зважаючи на це, на практиці іноді застосовують такі гербіциди в період T_1 , що в більшості випадків призводить до проявів фітотоксичності на рослинах.

3. *Ігнорування того, що гормональні гербіциди на основі флуороксипіру, клопіраліду, МЦПА, галауксифен-метилу діють*

м'якше і краще підходять для обробки в цей період. На практиці часто приймається рішення зекономити на гербіцидах, вважаючи, що між ними немає особливої різниці в ефективності. Якщо ставиться завдання зекономити 100–200 грн на гектарі, то зробити це можна. Однак при цьому врожайність зерна буде значно меншою, ніж у варіантах із дорожчими, але м'якшими гербіцидами. При цьому вартість недоотриманого врожаю зерна з гектара в рази перевищуватиме зекономлені на гербіциді кошти.

4. *Відсутність системи скаутингу (обстеження) в господарстві.* Зазвичай гербіциди закупаються ще в зимовий період за принципом: що дешевше або що є на складах агрохімічних компаній, не беручи до уваги, які саме бур'яни будуть домінувати в посівах пшениці. Налагоджена система скаутингу – важлива складова ефективного сільгоспвиробництва. Якщо немає даних відносно того, які шкідливі об'єкти є на полі, яких елементів живлення не вистачає, не можливо правильно обрати бакові суміші для досягнення високого результату.

5. *Відсутність алгоритму прийняття рішень із захисту і живлення рослин.* Навіть якщо було точно діагностовано дефіцит елементів живлення, склад бур'янів, виявлено шкідників і певні хвороби, не завжди вдається розробити оптимальні варіанти відносно діючих речовин, поживних елементів, препаратів стимулюючої дії, а також визначити їх співвідношення, дози внесення, можливість змішування тощо.

6. *Несвоєчасність внесення засобів захисту рослин.* Доволі часто на практиці вдаються до різних компромісів, щоб зекономити на проведенні обробітків. Наприклад, посіви можуть одночасно обприскувати сумішшю гербіциду та інсектициду, прив'язуючи обробіток безпосередньо до фази розвитку бур'яну, тоді як проти шкідників працювати зарано, бо їх ще немає. В ідеалі інсектицид варто застосувати пізніше, але для економії його вносять разом із гербіцидом. У результаті, коли з'являться шкідники, інсектицидної дії може вже не бути. Час фунгіцидного обробітку краще підбирати залежно не від хвороб, а від фаз розвитку рослин. Зокрема, перший фунгіцидний обробіток проводиться, як правило, у 31-й мікрофазі, тобто в період T₁, другий – у фазі лігули прапорцевого листка (39-та мікрофаза) і третій – на початку цвітіння (63-тя мікрофаза). Найкращий час для внесення ретардантів – 21-ша мікрофаза (посилення продуктивного кушіння), 31-ша і 37-ма мікрофази

(гальмування росту соломини та її потовщення). Рішення щодо позакореневих підживлень слід приймати або на основі прояву їх дефіциту, або на основі аналізу самих рослин.

7. *Відсутність спрямованості технології на створення елементів продуктивності – колосків у колосі та квіток у колосках у період T_1 .* Обробітки в цей період мають бути спрямовані насамперед на закладання більшої кількості колосків у колосі та квіток у колосках. При цьому часто на практиці буває так, що в цю фазу посіви обробляються лише засобами захисту рослин – фунгіцидами, гербіцидами чи інсектицидами – без додавання до робочих сумішей мікроелементів, стимуляторів або антистресантів, тобто продуктів, спрямованих саме на елементи продуктивності рослин.

8. *Робота морфорегуляторами без урахування зовнішніх чинників – температури, вологості ґрунту, інсоляції, розміру коренів тощо.* На практиці часто ігнорують елементарні рекомендації щодо застосування морфорегуляторів, зокрема працюють за низьких температур, вносять уночі препарат, рекомендований для сонячної погоди, та ін. У результаті цього ефективність їх застосування значно знижується.

2.10.2. Догляд за посівами в період T_2 (37-45-та мікрофази)

Основна мета всіх обробок, які проводяться в період T_2 – зменшення редуції закладених генеративних елементів – квіток у колосках. Саме в цей час рослина вирішує, скільки залишити квіток, а в подальшому зерен у колосках. Оптимізуючи систему живлення і захищаючи рослини від абіотичних і біотичних стресів, можна досягти формування більшої кількості зерен у колосках. Навіть якщо вдасться досягти збільшення кількості зерен у колоску від 3 до 4, це забезпечить підвищення врожайності на 20–25 %.

За прохолодної вологої весни не завжди вдається ефективно проконтролювати всі бур'яни; як наслідок, у фазі T_2 в посівах пшениці можуть спостерігатися перерослі бур'яни, а якщо попередником був соняшник, то і падалиця соняшнику. Крім того, неправильний регламент застосування гербіцидів під час фази кушіння або на початку трубкування (неправильно підібрані препарати, робота без ад'ювантів, низькі дози внесення та ін.) призводить до того, що посіви залишаються забур'янені. Так,

гербициди на основі 2,4-Д 2-етилгексилового ефіру з флорасуламом погано контролюють пікульник, фіалку, вероніку; гербициди на основі суміші флуметсуламу і флорасуламу часто недопрацюють проти кучерявця Софії, фіалки, лободи. Таким чином, якщо не брати до уваги видовий склад бур'янів, ефективність боротьби з ними буде невисокою.

По прапорцевому листку (період T₂) ефективно працюють гербициди на основі флуороксіпіру (табл. 17). Ця діюча речовина показує найвищу біологічну ефективність проти берізки польової та перерослого підмаренника чіпкого, разом із цим вона м'яко діє на рослини пшениці, не зменшуючи кількості зерен у колоску. Серед недоліків гербицидів на основі флуороксіпіру – висока вартість гектарної норми і низька ефективність проти фіалки польової.

Таблиця 17 – Варіанти гербицидного контролю на початку періоду T₂ (37–39 мікрофази за міжнародною шкалою ВВСН)

Діюча речовина	Зразки продуктів	М'якість, бали	Сильні сторони	Слабкі сторони
Флуороксіпір	Старане преміум	4	Берізка польова, підмаренник у будь-яку фазу	Висока ціна, не бере фіалку польову
Клопіралід	Лонтрел 300	3	Усі складно-цвіті, бобові, ромашка, гірчак	Післядія, не бере хрестоцвіті
МПЦА	Агрітокс, Гербітокс	3	Кучерявець, лобода, осоти, соняшник	Ромашка підмаренник
Трибенурон + флорасулам	Тандем	2	Гірчиця, підмаренник, ромашка, фіалка, кучерявець	Стійкі соняшник і ріпак
Трибенурон + тифенсульфурон	Калібр	2	Підмаренник, берізка польова, осоти, амброзія	Дим'янка лікарська
Трибенурон	Агростар	2	Низька ціна	Берізка польова, вероніка

У цей період також можна застосовувати гербіциди на основі клопіраліду. Він не регламентований для застосування у фазу прапорцевого листка, однак практичний досвід свідчить про його м'який вплив на рослини пшениці озимої в цей період. До того ж клопіралід ефективно контролює всі складноцвіті (осоти, латук татарський, падалицю соняшнику за різними технологічними системами захисту тощо), волошку, ромашку та гірчаки. Серед недоліків – слабка дія проти хрестоцвітих бур'янів, можлива післядія на наступні культури сівозміни, зокрема бобові та соняшник, за невеликої кількості опадів, кислої реакції ґрунтового середовища, на полях із нульовим обробітком ґрунту. У такому разі можна вносити максимум до 70 г/га діючої речовини. Якщо на полях проводиться оранка, ґрунти мають нейтральну або слаболужну реакцію, то загроза післядії клопіраліду відсутня.

Високу ефективність проти широкого спектра перерослих бур'янів (лободи білої, осотів, кучерявця Софії, падалиці ріпаку та соняшнику) забезпечують гербіциди на основі МЦПА. Недоліком цієї речовини є низька ефективність проти ромашки й підмаренника. За м'якістю дії на пшеницю ця речовина перебуває на одному рівні з клопіралідом. На практиці гербіциди на основі МЦПА застосовують до 37-ї мікрофази, хоча вони зареєстровані до застосування лише у фазу кушіння, до виходу в трубку.

Для 37–39-ї мікрофаз проти дводольних зареєстровані до застосування гербіциди на основі трибенурон-метилу (хімічний клас – сульфонілсечовини) із флорасуламом (хімічний клас – триазолпіримідини). За м'якістю впливу на культуру вони поступаються гербіцидам на основі флорасуламу, клопіраліду та МЦПА, тому при їх внесенні слід дотримуватися певних правил і не перевищувати рекомендовані дози застосування. Перевагою гербіцидів на основі цих діючих речовин є висока ефективність проти гірчиці, кучерявця Софії, ромашки, фіалки й підмаренника чіпкого. Оскільки в їх основі є діюча речовина з хімічного класу сульфонілсечовин, вони не контролюють падалицю стійкого до сульфонілсечовин та імідазолінонів соняшнику та ріпаку.

Гербіциди на основі суміші трибенурон-метилу з тифенсульфураном (хімічний клас – сульфонілсечовини) за м'якістю дії на пшеницю озиму поступаються гормональним препаратам, проте регламентовані для застосування на посівах пшениці озимої включно до 39-ї мікрофази (фаза лігули прапорцевого листка). Це

відносно дешеві продукти, які добре контролюють берізку польову, осоти, амброзію полинолисту, підмаренник чіпкий.

Найдешевші гербіциди, рекомендовані для застосування на початку періоду T_2 , – препарати на основі чистого трибенурон-метилу. За м'якістю впливу на пшеницю вони, як і всі ALS-блокатори, поступаються гормональним препаратам. До мінусів гербіцидів на основі лише одного трибенурон-метилу також можна віднести низьку ефективність проти берізки польової та вероники.

Вибираючи діючі речовини для застосування на початку періоду T_2 , варто брати за основу не вартість гербіцидів, а видовий склад бур'янів і м'якість відносно пшениці, оскільки жорсткі для неї діючі речовини (ALS-блокатори) можуть знижувати врожайність зерна порівняно з м'якими на 5–7 %.

За планової врожайності зерна до 6,0 т/га, у разі необхідності контролю бур'янів на початку періоду T_2 , можна проводити обприскування посівів гербіцидами на основі ALS-блокаторів і МЦПА. Якщо планова врожайність складає 6,0–8,0 т/га і вище, потрібно використовувати гербіциди на основі менш фітотоксичних для пшениці діючих речовин – флуороксипіру і клопіраліду (краще в суміші). При цьому потрібно прослідкувати за рН води – менше 5,5 одиниць, та її жорсткістю – не вище 5,0 мг екв/л. Для підвищення ефективності гербіцидів, зокрема кращого розтікання розчину по поверхні листка, швидшого проникнення крізь кутикулярний шар, до розчину краще додавати універсальні ліпогідрофільні ад'юванти, наприклад «Агростраду».

У період T_2 серед хвороб найбільше поширені септоріоз листків і піренофороз (жовта плямистість листків) (рис. 26). У більшості регіонів пшениця озима страждає саме від цих захворювань. Іноді відмічаються спалахи бурої і жовтої іржі. У загущених посівах, особливо за високої вологості, часто відмічаються спалахи борошнистої роси.

За планової врожайності зерна 4,0–6,0 т/га для контролю хвороб у 37–39-й мікрофазах краще застосовувати сучасні двокомпонентні фунгіциди на основі епоксиконазолу і піраклостробіну з AgCelesne ефектом. Ці діючі речовини забезпечують відмінний результат проти всіх хвороб, що проявляються по прапорцевому листку. Ефект AgCelesne, характерний для ряду препаратів, забезпечує перебіг фотосинтезу навіть у стресових умовах, підвищує активність нітратредуктази та

посилює посухостійкість рослин. Для підвищення ефективності фунгіцидів варто застосовувати ад'юванти на основі метильованих олій, наприклад «Велосіті» або «Меро». На відміну від препаратів на основі органосиліконів («Сільвет голд», «Тренд»), ад'юванти на основі метильованих олій уповільнюють випаровування вологи з крапель розчину на поверхні листків.

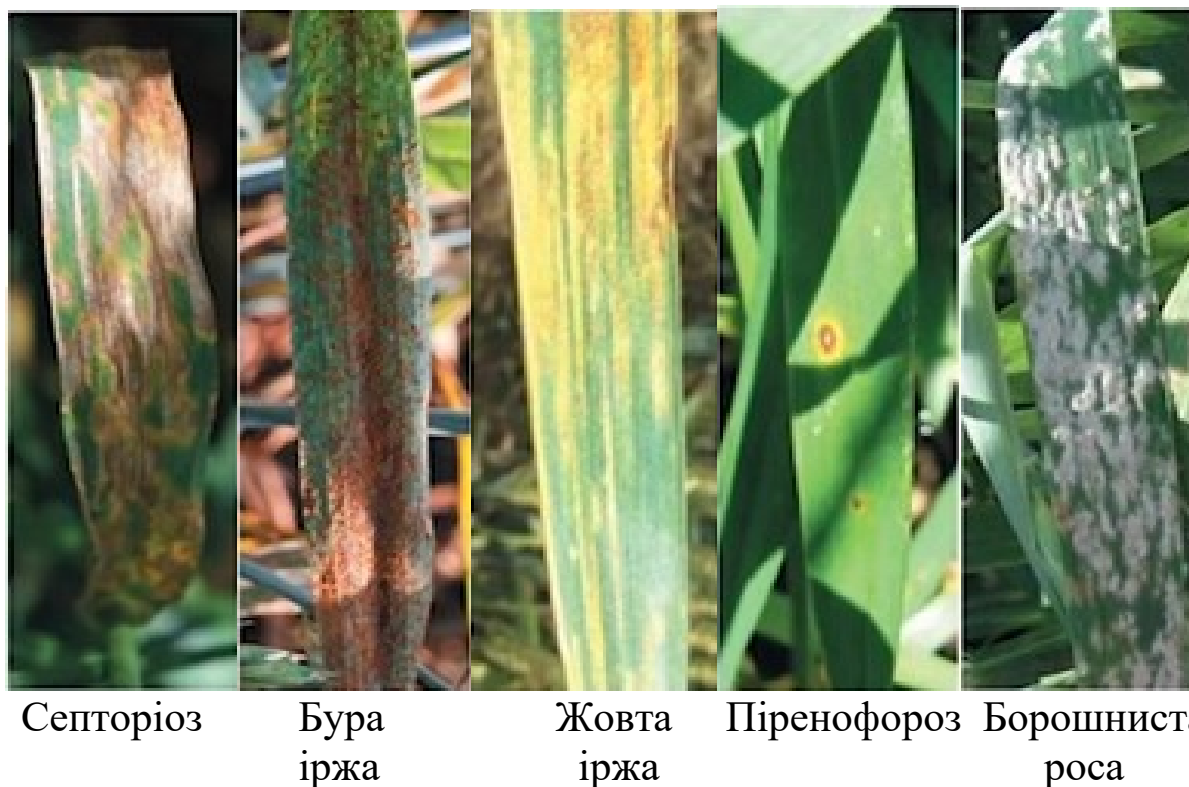


Рис. 26. Основні хвороби пшениці у період T₂

Ад'ювант «Велосіті» розроблено в Англії, де хвороби найбільше дошкуляють посівам пшениці озимої та напрацьований колосальний досвід боротьби з хворобами. Цей препарат спеціалізований саме для формування сумішей з фунгіцидами, підвищуючи їхню ефективність.

Якщо планова врожайність зерна становить 6,0 т/га і більше, доцільно використовувати єдиний у своєму роді фунгіцид «Амістар Тріо», до складу якого входять два триазоли: швидкий ципроконазол і повільний пропіконазол – та діюча речовина стробілурінів – азоксистробін, який значно посилює дію триазолів. Ципроконазол починає моментально діяти після потрапляння на листову поверхню, пропіконазол починає діяти пізніше і має пролонгований ефект. Таким чином, досягається висока ефективність препарату.

Також високу ефективність у період T_2 показує фунгіцид «Інпут», розроблений на основі протіоконазолу зі спіроксаміном. Діюча речовина протіоконазол із хімічного класу триазолів у країнах ЄС є лідером проти хвороб зернових культур, оскільки ефективно контролює більшість із них. Фунгіцид має лікувальну дію з добре вираженим стоп-ефектом (ментально діє на хворобу, зупиняючи її поширення), а також профілактичну дію. Це один із кращих варіантів для боротьби з борошнистою росою (ефективність перевищує 90 %). Обприскування посівів пшениці озимої фунгіцидами «Амістар Тріо» та «Інпут» із дотриманням усіх рекомендацій гарантує збереження і здоровий стан чотирьох верхніх листків рослин, без чого неможливо отримати максимальну врожайність зерна.

Для досягнення найвищої ефективності до бакової суміші слід додати ад'ювант «Агростраду», який покращує взаємодію розчину з листовою поверхнею (забезпечує добре розтікання крапель, уповільнює випаровування розчину, покращує його проникнення крізь захисну оболонку) та виявляє антидрифтові властивості.

У період T_2 найбільшої шкоди посівам пшениці озимої завдають трипси, п'явиці, пильщики, а в окремих випадках – злакова листовійка (рис. 27).

Найбільш складно контролювати трипса, оскільки коли він проникає в пазуху прапорцевого листка і намагається потрапити до колоса, його вже важко будь-чим звідти дістати. Саме тому трипса важливо контролювати до моменту, поки він не потрапив у пазуху прапорцевого листка. Трипсів, чорного і жовтого пильщиків та п'явицю достатньо легко контролювати сумішшю будь-якого неонікотиніюїду і синтетичного піретроїду (інсектициди «Ефорія» 0,2 л/га, «Мелорія» 0,2 л/га, «Енжіо» 0,2 л/га та ін.).



Рис. 27. Типові шкідники рослин пшениці озимої в період T_2

Злакова листовійка – менш поширений шкідник пшениці озимої в період T_2 , але іноді ця проблема виникає. Проти неї краще працюють інсектициди на основі суміші фосфорорганічних речовин із синтетичними піретроїдами, наприклад: препарати «Шаман» 0,75 л/га, «Залп» 1,0 л/га, «Нурел Д» 1,0 л/га та ін.

Важливу увагу в період T_2 слід приділяти живленню рослин, щоб мінімізувати редукцію закладених квіток у колосках колоса. Приймати рішення щодо підживлення посівів слід на підставі листової діагностики.

Зазвичай у цей період рослинам не вистачає азоту. Його можна внести різними способами. Кращий варіант – внести КАС трубками-нітробарами в необхідній кількості, виходячи з планової врожайності зерна (рис. 28). З огляду на це доза внесення становить 70–150 кг/га. Якщо не вистачає сірки, її слід додавати в КАС у вигляді тіосульфату амонію або інших водорозчинних форм. За потреби до бакового розчину можна додавати водорозчинні форми фосфору, калію, магнію.

Другий варіант – внесення нітрату амонію розкидачами, при цьому тарілки розкидачів слід поставити під кутом, щоб не посікти рослини (рис. 29). Краще це зробити по вологій поверхні або під дощ, для того щоб гранули розчинялися й азот швидше доходив до коренів рослин. Доза внесення нітрату амонію варіюється в межах від 50 кг/га до 150 кг/га ($N_{15}-N_{50}$). Карбамід для цього підходить менше, адже якщо не буде дощу, він може випаруватися. Крім того, як добриво він діє не одразу: спочатку амідна форма має перейти в амонійну й нітратну, тоді як рослинам він потрібен негайно.



Рис. 28. Внесення КАСу трубками-нітробарами

Третій варіант внесення добрив – позакореневе підживлення. Його проводять баковими розчинами карбаміду в суміші з водорозчинними комплексними добривами та стимуляторами росту. При цьому внесенні не можна дати високі дози азоту, оскільки можна підпалити рослини. Концентрацію карбаміду у воді можна встановлювати на рівні не вище 5–7 %. В окремих випадках (помірні температури, активне освітлення, достатня кількість вологи) практикують концентрацію на рівні 8–10 %, однак це вже ризик.

Якщо стоїть завдання внести більшу кількість азоту, практикують збільшення норми води на гектар до 300–400 л. У такому разі можна внести до 40 кг/га карбаміду, що еквівалентно внесенню майже 20 кг/га азоту. Перевага цього варіанта полягає в можливості внесення засобів захисту рослин разом із азотом й іншими елементами мінерального живлення, що вигідно з економічної точки зору; крім того, зменшується кількість проходів агрегатів по полю.



Рис. 29. Внесення гранульованих добрив розкидачем

Поряд із внесенням елементів мінерального живлення важливо дати рослинам стимулятори росту й антистресанти, особливо за стресових погодних умов, таких як високі температури, посуха та ін. Для цього краще використовувати препарати на основі

амінокислот, фітогормонів, вторинних метаболітів, фульвокислот, нітрофенолятів та ін. У невеликих дозах (1,0–1,5 л/га) вони мають помітний стимулюючий ефект, забезпечуючи значні прибавки врожайності зерна.

Наведемо конкретні приклади системи живлення для різного рівня врожайності (рис. 30). Якщо планова врожайність становить 5,0–6,0 т/га, у 37-му мікрофазу можна внести нітробарами 80–100 кг/га КАСу або, якщо умови дозволяють, 80–100 кг/га нітрату амонію розкидачем. Якщо планується обробляти посіви пестицидами, то до їх бакової суміші доцільно додати водорозчинні добрива зі збалансованим набором мікроелементів у дозі 2,0–3,0 кг/га, а також стимулятор росту на основі амінокислот для нівелювання погодних стресів. Рекомендовані дози стимуляторів росту зазвичай становлять 1,0–1,5 л/га.

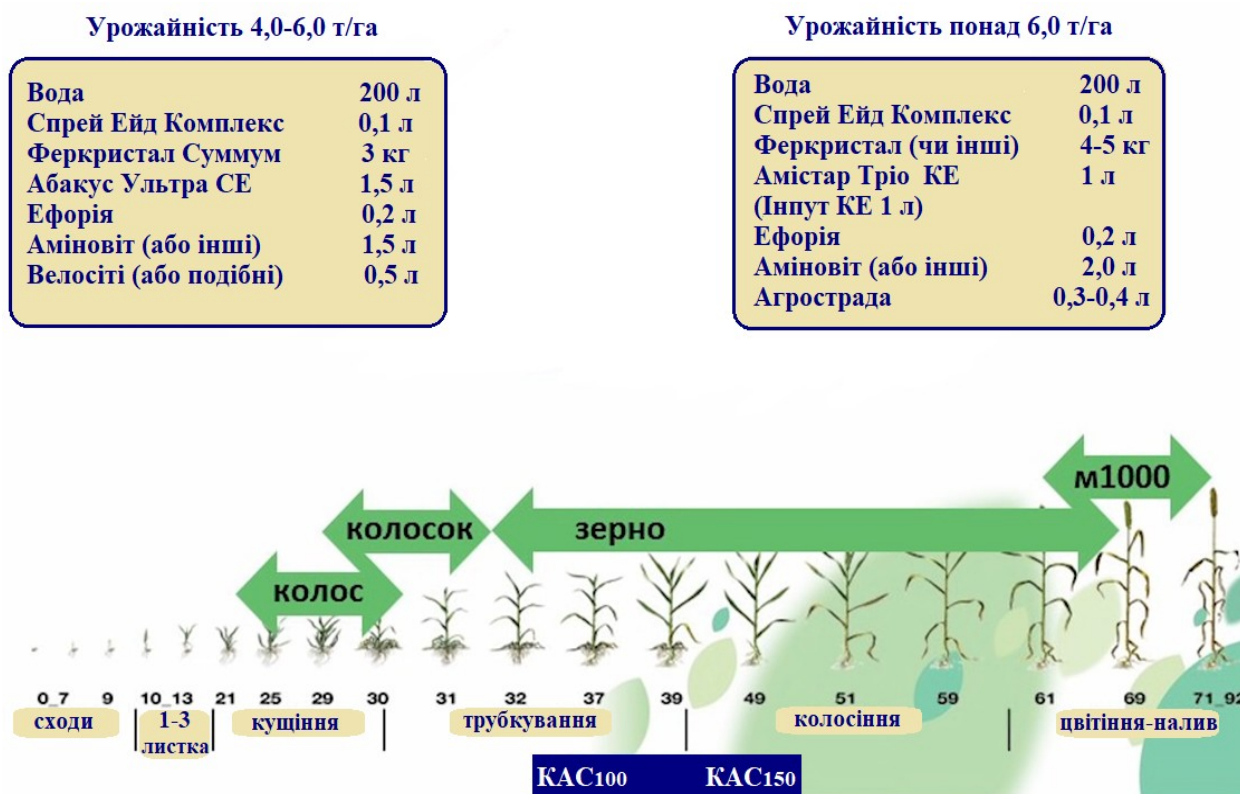


Рис. 30. Рекомендації щодо системи живлення та захисту рослин пшениці озимої на різну планову врожайність зерна

За планової врожайності зерна 6,0–8,0 т/га дозу внесення КАСу або нітрату амонію підвищують до 120–150 кг/га. До бакової суміші препаратів для захисту рослин варто додати 4–5 кг/га спеціалізованих водорозчинних добрив та ті самі стимулятори росту в максимальній рекомендованій дозі внесення.

Якщо вносили багато азоту на початку фази виходу рослин у трубку, то, щоб не робити додаткових проходів обприскувачем або розкидачем, цей елемент вносять в амідній формі (карбамід) у позакореневе підживлення в дозі N_5-N_{15} , коригуючи максимально допустиму концентрацію (до 7 %) водою. При цьому в розвинених країнах ЄС, що посідають високі позиції по вирощуванню пшениці озимої, майже не працюють по прапорцевому листку карбамідом, оскільки вважають, що концентрація понад 3 % вже завдає шкоди рослинам, а низька доза азоту, що не виходить за ці межі (навіть за норми води 400 л/га можна дати максимум 6,0 кг/га азоту) особливої ролі не відіграє. Крім того, практика показує, що після внесення карбаміду захворюваність рослин порівняно з варіантами внесення КАСу або розкидання нітрату амонію значно вища.

На практиці часто припускаються помилок при роботі в період T_2 , основними з яких є:

1. *Фунгіцид не покриває прапорцевого листка.* Наприклад, фунгіцид внесли раніше на передпрапорцевий листок, а прапорцевий листок, що виходить пізніше, уже не захищений. Або навпаки, прапорцевий листок обприскують через 10–15 днів після його виходу, але на ньому вже є плями піренофорозу, септоріозу та інші хвороби. Такий листок є лише умовно захищеним і функціонує неповноцінно, при цьому саме він робить найбільший внесок у наливання зерна.

2. *Відсутність ад'юванту в робочих розчинах.* Коли пшениця знаходиться у 37–39-й мікрофазах, вона являє собою величезну біомасу з площею листової поверхні кілька десятків тисяч м²/га, добре змочити таку масу без додавання ад'ювантів неможливо.

3. *Використання менш ефективних ад'ювантів.* Ад'юванти розрізняються за своєю активною основою, від чого залежить їхня ефективність. Бажано застосовувати найкращі ліпогідрофільні ад'юванти, які містять різні активні основи (неіонні суфрактали, метильовані олії), що значно підвищує їхню ефективність.

4. *Наявність бур'янів у посівах.* Якщо до цього часу в посівах залишилися бур'яни, то їх потрібно вивести якомога швидше, оскільки далі це буде або дорожче, або жорсткіше для пшениці, або їх узагалі не вдасться проконтролювати. Якщо кількість бур'янів більше порога економічної шкодочинності, які вже переросли всі можливі фази, це призведе до значного зниження врожайності культури та поповнення банку насіння бур'янів.

5. *Позакореневе підживлення водорозчинними добривами без додавання стимуляторів росту рослин.* У цей період це дуже ефективний захід для зменшення редуції закладених колосків у верхній і нижній частинах колоса та квіток у колосках.

6. *Формування бакових розчинів на власний розсуд, без проведення тканинної діагностики.* На практиці часто можна побачити внесення елементів, яких і так вистачає для рослин, при цьому елементів, яких не вистачає, не вносять. Ефективність таких позакорневих підживлень знижується, оскільки рівень продуктивності визначається за елементами (елементом), яких не вистачає найбільше.

2.10.3. Догляд за посівами в періоди T_3 і T_4

Мета проведення агрозаходів у цей період полягає у формуванні вищих показників четвертого елемента продуктивності – маси 1000 зерен. Цей елемент часто недооцінюють, але його роль дуже значна. Зокрема, якщо вдасться збільшити масу 1000 зерен від 30 г до 40 г, урожайність підвищиться на 25 %. Таким чином, якщо в колосі закладена незначна кількість зерен, дещо покращити врожайність можна за рахунок підвищення маси 1000 зерен.

Обробки в період T_3 – це робота по колосу і під час цвітіння, направлена проти основних хвороб колосу, а обробки в період T_4 (налив зерна) спрямовані насамперед на усунення дефіциту елементів живлення для формування більш крупного насіння з більшою масою 1000 зерен. Крім внесення поживних елементів, насамперед азоту, у цей час за потреби посіви обприскують інсектицидами проти шкідників колосу.

У період T_3 найбільш небезпечними хворобами рослин пшениці озимої є фузаріоз і септоріоз колосу. Серед них більш шкочинним є фузаріоз, оскільки зерно, уражене цією хворобою, не придатне для використання в продовольчих та фуражних цілях. Його важко продати і взагалі знайти застосування.

Захистити колос і зернівки від ураження фузаріозом можливо лише на початку фази цвітіння, коли цвіте 10–30 % квіток (61–63-тя мікрофази) (рис. 31). Найвищу біологічну ефективність проти фузаріозу колосу мають п'ять діючих речовин: тебуконазол, протіоконазол, метконазол і дифеноконазол із хімічного класу тріазолів і прохлораз із класу азолів. Найкращий результат

забезпечують фунгіциди на основі сполучення тебуконазолу з протіоконазолом або дифеконазолом. Для досягнення високого результату варто обирати максимальні рекомендовані норми застосування фунгіцидів із цими діючими речовинами.



Рис. 31. Зовнішній вигляд колосу в різні мікрофази цвітіння

У вологих регіонах, у разі опадів під час цвітіння небезпека ураження посівів фузаріозом і септоріозом колосу значно зростає. Навіть якщо візуально не видно ознак ураження хворобами, на початку цвітіння важливо зробити профілактичні обробки, оскільки хвороби можуть проявитися пізніше.

Проблема захисту колоса полягає в його складній конфігурації, через що краплі розчину фунгіцидів не можуть змочити весь колос і діючі речовини не можуть проникнути в усі його складові. Саме тому якісно захистити колос без додавання ад'ювантів неможливо. Вони допоможуть, з одного боку, якісно змочити колос, щоб робочий розчин проник в усі куточки суцвіття, з іншого – уповільнять випаровування розчину.

За помірних температур (не вище 25–27 °С) у баковий розчин слід додавати ад'юванти на основі метильованих рослинних олій, наприклад «Меро», «Велосіті». За високих температур (понад 25–

27 °С) краще використовувати ліпогідрофільні ад'юванти в середніх нормах. Перевага таких препаратів полягає в їх здатності проникати через водні й через жирні середовища.

Крім фузаріозу і септоріозу колосу, посіви пшениці озимої в цей період часто уражаються піренофорозом, бурюю іржею, а у вологих умовах, особливо за високої норми висіву насіння та надмірного азотного живлення – борошнистою росю. Фунгіциди, що застосовуються проти фузаріозу та септоріозу колосу, також добре контролюють ці хвороби.

Шкідники є небезпечними в період наливу зерна – період Т₄. Серед них найбільшої шкоди завдають клоп шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps*), яка живиться соком зернівки під час 71–75-ї мікрофаз, і жук кузька (*Anisoplia austriaca*), який з'їдає і вибиває зерна з колоса. Цих шкідників ефективно контролюють інсектициди на основі синтетичних піретроїдів («Циркуль», «Карате Зеон», «Фатрін» та ін.) або їх сумішей з неонікотиноїдами («Канонір Дуо», «Боксер», «Ефорія», «Мелорія» та ін.).

Також у цей період рослинам пшениці шкоди завдає попелиця, яка розміщується в колосі, через що препарати можуть не потрапити на неї. Її краще контролюють системні інсектициди на основі синтетичних піретроїдів із фосфорорганічними сполуками: «Нурел Д», «Хлорпіривіт-агро», «Фосорган Дуо», «Шаман» та ін.

Якщо у фазу прапорцевого листка було внесено достатню кількість азоту (N₃₀-N₅₀), то його цілком вистачить для формування виповненого насіння з високим умістом білка; якщо ж азот не вносили або вносили мало в позакореневе підживлення у вигляді карбаміду в дозі N₅-N₁₀ кг/га (більше – небезпечно для рослин), то ним потрібно «доробити» по наливу зерна. Краще це зробити під час мікрофаз 71–73 (молочна стиглість), оскільки в цей період у зерно активно надходять поживні елементи і продукти асиміляції. Із часом фізіологічна активність наливу поступово затухає.

У цей період рослини обприскують розчином карбаміду в концентрації не вище 10 %, яка гарантує відсутність негативного впливу на рослини. У період Т₄ менше ризику підпалити рослини підвищеними концентраціями карбаміду. Навіть 20%-й розчин може не зашкодити рослинам. Проте за певних умов, наприклад неякісне добриво з високим умістом біурету або висока сухість повітря (вологість менше 30 %), навіть 15%-й розчин карбаміду

може завдати шкоди рослинам. Замість карбаміду можна внести КАС у тій самій концентрації, що й карбамід; однак, якщо є вибір, перевагу слід віддати карбаміду, оскільки тільки амідна форма проникає крізь листок, тобто азот діятиме одразу, а в КАС її значно менше, ніж у карбаміді.

У цій фазі не стоїть завдання дати багато азоту, оскільки це може привести до затягування вегетації; крім того, для підвищення якості зерна його багато і не потрібно, цілком достатньо дати 5–7 кг азоту.

Поряд із азотом слід вносити й інші елементи, дози яких визначають на підставі листової діагностики. Поширеною є помилкова думка, що достатньо внести один азот, щоб вирішити питання класності зерна. Це не правильно. Вміст азоту в листках може складати й 4,0 %, однак це не гарантує отримання зерна першого чи другого класів. Так, якщо співвідношення між азотом і фосфором більше ніж 8:1, то не буде формуватися ІДК (індекс деформації клейковини), а якщо в листках буде значний дефіцит міді, то не сформується достатньої кількості протеїну. Саме тому, формуючи бакові розчини препаратів, обов'язково слід визначити вміст поживних речовин у листках рослин. Додавати до бакового розчину стимулятори росту рослин недоцільно, оскільки погодні стреси в цей період впливають на рослини вже значно менше, тому це економічно не виправдано.

Типовими помилками під час догляду за посівами пшениці озимої в періоди T_3 і T_4 є такі:

1. *Одночасне внесення фунгіциду й азоту.* На практиці типовою помилкою є внесення карбаміду або КАСу разом із фунгіцидами на початку цвітіння (61–63-тя мікрофази). Намагаючись зекономити на проведенні другої обробки, можна отримати негативний результат, оскільки внесення азоту на початку цвітіння може спровокувати спалах захворювання фузаріозом і септоріозом.

2. *Захист від фузаріозу раніше або пізніше початку цвітіння.* У першому випадку захисна дія фунгіциду буде тим меншою, чим раніше вносили фунгіцид до початку цвітіння, а в другому – на момент обприскування хвороба може вже сильно пошкодити колос.

3. *Внесення фунгіцидів без ад'ювантів.* У такому разі на значну частину поверхні колоса фунгіцид не потрапляє, від чого знижується ефективність обробки.

4. *Проведення позакоренових підживлень по наливу зерна без попередньої листової діагностики.* У цьому разі можна не вгадати й не компенсувати найбільш дефіцитні поживні елементи, від чого ефективність підживлення буде значно меншою. У більшості випадків для того, щоб отримати зерно першого та другого класів, одного азоту замало.

5. *Відмова від пізніх позакоренових підживлень у період T_4 .* Якщо в період T_2 азот не вносили або внесли недостатньо, ним варто допрацювати, оскільки це забезпечить підвищення класності зерна, а отже, отримання вищого прибутку.

6. *Відмова від контролю клопа шкідливої черепашки і жука кузьки.* Якщо кількість цих шкідників менше порога економічної шкодочинності, обробіток проводити недоцільно; при цьому слід щодня оглядати посіви, оскільки ситуація може швидко змінитися. Ці шкідники, особливо жук кузька, сильно мігрують із поля на поле. Якщо своєчасно його не помітити, за два дні можна втратити до тонни зерна.

7. *Застосування фосфорорганічних інсектицидів.* Ці препарати особливо ефективні за високих температур, але в окремих випадках у зерні можуть міститися їх залишки, що ускладнює ситуацію з його реалізацією, звужує спектр використання.

2.11. Збирання врожаю

Пшеницю озиму збирають трьома способами: прямим і роздільним комбайнуванням та за допомогою очісувальних жниварок. Сільськогосподарські підприємства обирають певний спосіб сівби, виходячи зі своєї матеріально-технічної бази, збиральних площ, вологості зерна, стану посівів і прогнозу погоди.

На виробництві більш поширене пряме комбайнування, яке проводять на чистих посівах за вологості зерна до 18 %. Воно добре підходить для збирання короткостеблових, стійких до обсипання сортів пшениці. Головною його перевагою порівняно з роздільним є те, що зерно при цьому одразу вивозиться з поля до сховища або на тік. Крім того, цей спосіб вигідний з економічної точки зору, оскільки зерно обмолочується за один прохід комбайна.

Для того щоб мінімізувати втрати й пошкодження зерна, комбайни перед збиранням ретельно регулюють. Під час роботи

комбайна розрізняють втрати до збирання, під час вимолочування, за соломотрясом і при очищуванні. Втрати під час вимолочування оцінюють за невимолоченим колоссям. Зерна, які падають на ґрунт за комбайном, – це втрати соломотряса або після очищення. Підвищуючи частоту обертів барабана і зменшуючи відстань між барабаном і підбарабанням, можна зменшити втрати зерна під час обмолочування, однак при цьому солома буде сильніше подрібнюватися, через що ускладнюватиметься відділення зерен на соломотрясі й під час очищування. Зменшення втрат до мінімуму потребує обліку навіть незначних втрат під час обмолочування. Загальні втрати залежать і від пропускної здатності. У разі її збільшення завдяки підвищенню швидкості руху комбайна зростають і загальні втрати зерна, особливо за соломотрясом. Чим більше відношення маси соломи до маси зерна, тим повільніше має рухатися комбайн за однакового рівня врожайності зерна.

Сучасні сорти пшениці озимої з високим індексом урожайності зерна дають можливість проводити комбайнування на вищих швидкостях зі зменшеними втратами зерна (менше 1,5 %). Сучасні комбайни обладнані пристроями, за якими комбайнер під час молотби бачить втрати зерна. Бортові комп'ютери можуть використовуватися для регулювання роботи агрегата.

Втрати після обмолочування визначаються за недостатньо вимолоченими суцвіттями у валках. Із валків відбирають 50 суцвіть, підраховують невимолочені з них зерна і порівнюють результати з допустимими граничними значеннями. Вимірювання повторюють тричі. За добрих і середніх умов молотби у 50 колоссях мають залишатися не більше 7–10 зерен пшениці, за поганих умов – не більше 14–16 зерен.

Втрати за соломотрясом і під час очищування визначаються за допомогою спеціальних посудин, які ставляться під валок соломи за комбайном. Солому витрушують над цією посудиною, після чого підраховують зерна, які в неї впали. Цю операцію повторюють тричі. За ширини захвату жатки 5–6 м втрати під час молотби вважаються низькими, якщо в посудині виявили до 40 зерен, якщо їх кількість перевищує 80 штук, втрати є високими і в цьому випадку слід проводити відповідні регулювання.

Серед колосових культур пшениця є найбільш чутливою до обмолочування. Вирішальне значення для якості вимолоченого зерна мають його вологість і ступінь зрілості. Для отримання

високоякісного посівного матеріалу зерно слід обмолочувати за його вологості від 14 % до 19 % (оптимальний показник 16–17 %), при цьому можна отримати насіннєвий матеріал зі схожістю вище 98 %. Вимолочування зерна з вологістю менше 14 % і вище 20 % призводить до значного зниження його схожості.

Схожість не можна визначити одразу після обмолочування, навіть якщо період спокою зерна вже завершений. Оскільки пошкодження під час збирання стимулюють проростання зерен, такі аналізи дають неточний результат. Пізніше знижуються темпи проростання або повністю втрачається здатність до проростання частини зерен. Для визначення відсотка подрібнення відбирають 100 зерен і підраховують кількість пошкоджених. Цю операцію повторюють двічі й виводять середнє значення.

Схильні до обсіпання, полеглі та забур'янені посіви після непарових попередників краще збирати роздільним способом під час фази воскової стиглості (85–87 мікрофази за шкалою ВВСН), за вологості зерна 25–30 %. До цього часу збільшення сухої маси зернівок уже завершене, тому зменшення врожайності під час скошування рослин у цей період уже не буде.

За роздільного збирання рослинну масу спочатку скошують у валки для швидшого досягання зерна і підсушування бур'янів, а через два-три дні підбирають і обмолочують зерно. Для швидшого підсихання і кращого підбирання та обмолочування валків висоту зрізу встановлюють не нижче 15 см. Збирання врожаю роздільним способом – це певний ризик: якщо після скошування валків установиться дощова погода, є загроза проростання зерна у валках. Саме тому за роздільного збирання слід відстежувати прогноз погоди. Краще почекати, поки пройдуть дощі, після чого скошити рослини у валки, ніж зробити це до дощів.

Збирання врожаю за допомогою очісувальних жниварок – це інноваційний елемент технології вирощування, який привертає все більшу увагу аграріїв. Очісувальна жниварка – це спеціалізоване навісне обладнання для комбайнів, призначене для відокремлення зерна/насіння від стебла рослин, за якого стебла залишаються на полі в прямостоячому положенні.

Основними перевагами збирання врожаю за допомогою очісувальних жниварок є:

1. *Підвищення швидкості збирання врожаю.* Очісувальні жниварки забезпечують значно вищу швидкість збирання врожаю

порівняно з роздільним та прямим способами. Цим способом можна зібрати врожай зерна з однакової площі значно швидше, ніж способом прямого комбайнування, з однаковою якістю. Це дозволяє, по-перше, обробити більші площі; по-друге, скоротити витрати палива; по-третє, зменшити знос техніки.

2. *Зменшення втрат зерна під час збирання.* Незважаючи на більшу швидкість руху агрегата й більшу площу, яку обробляють очісувальні жниварки за певний проміжок часу порівняно з класичним обмолотом, вони характеризуються значно меншими втратами під час збирання врожаю. При вичісуванні зерна з колосу зменшується ймовірність його падіння на землю, що забезпечує отримання вищої врожайності зерна.

3. *Збирання полеглого врожаю.* Очісувальні жниварки ідеально підходять для збирання полеглого врожаю і збирають зерно без втрат, чого неможливо досягти традиційними методами.

4. *Універсальність.* Очісувальні жниварки є універсальними пристроями, тому можуть збирати широкий спектр сільськогосподарських культур: пшеницю, ячмінь, тритикале, жито, овес, ріпак і гірчицю. Це робить їх більш привабливими для аграріїв, оскільки за невеликих посівних площ однієї сівалки може вистачити для збирання всіх колосових і хрестоцвітих культур.

5. *Менше забруднення зерна частками ґрунту й рослинними рештками.* У разі прямого збирання жниварки часто встановлюють на низький зріз рослин від поверхні ґрунту, щоб зменшити втрати врожаю зерна та соломи, що може призводити до потрапляння ґрунту в скошену масу і, відповідно, в бункер. Також за низького зрізу в бункер потрапляє більше насіння та решток бур'янів. Робочі органи очісувальних жнивараок працюють на значно більшій відстані від поверхні ґрунту, що унеможлиблює потрапляння ґрунту та зменшує кількість насіння й рослинних решток у скошеній масі, завдяки чому на виході отримують чисте зерно.

6. *Менші експлуатаційні витрати.* У більшості випадків використання очісувальних жнивараок дає можливість скоротити експлуатаційні витрати. Завдяки меншій кількості рухомих частин і меншій потребі в технічному обслуговуванні порівняно з традиційними жниварками фермери можуть заощадити на робочій силі та витратах на обладнання.

Поряд із беззаперечними перевагами очісувальні жниварки мають і ряд недоліків, зокрема:

1. *Більші початкові вкладення.* Вартість очісувальної жниварки є значно вищою порівняно з традиційною жниваркою одного класу.

2. *Сумісність із культурами.* Хоча очісувальні жниварки вважаються універсальними, вони підходять не для всіх культур. Наприклад, їх не можна використовувати для збирання таких поширених культур, як соняшник і кукурудза.

3. *Можливі проблеми з якістю зерна.* У деяких випадках очісувальні жниварки не забезпечують належної якості зерна через збільшення в ньому сторонніх домішок, насамперед полови. Саме тому для забезпечення відповідності кінцевого продукту стандартам якості потрібно передбачати його ретельне очищення та сортування.

4. *Поводження з пожнивними рештками.* Очісувальні жниварки залишають після себе найбільшу кількість рослинних решток, адже все, крім зерна, залишається на полі та стає джерелом поширення шкідників і хвороб. Щоб не допустити їх накопичення, потрібно застосовувати належні методи поводження з рослинними рештками: дискування, заорювання, знезараження та ін.

Список використаних джерел

1. Адаменко Т.І. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату. *Агроном.* 2007. №1. С. 8-11.
2. Анішин Л.А. Вплив біостимуляторів на врожай і якість озимої пшениці. *Новини захисту рослин.* 1999. №7-8. С. 29-30.
3. Бабіч Ю.Б., Солодушко М.М., Пихтін М.І., Громов М.І. Строки сівби та продуктивність озимої пшениці по чорному пару. *Хранение и переработка зерна.* 2003. №9(51). С. 24-26.
4. Білітюк А.П., Скуротівська О.В. Регулятори росту у формуванні врожайності. *Захист рослин.* 2000. №10. С. 21-23.
5. Бутенко А.О., Бакуменко О.М. Вплив строків сівби та сортових особливостей на продуктивність і якість зерна озимої пшениці. *Агрономія і біологія.* 2012. С. 4.
6. Василюк О.М., Гриценко П.В. Регулятори росту рослин і відновлення біогеоценозів. *Вісник Дніпропетровського національного університету.* 2007. Вип. 4. С. 20-21.
7. Вилов Б., Виблова А. Біостимулятори і вирощування озимої пшениці та ярого ячменю. *Пропозиція.* 2002. №12. С. 66-67.
8. Волошин М.Д., Черненко Я.М., Іванченко А.В., Олійник М.А. Технологія неорганічних речовин. Частина 3. Мінеральні добрива: навч. посіб. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016. 354 с.
9. Гамаюнова В.В., Корхова М.М., Панфілова А.В. та ін. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування: монографія. Миколаїв: МНАУ, 2021. 300 с.
10. Гангур В.В., Кочерга А.А., Пипко О.С., Лень О.І. Ефективність мікродобрив за умови обробки насіння та листового підживлення посівів пшениці озимої. *Scientific Progress & Innovations.* 2021. №(2). Р. 46-51. doi.org/10.31210/visnyk2021.02.05
11. Гирка Т.В. Вплив строків сівби та азотних підживлень на розвиток і поширення шкідливих організмів у посівах озимої пшениці. Інститут зернового господарства УААН, 2007. С. 35-38.
12. Грицаєнко З.М. Карпенко В.П. Суттєве застосування гербіцидів і регуляторів росту в посівах озимої пшениці та кукурудзи. *Пропозиція.* 2002. №4. С. 73.
13. Довгань С., Сядриста О. Озиминні – надійний захист. *Пропозиція.* 2008. №9. С. 80-84.

14. Дубовий О.І., Хорішко, Педаш О.О. Вплив строків сівби та норм висіву на ріст і розвиток рослин озимої пшениці в осінній період вегетації. Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ. 2008. №33-34. С. 38-40.

15. Екологоорієнтовані підходи відновлення техногенно забруднених територій і створення сталих екосистем: колективна монографія / за заг. ред. Т.О. Чайки. Полтава: Вид-во ПП «Астрая», 2022. 452 с.

16. Животков Л.О., Бірюков С.В. Озимі зернові культури. Київ: Урожай, 2003. 288 с.

17. Зуза В.С. Гербологія: монографія. Харків: Стиль-Издат, 2022. 468 с.

18. Каленська С.М., Чубко О.П., Журавльова Н.В. Зимостійкість сортів пшениці озимої залежно від строків сівби. *Землеробство*. 2004. Вип. 76. С. 78-81.

19. Керєфова Л.Ю. Про вплив регуляторів росту на якісні показники зерна озимої пшениці. *Зерновое хозяйство*. 2004. №4. С. 4-5.

20. Колісник Н.М., Тимофійчук О.М.. Застосування біостимуляторів добрив нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць ІМТ НААН*. Запоріжжя, 2011. Вип. 2(8). С. 149-155.

21. Кононюк Л.М., Натальчук Т.А. Особливості сортової реакції пшениці озимої на технологічні прийоми вирощування в північному лісостепу. *Збірник наукових праць / ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. С. 55-62.

22. Мельник А.В., Собко М.Г., Дубовик О.О. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від строків сівби в умовах північної частини Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. №1. С. 6-9.

23. Корбанюк Р.А. Ефективність застосування гумінових препаратів в рослинництві. *Гумінові речовини і фітогормони в сільському господарстві: матеріали V Міжнародної конференції Radostim-ДДАУ*. Дніпропетровськ, 2010. С. 113-114.

24. Коцюба А.С., Аристархова Э.А. Гуминовые кислоты как природные стимуляторы роста растений. *Гумінові речовини і фітогормони в сільському господарстві: матеріали V Міжнародної конференції Radostim*. Дніпропетровськ, 2010. С. 114-115.

25. Кимак Я.В. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. Київ: ЕКМО, 2009. С. 32.

26. Куперман Ф.М. Морфологія рослин: монографія. Москва: Высшая школа, 2001. 230 с.

27. Ламан М.А., Янушкевич Б.Н., Хмурец К.И. Потенциал продуктивности хлебных злаков: Технологические аспекты реализации. Минск: Наука и техника, 1987. 224 с.

28. Лихочвор В.В. Застосування регуляторів росту рослин на посівах зернових культур. *Пропозиція*. 2003. №4. С. 56-57.

29. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В., Корнійчук О.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: монографія. Львів, 2010. 1085 с.

30. Лукашук Л.Я. Вплив зміни клімату на продуктивність пшениці озимої залежно від строків сівби. *Агрономія і біологія*. Суми, 2012. С. 4.

31. Майданюк В.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на продуктивність пшениці озимої. *Збірник наукових праць / ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. С. 71-74.

32. Маренич М.М. Варіабельність урожайності пшениці озимої в умовах Полтавської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. С. 115-120.

33. Маренич М.М., Гангур В.В., Попова К.М., Ляшенко В.В., Кабак Ю.І. Ефективність гумінових стимуляторів за умови передпосівної обробки насіння зернових культур. *Scientific Progress & Innovations*. 2020. №(3). 70-78. doi.org/10.31210/visnyk2020.03.08

34. Марков І. Інтегрована система захисту пшениці. *Агробізнес сьогодні*. 2014. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/420-intehrovana-systema-zakhystu-pshenytsi>

35. Мельник І.П., Присяжнюк М.П. Застосування регуляторів росту в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Матеріали міжнародної наукової конференції конференції*, м. Львів, 2013. С. 45-47.

36. Моргун В.В., Санін Є.В., Швартоу В.В., Артемчук І.Л. Сорти та технології вирощування високих врожаїв озимої пшениці. Київ: Догос. 2009. 93 с.

37. Писаренко П.В., Матюха В.Л., Писаренко П.П., Антоненко Я.В. Ефективність бакових сумішей пестицидів проти шкідників та хвороб у технології вирощування пшениці озимої в

Північному Степу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. №1. Р. 80-89. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.09>

38. Присяжнюк М.П. Урожайність озимої пшениці в залежності від строків сівби, норм і способів застосування регуляторів росту. *Збірник наукових праць Подільського ДАТУ*. Каменець-Подільський, 2015. С. 52-60.

39. Рожков А.О., Огурцов Є.М. Рослинництво: підручник. Харків: Друкарня Мадрид, 2019. 380 с.

40. Станкевич С.В. Ринок пестицидів України: монографія. Харків: Вид-во Іванченка І.С., 2020. 175 с.

41. Станкевич С.В., Положенець В.М., Немерицька Л.В. та ін. Фунгіциди і технічні засоби їх застосування: навч. посібник. Житомир: Рута, 2022. 214 с.

42. Черенков А.В., Солодушко М.М., Желязков О.І., Хорішко С.А. Сучасні технології вирощування пшениці озимої в зоні Степу: монографія / Інститут сільського господарства степової зони. Дніпропетровськ, 2014. 115 с.

43. Черенков А.В., Нестерець В.Г., Солодушко М.М., Гасанова І.І. та ін. Пшениця озима в зоні Степу, кліматичні зміни та технологія вирощування: монографія / за ред. А.В. Черенкова. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2015. 548 с.

44. Шелепов В.В., Гаврилюк М.М., Чебаков М.П. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці: монографія. Миронівка: Миронівська друкарня, 2007. 405 с.

45. Ямковий В.Ю., Буняк О.І., Ящук Н.О. Продуктивність та якість зерна пшениці озимої залежно від позакореневого підживлення в Лівобережному Лісостепу України. *Аграрні інновації: Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2021. №5. С. 101-107.

Наукове видання

РОЖКОВ Артур Олександрович

**ПШЕНИЦЯ ОЗИМА:
ОНТОГЕНЕЗ, СУЧАСНІ ПІДХОДИ
ДО ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ**

Монографія

Редактор *Л.Ю. Кротченко*
Дизайн обкладинки *А.О. Рожкова*
Комп'ютерний набір і верстка *А.О. Рожкова*

Підписано до друку **00.00.2024** р. Формат 60×84 1/16. Папір офсет.
Друк цифровий
Обсяг: 5,5 ум. друк. арк., 7,6 обл.-вид. арк. Тираж 300 прим.
