**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

**Навчально-науковий інститут природничо-математичних, медико-біологічних наук та інформаційних технологій**

**Кафедра біології**

**Середня освіта «Біологія»**

**014.05 Середня освіта (Біологія та здоров’я людини)**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня магістра

**ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИМИ СПОЛУКАМИ НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ ПШЕНИЦІ М’ЯКОЇ ЯРОЇ**

студента **Куриленка Антона Олеговича**

***Науковий керівник:***

Завідувач кафедри біології,

д.б.н., професор

**Кучменко Олена Борисівна**

 ***Рецензенти:***

Журавель Н.М.,

к.б.н, доц., доц. кафедри біології

Українського державного університету імені Михайла Драгоманова

Гавій В.М.,

к.б.н., доц., доц. кафедри біології

Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри біології

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_проф. **Кучменко О.Б.**

Ніжин – 2023

**АНОТАЦІЯ**

Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи 48 с., у тому числі 4 рисунків і 7 таблиць. Список використаних джерел містить 90 найменувань.

На теперішній час, все частіше, для покращення продуктивності урожайності та стресостійкості сільськогосподарських культур в агротехнологіях використовують різноманітні біологічні препарати, що підтверджує їх перспективність.

Одним з ефективних дій на ростові процеси та розвиток рослин є передпосівна обробка зерна злакових культур безпечними компонентами біологічно активних сполук. Особливе місце серед цих препаратів посідають стимулятори росту. Дослідження процесів дії передпосівної обробки насіння метаболічно активними сполуками на морфометричні показники ростових процесів пшениці ярої сорту Панянка на різних етапах онтогенезу обґрунтовує актуальність даних досліджень.

Об’єкт дослідження ‒ фізіологічні особливості процесів росту та вплив на морфометричні показники пшениці ярої сорту Панянка від передпосівної обробки зерна композиціями метаболічно активних сполук.

**Практичне значення роботи:** Проведення експериментів у сфері ефективності передпосівної обробки зерна композиціями метаболічно активних сполук є важливим внеском у вивчення механізмів впливу цих сполук на морфометричні показники ростових процесів пшениці ярої сорту Панянка.

Результати експериментальних досліджень в даній магістерській роботі мають результативні значення і в перспективі їх вивчення є підставою для створення на їх основі спеціалізованих препаратів для стимуляції росту і розвитку рослин.

**Ключові слова:**пшениця яра, передпосівна обробка, морфометричні показники, площа листкової пластики, суха маса, вітамін Е, убіхінон, параоксибензойна кислота, метіонін, MgSO4.

**ABSTRACT**

The master's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, and a list of used sources. The total volume of the work is 48 pages, including 4 figures and 7 tables. The list of used sources contains 90 names.

At the present time, various biological preparations are used more and more often to improve productivity and stress resistance of agricultural crops in agrotechnologies, which confirms their perspective.

One of the effective actions on the growth processes and development of plants is the pre-sowing treatment of cereal grains with safe components of biologically active compounds. Growth stimulants occupy a special place among these drugs. The study of the processes of the pre-sowing treatment of seeds with metabolically active compounds on the morphometric indicators of the growth processes of spring wheat of the Panyanka variety at different stages of ontogenesis justifies the relevance of these studies.

The object of the research is the physiological features of growth processes and the effect on the morphometric indicators of spring wheat of the Panyanka variety from pre-sowing grain treatment with compositions of metabolically active compounds.

**Practical significance of the work:** Conducting experiments in the field of effectiveness of pre-sowing grain treatment with compositions of metabolically active compounds is an important contribution to the study of the mechanisms of influence of these compounds on the morphometric indicators of the growth processes of spring wheat of the Panyanka variety.

The results of experimental research in this master's work have productive values and in the future their study is the basis for creating specialized preparations based on them to stimulate the growth and development of plants.

**Key words:** spring wheat, pre-sowing treatment, morphometric parameters, leaf area, dry mass, vitamin E, ubiquinone, paraoxybenzoic acid, methionine,, MgSO4.

**ЗМІСТ**

[ВСТУП 5](https://docs.google.com/document/d/1tWvA7KSP5hEHV1QgiNu_hmns3gWTyBxg/edit#heading=h.gjdgxs)

[РОЗДІЛ 1.](https://docs.google.com/document/d/1tWvA7KSP5hEHV1QgiNu_hmns3gWTyBxg/edit#heading=h.30j0zll) ВПЛИВ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК ЯК СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИНИ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ [9](https://docs.google.com/document/d/1tWvA7KSP5hEHV1QgiNu_hmns3gWTyBxg/edit#heading=h.30j0zll)

[1.1](https://docs.google.com/document/d/1tWvA7KSP5hEHV1QgiNu_hmns3gWTyBxg/edit#heading=h.1fob9te) Морфометричні та фізіологічні особливості росту і розвитку рослин пшениці ярої на різних етапах онтогенезу 9

[1.2](https://docs.google.com/document/d/1tWvA7KSP5hEHV1QgiNu_hmns3gWTyBxg/edit#heading=h.3znysh7) Характеристика та властивості зерна пшениці ярої  [1](https://docs.google.com/document/d/1tWvA7KSP5hEHV1QgiNu_hmns3gWTyBxg/edit#heading=h.3znysh7)3

[1.3.](https://docs.google.com/document/d/1tWvA7KSP5hEHV1QgiNu_hmns3gWTyBxg/edit#heading=h.2et92p0) Вплив метаболічно активних-сполук на ріст і розвиток пшениці ярої.19

[РОЗДІЛ 2.](https://docs.google.com/document/d/1tWvA7KSP5hEHV1QgiNu_hmns3gWTyBxg/edit#heading=h.4d34og8) МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 25

[2.1](https://docs.google.com/document/d/1tWvA7KSP5hEHV1QgiNu_hmns3gWTyBxg/edit#heading=h.2s8eyo1) Матеріал та схема проведення досліджень.25

2.2 Методики проведення досліджень. 27

2.3 Методи статистичної обробки результатів дослідження 27

РОЗДІЛ 3. РІСТ і РОЗВИТОК РОСЛИН ПШЕНИЦІ ЯРОЇ СОРТУ ПАНЯНКА ЗА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ КОМПОЗИЦІЯМИ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН 28

 3.1. Вплив на морфометричні показники культури пшениці ярої

 сорту Панянка передпосівної обробки зерна композиціями метаболічно

 активних речовин 28

 3.2. Вплив на показники продуктивного кущення та інтенсивність росту площі листкової пластинки пшениці ярої сорту Панянка передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин 35

ВИСНОВКИ 40

[СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ](https://docs.google.com/document/d/1tWvA7KSP5hEHV1QgiNu_hmns3gWTyBxg/edit#heading=h.4i7ojhp) 41

**ВСТУП**

Глобальний світовий ринок продовольства формується за рахунок виробництва сільськогосподарської продукції, а отже швидкий ріст ефективності агропромислового комплексу, конкурентоспроможність на відкритому світовому ринку неможливі без підняття на новий рівень технологічного розвитку галузі.

Серед базової сільськогосподарської продукції, яка гарантує продовольчу безпеку України, особливе значення має зерно [2].

Зернове господарство є однією з головних галузей України . Розвиток цієї галузі обумовлює формування та основу економіки країни а саме її продовольчий та кормовий фонд.

Одним із найважливіших завдань агропромислового комплексу України в сучасних соціально-економічних умовах є значне збільшення і стабілізація зерновиробництва, передусім, продовольчого зерна пшениці [6].

В наш час світ передових технологій став концентруватися не тільки на тому, скільки виробляє зерна, але і на тому, як це зробити в умовах лімітованих енергоресурсів і вологи, з мінімальними затратами і без шкоди для навколишнього середовища [2].

Найпоширенішою із зернових культур в Україні є пшениця, посіви якої займають 6,3-7,5 млн. га, близько 90% площ її посіву зосереджено в степовій та лісостеповій зонах [4].

Для забезпечення України високоякісним зерном велике значення має розширення посівів твердої пшениці. Завдяки високому вмісту білка її зерно використовується для виготовлення кращих сортів макаронних виробів, пшеничних круп, таких як манна, та кондитерської продукції і має високу закупівельну ціну [2].

На сьогодні в Україні пшениця яра залишається на другому плані на фоні озимих сортів. Сорти пшениці ярої виведені в Україні за останні роки здатні дати хороші результати, навіть на фоні інших зернових , включаючи озимі культури. А от компенсується нижча урожайність пшениці ярої насамперед якістю зерна, особливо це стосується твердих сортів.

Зерно пшениці ярої вирізняється високим вмістом білка (14-16% – м'яка, 15-18% – тверда) і клейковини (28-40%), а також містить менше крохмалю у порівнянні з озимими сортами. Вміст білка в зерні тритикале на 1-2% вищий, ніж у пшениці, а вміст клейковини – на такому ж самому рівні, але за її якістю (еластичністю і розтяжністю) через геном жита тритикале суттєво поступається пшениці [3].

Завдяки цим якостям культура має найкращі хлібопекарські якості. Яра пшениця твердих сортів у всіх країнах світу насамперед застосовують у виготовленні найкращих сортів макаронів, спагетті та іншої продукції цього напрямку. Тож вона має великий експортний та кондитерської продукції і має високу закупівельну ціну потенціал.

Основне призначення пшениці – забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами. Цінність пшеничного хліба визначається сприятливим хімічним складом зерна. У зерні пшениці міститься велика кількість вуглеводів, у тому числі до 70% крохмалю, вітаміни В1, В2 РР, Е та провітаміни A, D, до 2% зольних мінеральних речовин. Білки пшениці є повноцінними за амінокислотним складом, містять усі незамінні амінокислоти – лізин, триптофан, валін, метіонін, треонін, фенілаланін, гістидин, аргінін, лейцин, ізолейцин, які добре засвоюються людським організмом. Проте у складі білків недостатньо таких амінокислот, як лізин, метіонін, треонін, тому поживна цінність пшеничного білка становить лише 50% загального вмісту білка. Це означає, наприклад, що при вмісті білка в зерні 14% ми використовуємо його лише 7%. Тому так важливо вирощувати високобілкову пшеницю. 400-500 г пшеничного хліба та хлібобулочних її виробів покриває близько третини «всіх потреб людини в їжі, половину потребу вуглеводах, третину (40%) у повноцінних білках, 50-60% – у вітамінах групи В, 80% – у вітаміні Е. Пшеничний хліб практично повністю забезпечує потреби людини у фосфорі і залізі, на 40% – у 8 кальції [5].

Ґрунтово-кліматичні умови в Україні, а саме в Центрі, на Сході та Північному Сході, напрочуд сприятливі для культивування ярої пшениці.

Це достатньо холодостійка культура, на відміну від багатьох інших ярих культур. Насіння може проростати за мінімальної плюсової температури, а для отримання добрих сходів достатньо +4…+5 °С. Отже навіть суттєві весняні заморозки ярій пшениці особливо не зашкодять [1].

Покращення урожайності та зростання обсягів виробництва зерна пшениці ярої з достатньо високими якісними показниками вимагає удосконалення існуючих елементів технології вирощування, які б забезпечили якість зерна та стабілізацію виробництва у різні за погодними умовами роки та зниженням витрат на одиницю продукції. У зв’язку з цим необхідні дослідження по удосконаленню елементів технології вирощування, які будуть вирішувати питання формування високопродуктивних посівів.

Одним із найбільш перспективних напрямків сучасних агротехнологій є використання біологічних препаратів та стимуляторів росту [7-10]. Насіння є основною і життєво важливою складовою стійкого росту продуктивності сільського господарства, оскільки більше 90% продовольчих культур вирощуються із насіння [11]. Тому одним із ефективних способів впливу на процеси росту і розвитку рослини, формуванню стійкості до різноманітних стресових факторів зовнішнього середовища, включаючи хімічні, фізичні та біологічні, є саме передпосівна обробка насіння препаратами біологічно активних речовин.

Препарати, що займають належне місце - це стимулятори росту, ефект від їх дії був продемонстрований на багатьох культурах. При застосуванні таких препаратів спостерігається модуляція процесу фотосинтезу, оптимізація транспорту поживних речовин, і, як наслідок, зростання біомаси та врожайності культур [12].

**Об’єкт дослідження–** рослини пшениці ярої сорту Панянка за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук.

**Предмет дослідження –** морфометричні показники росту і розвитку рослин пшениці ярої, композиції метаболічно активних сполук.

**Мета дослідження**: вивчити вплив передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук на морфометричні показники ростових процесів пшениці ярої сорту Панянка.

**Завдання дослідження:**

1. Вивчити вплив передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук на морфометричні показники кореня та стебла рослин пшениці ярої сорту Панянка впродовж вегетації.
2. Вивчити вплив передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук на показники продуктивного кущення та площу листкової пластинки рослин пшениці ярої сорту Панянка впродовж вегетації.

**Методи дослідження:** теоретичні (аналіз та систематизація літературних, наукових, методичних та інших джерел з досліджуваної теми), морфометричні методи, методи статистичної обробки результатів дослідження.

**РОЗДІЛ 1**

**ВПЛИВ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК ЯК СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИНИ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ**

**(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

**1.1. Морфометричні та фізіологічні особливості росту і розвитку рослин пшениці ярої**  **на різних етапах онтогенезу.**

Належить пшениця до родини Роасеае роду Triticum, який є поліморфним за видовим складом. Відповідно види пшениці,за кількістю хромосом у соматичних клітинах, поділяються на 4 генетичні групи (диплоїдні, тетраплоїдні, гексаплоїдні, октаплоїдні), за морфологічними ознаками – на 2 групи (справжні або голозерні, полб'яні або плівчасті).[14]

 Різновиди м'якої пшениці які найбільш поширені:

лютесценс (var. Lutescens Al.) — має білий безостий колос, неопушені луски, червоне зерно;

 мільтурум (var. Milturum Al.) — червоний безостий колос, неопушені луски, чер­воне зерно;

 еритроспермум (var. Erythrospermum Korn) — білий остистий колос, неопушені луски, червоне зерно.

Серед ярих твер­дих пшениць поширені три різновиди:

гордеі-форме (var. hordeiforme Host) — червоний остистий колос, неопуше­ні луски, біле зерно;

мелянопус (var. melanopus Al.) — білий остис­тий колос, чорні ості, опушені луски, біле зерно;

апулікум (var. apulicum Korn) — аналогічний різновиду гордеіформе, має черво­ний остистий колос, але ості чорні, а луски опушені, біле зерно.

Вирізняють два види пшениці які мають найбільше поширення та значення в агрономії це м'яка (Triticum aestivum) та тверда (Triticum durum).

Ярі тверді види пшениці мають три різновиди в культурі які найбільш відомі:

гордеіформе (var. hordeiforme Host), мелянопус (var. melanopus Al.), апулікум (var. apulicum Korn) [14].

Яра пшениця є однією з найбільш холодостійких рослин поміж ярих зернових культур. Проростання насіння починається при темпера­турі 1 — 2 °С, а сходи деяких сортів витримують за­морозки навіть до мінус 8—10 °С. Найкраща інтенсивність росту фази кущення спостерігається при температурі 10 — 12 °С, за якої гарно формується вузлова коренева система, далі ріст і розвиток рослин — при 18 — 23 °С. Погано витримує високі температури.

Яра пшениця потребує достатню кількість вологи, при дефіциті вологи у ґрунті погано розвивається її коренева система і рослини майже не кущяться. Проростання насіння м'якої пшениці відбувається при погли­нанні 50 — 60 % води від власної маси, твердої — на 5 — 7 % більше.

Коренева система твердої пшениці більш стійка до ґрунтової посухи у другу по­ловину вегетації, це пояснюється більшою поглинальною здатністю її кореневої системи в цей період. Також в період формування і наливання зерна, тверда пшениця, найкраще витримує повітряну посуху . А от критичними для рослини у сенсі поглинання вологи є саме фази кущен­ня і трубкування [13].

Слід зазначити що пшениця яра, у порівнянні з іншими зерновими культурами має малу здатність до кущіння та низький кий розвиток кореневої системи (вона у пшениці мичкувата), особливо це відображено на вторинних корінцях. Тому за посушливих умов зародкові корені у більшості, залишаться основними впродовж усього вегетаційного періоду пшениці.

На 10-12 день після сходів при сприятливих кліматичних умовах, одночасно з кущінням з підземних вузлів стебла розвиваються вузлові (придаткові) корені. Кожен пагін здатний формувати по парі корінців, які при достатній кількості вологи можуть розростатися в потужні корені. При несприятливих умов вторинні корені не розвиваються і мають вигляд сосочків. Враховуючи склад ґрунту та умови росту пшениці, її коренева система може сягає глибини 1 м, а от основна її частина розташована на глибині до 60 см [15].

Пшениця яра має прямостояче стебло - соломину з 4-7 порожнистими міжвузлями, його довжина сягає:

- у низькорослих рослин (у карликових і напівкарликових) 12 сортів – 60-90 см; - середньорослих – 100-110 см;

- високорослих – 110-125 см [16].

Будова листка включає дві складові: пластинку і піхву. Сама пластинка коливається по Довжині – від 10 до 35 см, а ширина – від 0,7 до 2,5 см. Піхва виконує функцію кріплення листка до міжвузлів. Існує два типи листків у пшениці ярої : прикореневі які формуються з підземних вузлів (їх,зазвичай, 4-5) виконують функцію накопичувачів елементів живлення ; та стеблові у надземній частині стебла (їх 3-5) .

Прикореневі листки використовуються рослиною для подальшого розвитку кореневої системи і закладки колосу. Подальше живлення рослин відбувається за рахунок стеблових листків та безпосередньо самого стебла, по мірі його росту і формування. Прикореневі листки при цьому поступово відмирають.

У пшениці ярої суцвіття представляє собою колос, його будова включає в себе стрижні, які в свою чергу поділяються на окремі членики. Стрижень має дві сторони: широку, вона носить назву лицьова, та вузьку її називають - бічною. Стрижневі членики на своїх уступах розміщують по одному колоску, сам колосок з двох боків закривається колосковими лусочками. Їх будова :зубець, плече, кіль.

Квіточки колоска, по 3-5 шт. містяться в його середині. Квітка має дві квіткові луски, між якими знаходиться маточка із зав'яззю і дволопатевим перистим рильцем, три тичинки.

Формування колоса у ярої пшениці відбувається у фазі кущіння, до початку росту стебла. Саме від достатньої насиченості ґрунтів вологою в період кущіння залежить кількість квіток в колосі. Інтенсивне споживання вологи у ярої пшениці відбувається в період трубкування – колосіння пшениці. В цей період формується кількість фертильних колосків та число зерен у колоску. Погодні умови в цей період відіграють важливу роль [17].

Плодом пшениці є зернівка, її будова включає оболонку, ендосперм і зародок. Оболонка виконує захисну функцію, а саме, захищає зерно від несприятливих зовнішніх умов і механічних пошкоджень. Ендосперм заповнює основну внутрішню частину зерна і містить поживні речовини для проростання зародка , складається з двох частин: зовнішньої – алейроновий шар (близько 6% маси зерна) і внутрішньої – борошниста частина (80-90%). Зародок знаходиться в нижній, більш широкій частині зерна і відділений від ендосперму щитком. Зародок становить близько 2% маси зерна [18].

В індивідуальному розвитку пшениця яра проходить 12 етапів органогенезу та наступні фенологічні фази: проростання насіння, сходи, кущіння, трубкування (стеблування), колосіння, цвітіння, формування і налив зернівки, молочна, воскова, повна стиглість. Вегетаційний період пшениці ярої триває 85-110 днів, пшениці твердої – 100-115 днів [19].

Насіння пшениці ярої починає проростати при температурі 1-2°С, а сходи холодостійких сортів можуть витримувати заморозки до мінус 8-10°С. Для фази кущіння комфортною вважається температура 10-12°С, що сприяє формуванню вузлової кореневої системи. Температура, при якій пшениця яра буде рости та стабільно розвиватись становить 18-23°С, показники врожайності при вищій температурі – гірші [20]*.*

І етап органогенезу характеризує диференціацію та ріст зародкових органів. На поверхні ґрунту у вигляді шильця спочатку з’являється стебловий пагін, вкритий колеоптиле. Через 6-14 днів після сходів формується перший листок тритикале, в цей період відбувається розвиток кореневої системи рослин. Під час кущіння в результаті розгалуження стебла з’являються нов*і* пагони [21].

ІІ етап органогенезу відповідає за ріст і диференціацією конусу росту, формування вузлів і міжвузлів. З вузла кущіння розвивається вторинна коренева система, яка займає в основному поверхневий шар ґрунту.

ІІІ етап органогенезу проходить у фазі кущіння. У цей період відбувається подовження верхньої і диференціація нижньої частини конуса росту, зароджується зародковий колос і колоскові горбки, які закладаються вже під час IV етапу органогенезу.

V етап процес проходить швидко і відповідає фазі виходу рослин у трубку. Міжвузля над поверхнею ґрунту на висоті 5 см, нові бічні пагони вже не утворюються, закладаються органи квітки і суцвіття, їх формування проходить вже на VI етапі.

VII етап характеризується ростом покривних органів і члеників колоскового стрижня, а VIII етап - завершенням формуванням всіх органів суцвіття і квітки, утворюється прапорцевий листок.

ІХ етап органогенезу це фаза цвітіння. Тритикале – є самозапильною рослиною, тому пильовики дозрівають у ще закритій квітці.

 Х етап формування і росту зернівки, ХІ етап її дозрівання до молочної стиглості, накопичення елементів живлення.

На XII етапі відбувається перетворенням поживних речовин в запасні і дозріванням насіння до повної стиглості. У період дозрівання вологість зерна поступово знижується, а сухі речовини накопичуються. За дефіциту вологи і високих температур зерно стає щуплим [22, 23, 24].

**1.2 Характеристика та властивості зерна пшениці ярої** **.**

Плід у пшениці ярої, за своєю будовою, характеризують як зернівку. Колос містить у близько 30 – 40 зерен. Середня маса зерен одного колоса може коливатись в межах від 0,6 до 1,9 г. Відповідно маса 1000 зерен становить від 25 до 55 г, в середньому це близько 40 г.

Що стосується форми зерна, то вона може бути овальною, яйцеподібною або ж бочкоподібна, при цьому довжина його може досягати 11 мм. М’яка пшениця вважається самозапильною рослиною, але має особливість запилюватися перехресно у жарку погоду.

Що стосується твердої пшениці (Тr. durum), то в більшості в Україні вирощують ярі сорти. Вона має як ярі так і озимі форми, та у порівнянні з м'якою ріст її стебла вищий а саме стебло покрите восковим нальотом [32].

 Пшениця яра, у порівнянні з озимими, відрізняється підвищеною якістю зерна. Тому ярим формам приділяють значну увагу [25]. Зерно пшениці твердої ярої характеризується особливим хімічним складом, це дає перевагу у використанні його для виробництва продуктів харчування, які неможливо виробляти з зерна інших зернових культур без втрати їхньої якості [27, 26].

 Зерно ярих зернових характеризується підвищеним вмістом білка збагаченого на незамінні амінокислоти, також має достатньо великий вітамінний (групи: В, РР, Е) та провітамінний склад (каротиноїди) що дає йому перевагу над іншими сортами [29, 30].

Велике значення для оцінки харчового складу зерна куль­тури має амінокислотний склад білків. Зерно пшениці містить най­більше глютамінової кислоти, а в її зародках багато незамінних амінокислот, зокрема лізину. В периферійних частинах ендосперму пшениці міститься 3 — 4 % від загальної кількості аргініну, валіну; 1 — 2 % — лізину, цистину, метіоніну; до 1 % — триптофану; в його центральній частині — 6 — 8 % ізолейцину та лейцину і 3 — 4 % фені­лаланіну; в алейроновому шарі багато триптофану [31].

До складу зерна пшениці входить:

* білків 13,9 % ;
* вуглеводів 79,9 %;
* жиру 2,0 %;
* клітковини 2,3 %;
* золи 1,9 %
* 
Табл.1. Вміст речовин в складі зерна.

Слід зазначити що вміст білків у зерні , ярої пшениці може коливатись від 9 до 23 %. Що стосується вуглеводів, то їх частка складає віл 48 до 63 % і містяться вони у вигляді крохмалю. Решта це 2–3 % займає клітковина та 2–7% розчинні цукри [33].

 Відсоток білків у якісному зерні пшениці ярої повинен бути на рівні від 11 до 17% , бо враховуючи його харчову цінність, коливання саме цього показника може призвести зниження технологічних властивостей та погіршення якості хлібобулочних виробів [34].

Глютен (від лат. Gluten – клей) складає приблизно 80 % та представлений гліадином і глютеніном, що в свою чергу є складною сумішшю різних білкових молекул [35, 36, 37]. Саме вміст клейковини вважається одним із головних показників якості зерна. Клейковина являє собою фракції протеїну пшениці, які можна вимити з борошна, іншими словами це хімічна речовина білкової групи, що не розчиняється у воді. Саме вона забезпечує пружність, еластичність та пористість хліба та відіграє важливу роль у технологічному процесі випікання хлібопекарських виробів.

Більшу частина білків пшеничного зерна складають запасні гліадини і глютеніни, що в свою чергу будують клейковину, інші білки в зерні пшениці - альбуміни та глобуліни – структурні й ферментні протеїни [38]. Накопичення білків у зерні пшениці проходить в процесі його наливання в основному в результаті реутилізації азотовмісних сполук із вегетативних органів, синтезованих до і під час цвітіння [39]

До складу зерна пшениці ярої також входить безліч хімічних речовин, які в свою чергу, визначають його харчову та біологічну цінність для здоров'я людини. Найважливішою складовою зерна вважають - білки, до їх складу входять усі незамінні амінокислоти, виділяють з них три головні — триптофан, метіонін і лізин. Утворенню клейковини, сприяють цінні білки: гліадин і глютелін.

Слід зазначити, що зерно пшениці ярої багате на вуглеводи, а саме на крохмаль, його кількість, становить від 48 до 57% і міститься в ендоспермі. Цукри представлені (моно— і дисахаридами їх вміст у зерні незначний — приблизно 1%. У зародку та алейроновому шарі містяться жири, вони в процентному співвідношенні незначні і складають 2—2,5%. У зерні міститься значна кількість калію, фосфору, натрію і кальцію [41].

До складу її зерна також входять усі необхідні для харчування вітаміни, ферменти і мінеральні речовини [40].

Вітаміни:

Вітамін А (бета-каротин) – 5 мкг

Вітамін В1 (тіамін) – 0.387 мг

Вітамін В2 (рибофлавін) – 0.108 мг

Ніацин (вітамін В3 або РР) – 4.381 мг

Вітамін В5 (пантотенова кислота) – 0.954 мг

Вітамін В6 (піридоксин) – 0.368 мг

Фолієва кислота (вітамін В9) – 38 мкг

Вітамін С (аскорбінова кислота) – 0 мг

Вітамін Е (токоферол) – 1.01 мг

Вітамін К (филлохинон) – 1.9 мкг

Макроелементи:

Калій – 432 мг

Кальцій – 32 мг

Магній – 93 мг

Натрій – 2 мг

Фосфор – 355 мг

Мікроелементи:

Залізо – 4.56 мг

Марганець – 3.821 мг

Мідь – 363 мкг

 Цинк – 3.33 мг

Калорійність пшениці – 342 ккал.



Табл.2. Вміст вітамінів.



Табл. 3. Вміст макроелементів.



Табл.4. Вміст мікроелементів.

Споживання неочищених зернових продуктів, як відомо, є профілактикою хронічних захворювань. Цілісні зерна злаків містять важливі для здоров'я людини поживні речовини, а також мінерали і вітаміни, тому, увага до злаків як до джерела біоактивних і функціональних інгредієнтів за останні роки збільшилася [44].

Сукупність вітамінів та мікроелементів в зерні пшениці є вкрай необхідними в раціоні людини для повноцінного харчування. Вони суттєво впливають на її здоров'я.

Наприклад солі магнію і калій, що містяться в зерні активізують вуглеводний обмін, беруть участь у формуванні кісткової тканини, нормалізують роботу серця і центральної нервової системи [43].

Сам зародок пшениці містить дуже велику частку біологічно цінних речовин : вітаміни групи В, вітамін Е, протеїни, цинк, калій, залізо, фосфор, сірка і лінолева кислота, тому споживаючи пророщену пшеницю можна значно зміцнити здоров’я [42].

**1.3. Вплив метаболічно активних-сполук на ріст і розвиток пшениці ярої**.

На даний час у виробників сільського господарства гостро стоїть питання підвищення продуктивності урожайності зернових культур та підвищення їх захисту від шкідників та хвороб. Отже зараз набуває значення використання у рослинництві різних мікробіологічних і біологічних препаратів. Головна перевага цих препаратів в тому що потрапляючи в рослину або в ґрунт, та, вступаючи, при цьому, на клітковому рівні у процес загального обміну речовин, вони активізують біохімічні процеси та підвищують рівень життєдіяльності рослин, що сприяє реалізації їх генетичного потенціалу [45].

Саме регулятори росту мають різносторонній вплив на рослинний організм на окремих етапах органогенезу. На тлі останніх досліджень, інтерес науковців та виробників сільського господарства до регуляторів росту пов'язаний з суттєвими модифікаціями в процесі обміну речовин, реорганізацією ряду метаболічних систем, які відносяться до генного і гормонального рівнів та клітинного енергообміну.

Виявленню біологічно активних речовини в точках росту рослин ми зобов'язані українському академіку М. Холодному, ще на початку XX сторіччя.

Слід зауважити що дотеперішні штучні біологічно активні препарати, які були винайдені за принципом активізації важливих процесів в рослинах, були економічно нерентабельними та малоефективними тож не знайшли свого використання у сільськогосподарському виробництві. Завдяки прогресу та на основі новітніх досягнень науки, науковцям все ж вдалося винайти високоефективні рістрегулюючі речовини, на це знадобилось майже 50 років [46].

На теперішній час впроваджено численна кількість досліджень з цього приводу та був накопичений чималий експериментальний матеріал.

Багато досліджень присвячено сумісному застосуванню пестицидів із регуляторами росту при проведенні фітосанітарних обробок вегетуючих рослин пшениці озимої та ярої. Було висловлено припущення, що завдяки посиленню проникності клітинних мембран, під впливом регуляторів росту при сумісному їх використанні з фунгіцидами і інсектицидами, можна знизити фітотоксичний ефект ряду пестицидів при сортовій чутливості рослин, внаслідок чого підвищується врожайність, поліпшується якість продукції та загальний рівень екологічного стану сільськогосподарського виробництва [46].

В нинішніх умовах спостерігається нова тенденція у застосуванні регуляторів росту рослин. Синтетичні фізіологічно активні регулятори росту, разом із корисною дією, можуть мати побічний негативний вплив на рослини, тому рекомендується використовувати екологічно безпечні регулятори природного біосинтезу без застосування штучно синтезованих сполук [43].

Саме така група препаратів регуляторів росту рослин має речовини, які цілеспрямовано впливають на процеси розвитку в організмі рослин, також регулюють темпи росту органів на деяких етапах онтогенезу, мають властивість підвищувати стійкість рослини до негативних чинників, а також сповна використовувати потенціал сортів. Рядом досліджень підтверджено регуляторів росту на закладання основної кількості генеративних органів рослини. Спостерігається покращення якості наливу зерна та розширенню його адаптивних можливостей.

Використання регуляторів розвитку за вирощування різних сільськогосподарських культур є економічно доцільним та науково обґрунтованим заходом, що допомагає оптимізувати продуктивність сортів без різкого збільшення екологічного навантаження на агроценози.

В даний час винайдено регулятори росту рослин нового покоління, вони володіють екологічною безпекою та показали гарну ефективністю. Насамперед вони характеризуються тим що активізують основні процеси життєдіяльності рослин. Це включає поділ клітин, мембранні процеси, фотосинтез, ферментні системи, а також процеси дихання й живлення.

Слід зазначити новітні препарати широко застосовують для зміцнення росту кореневої системи, та боротьбі з виляганням злакових, а також для регулювання процесів дозрівання культур та збільшення їх продуктивності підвищуючи їх стійкість до несприятливих факторів середовища [47].

Досить велику увагу на даний час заслуговує використання метаболічно активних сполук як ефективних регуляторів росту. Зараз глибоко вивчається вплив вітамінів та їх попередників на рістрегулюючі процеси в рослині.

Токофероли (вітамін Е)представляє собою антиоксидант ліпофільної форми, міститься в основному в насінні [48].

Молекулярна структура вітаміну Е , включає в свою будову хроманольне кільце з бічним ланцюгом, що міститься у положенні С2, і об'єднує чотири токофероли та чотири токотрієноли [49].

Процес синтезу токоферолу проходить лише у фотосинтезуючих організмів у внутрішній мембрані хлоропластів і ділиться між мембранами хлоропластів, тилакоїдами і пластоглобулами. Інформації що стосується функції вітаміну Е в рослинних зустрічається небагато. На даний період в дослідженнях добре висвітлена функція токоферолів у клітинах яка має здатність гасити активні форми кисню та жиророзчинні побічні продукти окислення [49].

Протягом останніх років вчені змогли ідентифікувати гени, які необхідні для синтезу токоферолів в рослинах і ціанобактеріях. Відповідно доведено, що токофероли впливають на неферментативне перекисне окислення ліпідів яке проходить під час спокою насіння та його проростання. Брак токоферолу в рослинах призводить до зниження активації їх захисних функцій [50].

Токоферол має властивість сповільнювати процеси вільнорадикального окислення це доводить те що він є сильним природним антиоксидантом [51].

Магнійє одним із першорядних макроелементів, які забезпечують основні процеси росту та розвитку рослинного організму [52].

Магній контролює модуляцію основних фізіологічних та біохімічних процесів, а саме синтез амінокислот, а також займає основну роль у фотосинтетичній активності, тому що входить до будови молекули хлорофілу [53, 54].

Його роль у життєвому циклі рослини дуже важлива, магній бере участь в пришвидшенні ферментативних процесів а також синтезі вуглеводів, є складовою будови рибосом, слугує активації росту кореневої системи та поглинанню поживних речовин з ґрунту (зокрема азоту). Сприяє інтенсивності процесів синтезу аденозинтрифосфатів з нуклеозиддифосфатами. Також слід зауважити що магній є незамінним елементом живлення рослини (в першу чергу це стосується молодих ділянок росту). Цей процес відбувається на етапах цвітіння, плодоношення і дозрівання насіння в результаті чого можна зазначити що вплив акцентується на формування початків та озерненість. Вміст достатньо великої кількості магнію і фосфору спостерігають у зрілому насінні, а в недозрілому насінні магнію більше втричі, ніж кальцію [55].

Убіхінон (коензим Q10, КоQ10) належить до розповсюджених коферментів, які містяться у рослинних клітинах, а також у клітинах грибів, різних мікроорганізмів і тваринних клітинах. Відповідно і назва його бере походження на основі цих досліджень: «убіхінон»- усюдисущий хінон. Перші дослідження по виділенню убіхінону із серця тварини провів Ф. Крейн у 1957р. А вже у 1958 р. вчений К. Фолкерс зміг дослідити структурну основу убіхінону. [56].

Убіхінони відносяться до комплексу біологічно активних хінонів природного походження. Доведена його біосинтетична спорідненість з такими сполуками, як пластохінони, та вітаміни Е, К [57].

Убіхінони виконують головну функцію яка полягає в переміщенні електронів та протонів від різних субстратів до цитохромів при таких процесах як дихання та окислювальне фосфорилювання. Їх основна функція, як довели дослідження, це антиоксидантні процеси які убіхінони виконують головним чином у відновленій формі [58]. Унікальність антиоксидантної дії убіхінону полягає в ендогенному синтезі та присутності у всіх мембранах. Він має перевагу над іншими антиоксидантами як за кількістю, так і за якістю. Захисні властивості убіхінону направлені на ДНК, а також на ліпіди і білки. Слід зазначити про ще одну важливу антиоксидантну властивість убіхінону це здатність регенерувати другі антиоксиданти, це вітамін Е і аскорбінова кислота [59].

Убіхінон представляє собою вітаміноподібну речовину, що синтезується в організмі з амінокислоти тирозин також в цьому процесі ще беруть участь вітаміни В2, В3, В6, В12, С, фолієва та пантотенова кислоти, а також ряд мікроелементів [60].

Метіонін за своєю структурою представляє незамінну сірковмісну амінокислоту, яка в свою чергу приймає участь в унікальних процесах організму таких як ініціація синтезу білка та метилювання (у вигляді S-аденозилметіоніну) [61]. Метіонін приймає участь в регуляції багатьох метаболічних процесів, імунної системи та в роботі травної системи у ссавців та ін. До його функцій відноситься участь у процесах активації ендогенних антиоксидантних ферментів, таких як метіонінсульфоксидредуктаза А, метаболізму ліпідів та біосинтезі глутатіону [62].

Останні дослідження довели що покращити зернові властивості посівних культур за допомогою регулювання процесів метаболізму в насінні можливо при умові використання ексогенних регуляторів росту які будуть екологічно чистими при умові використання їх в мікродозах.

Саме позитивний вплив метіоніну на процес проростання насіння та ріст проростків озимої пшениці в результаті зумовлює поліпшення якості насіння та посівних [63].

Дослідження які були проведені довели, що використання метіоніну якісно впливає на такі фізіологічні процеси в рослинах як проростання насіння, збільшення довжини кореня, пагона проростка та їх масу [64].

При використанні регуляторів росту до складу яких входить метіонін, на посівних злакових культур спостерігається покращення стійкості рослин до вилягання та якісно впливає на довжину колосу та його озерненість. До того ж, виявлено, що з додаванням метіоніну до рістрегулюючих препаратів у рослин підсилюється імунітет до патогенних бактерій, таких як Pseudomonas і Xanthmonas [65].

З вищезазначеного можна зробити висновок, що метіонін позитивно впливає на проростання насіння, підсилює ріст коренів та коригує процес відкривання-закривання продихів. Також під впливом дії метіоніну підвищується активність в процесах запилення та зав'язування плодів, проходить оптимізація водообміну та регуляція утворення етилену [66].

Бензойна та параоксибензойна кислота - вченими не повністю досліджена її фізіологічна активність. Відомо що дані кислоти синтезуються в фенолпропаноїдному шляху та вірогідно беруть участь в започаткуванні адаптивних реакцій рослин. Останні дослідження підтверджують, що при обробці сільськогосподарських культур екзогенними бензойною та параоксибензойною кислотами спостерігається підвищена стійкість культур до абіотичних стресорів [67].

**РОЗДІЛ 2**

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**2.1. Матеріал та схема проведення досліджень.**

Дослідження за темою магістерської роботи виконували впродовж 2023 р. на агробіостанції (польові досліди) та в навчально-науковій лабораторії з біохімічних та медико-валеологічних досліджень (лабораторні досліди) Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки являє собою опідзолений чорнозем з малогумусним типом. Орний шар включає 3,4 % гумусу, насиченість основами – 90,7-91,2 %, гідролітична кислотність ґрунтового покриву 2,42 мг-екв./100 г., реакція ґрунтового розчину рН 6,0-6,2 (слабокисла). Склад грунтового покриву містить фосфорні рухомі сполуки – 117 мг/кг та обмінного калію – 97 мг/кг (за Чириковим - забезпеченість підвищена), нітрогену – 63 мг/кг (за Корнфілдом - забезпеченість середня). Показники стану грунтового шару в нормі і не потребують внесення мінеральних добрив.

Біологічна характеристика сорту пшениці ярої наступна:

Сорт Панянка, отриманий від схрещування у 2000 році Quattro/Рання 93. Різновидність лютесценс (у державному реєстрі з 2015 року.) [75].

Характеризується низькорослістю (до 85 см)., має довгий колос циліндричної форми (10–12 см), невелика щільність (на 10 см довжини стрижня, припадає 15–17 колосків). Середньої довжини колоскова луска, ланцетоподібної форми. Форма зубця - коротка, трохи зігнутий. Має округле вузьке плече, та звужений середньозазублений кіль. Верхівка колоса має характерні остюковидні парості, довжина їх 1,5–2,5 см. Сама зернівка видовженої форми, достатньо велика має середньої, звужененої форми борозенку [68].

Сорт Панянка рекомендований для вирощування в Лісостепу та на Поліссі. Витривалий до вилягання, обсипання та посухи, характеризується як середньостиглий та високоврожайний, з високим потенціалом. Вегетаційний період складає від 84 - 94 діб. Висота культури - 68 - 88 см. Стійкість до 32,7 - 39,7 балів. Опір до вилягання 8,3 - 9,0 балів, до обсипання 8,8 - 9,0 балів, витримка до посухи 6,3 - 8,0 балів. Гарт проти борошнистої роси 9,0 балів та , бурої іржі 9,0 балів.[69] Пшениця цінної якості. Натура зерна – 801 г/л, склоподібність – 94%Клейковина зерна складає - 32,1 - 39,0%,білка 15,0% [70].

Обробка насіння проводилась безпосередньо перед посівом композиціями метаболічно активних речовин: вітамін Е (10-8 М), параоксибензойна кислота (ПОБК) (0,001%), метіонін (0,001%), убіхінон-10 (10-8 М) і MgSO4 (0,001%).

Схема досліджень передбачала 5 варіантів:

1. контроль (необроблене насіння);

2. насіння, оброблене композицією, що складається з вітаміну Е, параоксибензойної кислоти, метіоніну і MgSO4 (композиція ЕПММg);

3. насіння, оброблене композицією, що складається з вітаміну Е, параоксибензойної кислоти і MgSO4 (композиція ЕПМg);

4. насіння, оброблене композицією, що складається з вітаміну Е, параоксибензойної кислоти і метіоніну (композиція ЕПМ);

5. насіння, оброблене композицією, що складається з вітаміну Е і убіхінона-10 (композиція ЕQ).

По закінченню передпосівної обробки зерна пшениці ярої сорту Панянка композиціями метаболічно активних речовин насіння, було проведено його висівання із застосуванням широкорядного способу в ґрунт поля (ширина міжрядь – 45 см). Загальна площа поля становила 25 м².

Повторність досліду – одноразова. При проведенні досліджень опирались на методики дослідної справи Доспехова Б.А. [71].

Всі відповідні обліки за ростом і розвитком культури були проведені згідно з «Методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [72]. А саме, фенологічні дослідження і спостереження проводились відповідно до основних фаз росту і розвитку: початок і поява сходів, кущіння, вихід в трубку, колосіння, цвітіння, молочна стиглість, воскова і повна стиглість зерна. Початкові ознаки кожної фази росту та розвитку піддослідної культури фіксувались за настанням їх у 10% , завершення фіксувалось – не менше ніж у 75% рослин [73].

**2.2. Методики проведення досліджень.**

*Методика проведення морфометричних досліджень.* Морфометричні показники такі як висота та маса стебла, довжина, маса та кількість коренів визначали відповідно до загальновідомих методів біологічних та агрономічних досліджень.Вміст сухої речовини в рослинному матеріал визначали ваговим методом.Площу одного листка за допомогою обчислення його довжини і ширини з з умовою використання перевідного коефіцієнта. Продуктивну кущистість визначали у фазу воскової стиглості зерна [74].

**2.3. Методи статистичної обробки результатів дослідження**

Дані які були отримані пройшли математичну та статистичну обробку з використанням програми Biostat 5.0. Для того щоб перевірити нормальність розподілу показників використовували критерій Шапіро-Уілка. При початковій підготовці оформлення таблиць та попередніх розрахунків було застосовано стандартний програмний продукт Microsoft Excel, при умові його використання було здійснено аналіз на «нормальність вибірки». Для кількісних показників було обчислене середнє арифметичне (М) та стандартні відхилення середнього (m).

**РОЗДІЛ 3.**

**РІСТ і РОЗВИТОК РОСЛИН ПШЕНИЦІ ЯРОЇ**

**СОРТУ ПАНЯНКА ЗА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ КОМПОЗИЦІЯМИ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН**

**3.1. Вплив на морфометричні показники стебла і кореня рослин пшениці ярої сорту Панянка за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин**

Така культура, як яра пшениця вимагає особливих умов, стосовно родючості ґрунтів та своєчасного підкормлення посівів мінеральними та органічними добривами. При умові гарного удобрення ґрунтів яра пшениця буде мати гарну кореневу систему, рослина доцільніше буде використовувати вологу, ці фактори дають можливість культурі краще перенести несприятливі та посушливі погодні умови [76].

Метаболічно активні речовини в процесі росту і розвитку рослин активно модулюють процеси фотосинтезу та допомагають в транспортуванні поживних речовин в рослині, що є важливим фактором. А також слід зазначити, що при їх використанні спостерігається збільшення стійкості зернових культур до різних несприятливих факторів та збільшення захисних властивостей рослинного організму [77]. Додатковим фактором є позитивний вплив метаболічно активних речовин на мікрофлору ґрунту, де росте рослина [76].

Метою роботи є дослідження впливу передпосівної обробки насіння пшениці ярої сорту Панянка композиціями метаболічно активних речовин на морфометричні параметри кореневої системи рослин на різних етапах розвитку. Об'єктом дослідження відібрано насіння сорту Панянка, внесеного в державний реєстр в 2015 році.

Показники даного дослідження фіксувались на таких фазах онтогенезу: кущіння, виходу в трубку, колосіння, цвітіння, молочної зрілості.

За результатами проведених досліджень була продемонстрована ефективність композицій метаболічно активних речовин, що досліджувалися, щодо морфометричних показників кореневої системи пшениці ярої (таблиця 3.1). Зокрема, за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин, що досліджувалися, ефективно зростали довжина, маса та кількість коренів порівняно з контрольною групою.

Таблиця 3.1

Морфометричні параметри кореневої системи рослин сорту Панянка

за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно

активних речовин на різних етапах онтогенезу

|  |  |
| --- | --- |
| Групи | Фази онтогенезу |
| кущіння | вихід в трубку | колосіння | цвітіння | молочної стиглості |
|  | Довжина кореня (см) |
| Контроль | 8,50±0,76 | 14,31±1,12 | 18,71±1,38 | 24,14±2,23 | 28,32±2,75 |
| ЕПМ | 10,23±0,84 | 20,03±1,02 | 25,17±1,92 | 30,23±3,03 | 34,18±3,61 |
| ЕПМMg | 8,23±0,81\* | 15,65±1,41 | 19,56±2,78\* | 25,37±3,53 | 28,65±3,09 |
| ЕQ | 9,52±0,92 | 17,32±1,15\* | 27,48±1,63 | 32,21±2,16\* | 31,53±2,80 |
| ЕПMg | 9,7±0,89 | 16,21±1,08 | 23,67±1,72 | 27,11±2,24 | 32,10±1,97 |
|  | Маса кореня (г) |
| Контроль | 4,91±0,05 | 10,18±0,48 | 14,16±1,23 | 19,24±1,43 | 21,30±1,79 |
| ЕПМ | 6,45±0,08\* | 12,82±0,36 | 20,73±1,88\* | 28,85±1,81 | 31,20±1,35 |
| ЕПМMg | 5,40±0,04 | 11,47±0,39 | 19,67±1,85 | 26,53±2,59\* | 28,10±1,68\* |
| ЕQ | 6,11±0,06 | 13,36±0,53 | 24,43±1,74\* | 31,70±2,39\* | 30,17±1,59 |
| ЕПMg | 7,43±0,06 | 13,92±0,61 | 22,82±2,04 | 29,26±1,84 | 33,47±1,29 |
|  | Кількість коренів (шт.) |
| Контроль | 13,20±0,92 | 16,47±0,87 | 21,13±1,09 | 27,15±1,75 | 26,17±1,35 |
| ЕПМ | 13,80±0,47 | 17,20±0,89 | 27,83±1,93\* | 31,67±2,19 | 32,03±1,55 |
| ЕПМMg | 16,04±0,52 | 23,70±0,91 | 37,23±2,14 | 39,46±2,98\* | 37,23±2,08 |
| ЕQ | 12,05±0,72 | 18,26±0,86\* | 30,58±1,92\* | 34,23±3,15\* | 35,20±1,97\* |
| ЕПMg | 13,41±0,53 | 20,46±0,90 | 35,83±2,07 | 36,13±2,55 | 39,51±2,07 |

Примітка: \* - різниця достовірна порівняно з контролем (р<0,05).

Таку досить високу ефективність досліджуваних метаболічно активних речовин можна пояснити тим, що вітамін Е і убіхінон-10 беруть участь у біоенергетичних процесах, а параоксибензойна кислота є природною фенольною сполукою, яка бере участь у багатьох ланках метаболізму рослин (виконує роль антиоксиданта і прооксиданта, здатна індукувати альтернативну оксидазу і регулювати активність комплексу антиоксидантних ферментів).

Також параоксибензойна кислота виконує в клітині функцію сигнальної молекули при формуванні захисних реакцій, результатом чого є формування системної стійкості рослин до різних факторів навколишнього середовища [79].

Сіль магнію сульфату відіграє важливу роль в метаболічних процесах клітини. Магній в якості коферменту входить до складу ферментів, які регулюють процес синтезу білків. Крім того, сірка входить до складу сірковмісних амінокислот - метіоніну, цистину, цистеїну, вітамінів (тіаміну, біотину), ферментів (дегідрогеназ і ін.) [80].

Таким чином, досліджувані композиції метаболічно активних речовин стимулюють ростові процеси підземних органів рослин. Найбільшу ефективність параметрів збільшення кількості коренів продемонстрували композиції ЕПММg і EQ, композиції ЕПМ, EQ і ЕПМg щодо збільшення маси коренів та композиції ЕПМ і EQ щодо збільшення довжини коренів. Продемонстроване збільшення довжини коренів і їх сумарної маси може зіграти вирішальну роль у формуванні вищої зернової продуктивності, особливо при несприятливих умовах зовнішнього середовища. Тому подальше вивчення впливу даних композицій метаболічно активних речовин на зернові культури є перспективним.

Збільшення маси сухої речовини кореня у зернової культури пшениці ярої сорту Панянка здебільшого починає активний ріст з фази кущіння до фази цвітіння (табл.3.2). В ході опрацювання результатів статистичних даних проведеного дослідження спостерігається зростання маси сухої речовини в групах рослин з передпосівною обробкою насіння композиціями ЕПМMg у фазі кущіння та у фазі колосіння та перевищує контрольні величини. Також, треба зазначити, що показники у групах рослин з передпосівною обробкою насіння композиціями ЕПMg стабільно займають другу позицію на всіх етапах онтогенезу крім заключного, а саме молочної стиглості. У цій фазі показники показують кращий результат.

Показники маси сухої речовини кореня показали ефективність композицій метаболічно активних речовин, що досліджувалися відповідно до показників контролю.

Активність росту кореневої системи визначає подальший ріст та розвиток поверхневої частини зернової культури.

Таблиця 3.2.

Маса сухої речовини коренів (г) рослин пшениці ярої сорту Панянка на різних фазах онтогенезу за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук.

| Групи | Фази онтогенезу |
| --- | --- |
| кущіння | трубкування | колосіння | цвітіння | молочної стиглості |
|  | пшениця яра сорт Панянка  |
| Контроль | 3,11±0,03 | 6,60±0,32 | 10,48±0,73 | 11,76±1,02 | 10,12±0,57 |
| ЕПМ | 4,3±0,02\* | 7,40±0,49 | 14,27±1,14\* | 15,37±1,13 | 12,97±1,52\* |
| ЕПМMg | 3,15±0,02 | 7,13±0,33\* | 15,70±0,87\* | 19,12±1,98\* | 20,45±2,45\* |
| ЕQ | 4,10±0,03\* | 8,57±0,53\* | 13,12±1,32\* | 15,63±1,03\* | 15,60±1,49\* |
| ЕПMg | 3,14±0,12 | 8,24±0,45\* | 14,73±0,77\* | 18,24±1,59\* | 18,51±1,92\* |

Примітка: \* - різниця достовірна порівняно з контролем, p < 0,05.

Основуючись на даних дослідження можна сказати що передпосівна обробка зерна композиціями метаболічно активних речовин благотворно впливає на ріст культури у порівнянні з групою контролю (табл. 3.3.). Отже, висота стебла рослини пшениці ярої сорту Панянка при обробці композиціями на фазі кущіння та колосіння зростає на 24%, у фазі колосіння відсоток зростання становить 27,6 %, відповідно у фазі цвітіння 13,4% та на завершальній стадії, фазі молочної стиглості 23% порівняно в контрольними величинами на відповідних стадіях.

Очевидне зростання величини спостерігається при обробці композиціями ЕПМMg на етапах кущіння та колосіння, показники підвищились на 33,5%. Також у групі передпосівної обробки композицією ЕПMg, показали позитивний результат на ріст стебла культури на фазах цвітіння та молочної стиглості відповідно на 36,6% і 30,3% порівняно з контрольною групою. Найкращий показник росту висоти стебла рослин пшениці ярої сорту Панянка оброблених композиціями метаболічно активних сполук спостерігається у фазі колосіння (табл. 3.3.).

Таблиця 3.3

Висота стебла (см) рослин пшениці ярої сорту Панянка на різних фазах онтогенезу за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук.

|  |  |
| --- | --- |
| Групи | Фази онтогенезу |
| кущіння | трубкування | колосіння | цвітіння | молочної стиглості |
|  | пшениця яра сорт Панянка  |
| Контроль | 10,87±0,34 | 25,38±1,63 | 33,53±0,79 | 56,60±1,62 | 80,93±6,42 |
| ЕПМ | 12,67±0,83\* | 31,51±2,27\* | 41,34±1,45\* | 63,28±2,67\* | 93,33±7,45 |
| ЕПМMg | 14,47±0,98\* | 34,05±2,14\* | 43,46±1,32\* | 69,57±3,23\* | 96,34±5,76\* |
| ЕQ | 13,58±0,25\* | 28,35±1,72\* | 40,56±0,72\* | 61,37±2,71\* | 92,33±6,71 |
| ЕПMg | 13,14±0,72\* | 32,24±1,45\* | 45,83±0,69\* | 62,41±1,79\* | 97,51±1,72\* |

Примітка: \* - різниця достовірна порівняно з контролем, p < 0,05.

В таблиці 3.4 розглядаються результати дослідження маси стебла рослини пшениця яра сорту Панянка.

Визначено, що на всіх досліджуваних фазах розвитку рослин пшениці ярої сорту Панянка ми бачимо інтенсивне збільшення маси стебла у рослин досліджуваних груп у порівнянні з рослинами групи контролю. Активне збільшення маси стебла спостерігається у фазі кущіння у рослин пшениці ярої в групах з передпосівною обробкою насіння композиціями ЕПMg та EQ, ці показники перевищують дані по контролю на 49% і 45% відповідно. Група з передпосівною обробкою зерна композицією ЕПMg проявила себе найкраще на трьох фазах, а саме кущіння 49%, трубкування 32% та молочна стиглість 31% відповідно до рослин з групи контролю.

Таблиця 3.4.

Маса стебла (г) рослин пшениці ярої сорту Панянка на різних фазах онтогенезу за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук.

|  |  |
| --- | --- |
| Групи | Фази онтогенезу |
| кущіння | трубкування | колосіння | цвітіння | молочної стиглості |
|  | пшениця яра сорт Панянка  |
| Контроль | 5,45±0,17 | 37,14±2,04 | 58,26±2,97 | 69,07±3,26 | 83,15±3,15 |
| ЕПМ | 6,86±0,54\* | 46,13±1,99\* | 74,48±3,12\* | 82,68±5,47\* | 102,13±4,38\* |
| ЕПМMg | 7,91±0,15\* | 48,23±2,85\* | 78,23±4,04\* | 93,76±5,75\* | 107,20±4,28\* |
| ЕQ | 7,03±0,61\* | 42,57±1,87 | 69,97±2,98\* | 86,37±5,26\* | 98,21±5,16\* |
| ЕПMg | 7,17±0,61\* | 49,14±1,75\* | 73,93±1,79\* | 89,61±2,36\* | 109,31±2,57\* |

Примітка: \* - різниця достовірна порівняно з контролем, p < 0,05.

Таблиця 3.5 містить дані визначення маси сухої речовини стебла рослин пшениці ярої сорту Панянка.

Спостерігається тенденція до підвищення росту маси сухої речовини стебла рослин пшениці ярої сорту Панянка з фази кущіння до фази молочної стиглості в групах з передпосівною обробкою зерна композиціями ЕПМMg та ЕПMg відповідно до контрольної групи. При цьому у фазі кущіння спостерігається активність в групах з передпосівною обробкою зерна композицією EQ, вона зросла перевищуючи показники контролю на 32%. Найбільший приріст маси сухої речовини стебла протягом досліджуваних фаз розвитку спостерігається в групі з передпосівною обробкою зерна композицією ЕПMg та у фазі трубкування, він випереджає значення контролю на 45%. Зростання показників в групах з передпосівною обробкою зерна композицією ЕПМMg спостерігалось на всіх етапах в таких значеннях відносно контролю: кущіння 30%, трубкування 25%, колосіння 31%, цвітіння 26%, молочна стиглість 23%. Дані показники вказують на стабільно позитивний вплив композиції ЕПМMg на ріст рослин пшениці ярої сорту Панянка (табл.3.5).

Таблиця 3.5.

Маса сухої речовини стебла (г) рослин пшениці ярої сорту Панянка на різних фазах онтогенезу за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук.

|  |  |
| --- | --- |
| Групи | Фази онтогенезу |
| кущіння | трубкування | колосіння | цвітіння | молочної стиглості |
|  | пшениця яра сорту Панянка |
| Контроль | 0,97±0,06 | 10,56±0,71 | 27,56±1,39 | 30,27±2,03 | 31,47±2,14 |
| ЕПМ | 1,28±0,07\* | 12,23±0,67 | 31,57±2,15 | 34,20±2,75 | 37,31±2,07\* |
| ЕПМMg | 1,26±0,07\* | 13,21±1,34 | 33,28±2,14\* | 38,23±2,92\* | 40,87±2,12\* |
| ЕQ | 1,29±0,06\* | 11,41±1,42 | 30,27±1,87 | 31,83±2,87 | 37,30±2,67\* |
| ЕПMg | 1,17±0,61 | 15,32±1,24\* | 36,23±2,59\* | 39,31±1,98\* | 41,11±2,87\* |

Примітка: \* - різниця достовірна порівняно з контролем, p < 0,05.

**3.2. Вплив на показники продуктивного кущення та площу листкової пластинки пшениці ярої сорту Панянка передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин**

Продуктивна робота фотосинтетичного апарату на відповідних етапах його циклів дає можливість покращити зернову продуктивность на 10-60%. Тому підвищення врожайності рослин залежить не тільки від активності фотосинтезу в листках, але й від їх площі, інтенсивності росту та тривалості фізіологічних процесів, а саме це стосується другої вегетаційної стадії.

 Показники площі листкової поверхні вказують на фотосинтетичні властивості рослини. Структура та розміри листкової пластинки впливають на показники сприятливого росту та розвитку рослини, а також забезпечують функції подальшого формування потенціалу врожаю. На фізіологічні показники листкової поверхні впливають наступні фактори: водний баланс, сортові особливості, підживлення ґрунту, строків сівби [76]. Передпосівна обробка зерна пшениці ярої сорту Панянка метаболічно активними речовинами, активно сприяє формуванню продуктивної вегетативної маси культури, це здебільшого позитивно впливає на генетичний потенціал рослини [77].

З поданої таблиці спостерігаємо, збільшення площі листкової пластинки у фазі весняного кущення у наступних композиціях передпосівної обробки насіння. ЕQ має найкращий показник у цій фазі, а саме збільшення площі листкової пластинки культури на 34% порівняно з контрольним варіантом рослин. Також гарні показники у ЕПМMg і ЕПMg відповідно на 29 і 21 % порівняно з контрольним варіантом представника злакових, пшениці ярої сорту Панянка (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Інтенсивність росту площі листкової пластинки (см2) рослин пшениці ярої сорту Панянка за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант | Кущіння | Вихід в трубку | Колосіння | Цвітіння |
|  пшениця яра сорту Панянка |
| Контроль | 6,10±0,12 | 18,10±1,02 | 22,15±0,61 | 22,51±0,85 |
| ЕПМ | 6,94±0,35 | 21,15±0,66\* | 24,2±0,76\* | 25,71±0,83\* |
| ЕПМMg | 7,89±0,49\* | 22,68±1,03\* | 26,40±0,93\* | 27,12±1,20\* |
| EQ | 8,19±0,43\* | 23,42±1,01\* | 28,57±0,68\* | 31,12±0,56\* |
| ЕПMg | 7,32±0,79\* | 26,58±1,23\* | 29,47±0,79\* | 30,12±1,07\* |

Примітка: \* - різниця достовірна порівняно з контролем, р<0,05.

Спостерігається активне зростання листкової пластинки у фазі виходу в трубку, це пояснюється збільшенням кількості ярусів та кількості листків на стеблі пшениці. Показник експериментального варіанту ЕПMg майже в два рази перевищує статистистичні дані варіанту контролю і складає порівняно з ним 46%. Також позитивна тенденція присутня і у наступних композициях передпосівної обробки насіння ЕПМMg і EQ, площа їх листкових пластинок збільшується відповідно на 25 і 29 % порівняно з контролем.

Аналізуючи динаміку росту культури, під час наступних фаз колосіння і цвітіння, згідно опрацьованих статистичних даних спостерігається тенденція зростання величин даних площі листкової пластинки в експериментальних варіантах. Відповідно у композициях ЕПMg і EQ на 33 і 28% , порівняно з контрольними величинами у фазі колосіння. У фазі цвітіння спостерігаємо показники на 34% та 38% вище показника контрольного варіанту у вищезазначених комплексах (ЕПMg і EQ).

 Зростання значень показників площі листкової пластинки рослин оброблених композиціями ЕПMg і EQ, які спостерігаємо на кожній фазі онтогенезу, порівняно з контролем, пояснюється ефектами окремих їх компонентів. Отже, присутній в композиціях вітамін Е є сильним антиоксидантом, його апарат співпрацює разом із фітогормонами, а також приймає участь у біоенергетичних ланцюгах клітини у тандемі з убіхіноном він може забезпечувати витривалість рослин до дії різноманітних впливів зовнішнього середовища [81, 82]. Дія параоксибензойної кислоти включає антиоксидантні властивості, та здійснює захисну функцію для насіння від багатьох інфекцій, позитивно діє на рістрегулюючі процеси та респіраторний метаболізм [83, 84]. Солі магнію сульфату забезпечують особливу роль у більшості метаболічних процесів – в якості коферменту, також є складовою багатьох ензимів та часткою у будові структури хлорофілу. А сірковмісні амінокислоти містять у своїй будові сульфур. [85, 86]. Звідси можна зробити висновок, що комплексна дія вищезазначених метаболічно активних речовин у складі композиції ЕПMg і EQ, цілком ймовірно може діяти на рослину як стимулятор росту та виконувати функції індуктора захисних реакцій.

Таблиця 3.7.

Показники продуктивного кущення рослин пшениці ярої сорту Панянка

за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин.

|  |  |
| --- | --- |
| Варіант | Продуктивне кущення (кількість стебел з колоссям на рослині), шт. |
| пшениця яра сорту Панянка |
| Контроль | 9,31±0,51 |
| ЕПМ | 12,23±0,56\* |
| ЕПМMg | 14,63±1,02\* |
| EQ | 12,53±0,29\* |
| ЕПMg | 14,13±1,15\* |

Примітка: \* - різниця достовірна порівняно з контролем, р<0,05.

У табл. 3.7 представлені опрацьовані статистичні значення продуктивного кущення культури пшениця яра сорту Панянка. Показники цих значень безпосередньо залежать від агротехнічних, агрометеорологічних умов та сортових особливостей. Від цих факторів у подальшому залежить продуктивність культури. Беручи до уваги ці фактори слід зазначити, що передпосівна обробка зерна композиціями метаболічно активних речовин може позитивно діяти на проходження фізіологічних та біохімічних процесів у тканинах рослин пшениці ярої сорту Панянка та позитивно впливати на елементи структури врожаю.

З статистичних показників можна зробити висновок, що контрольний варіант показав найменшу кількість продуктивних стебел. Активне зростання кількості продуктивних стебел спостерігалося у рослин оброблених комплексами ЕПМMg та ЕПMg відповідно на 57% та 51% (табл. 3.7) порівняно з показниками контролю.

**ВИСНОВКИ**

1. Проведено експериментальне дослідження по вивченню композицій метаболічно активних сполук ЕПМ, ЕПMg, ЕПМMg і EQ та їх вплив на процеси росту та розвитку пшениці ярої. Виявлено позитивний ефект дії композицій метаболічно активних сполук щодо стимуляції кореневої системи культури. Результати досліджень показали ефективність композиції ЕПММg і EQ щодо збільшення кількості коренів, композиції ЕПМ, EQ і ЕПМg щодо збільшення маси коренів та композиції ЕПМ і EQ щодо збільшення довжини коренів. Аналогічний результат отриманий щодо кількості і маси стебел рослин пшениці ярої сорту Панянка при обробці композиціями метаболічно активних сполук, які досліджувалися.
2. Зафіксовано позитивний результат дії передпосівної обробки зерна пшениці ярої сорту Панянка дослідними варіантами композицій метаболічно активних речовин на ріст і розвиток надземної частини рослини. А саме доведена ефективність впливу дії комплексів на формування кількості продуктивних стебел у пшениці ярої сорту Панянка та на площу листової пластинки листків. Найкращі показники зафіксовані у рослин оброблених композиціями найбільша їх кількість у рослин обох сортів формувалася за використання композиції ЕПМMg та ЕПMg.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інтернетресурс <https://agronomy.com.ua/statti/zernovi-kultury/1458-yara-pshenytsia-dlia-sivby-ta-peresivannia.html>
2. Андрійченко Л. В. Шляхи підвищення врожайності та якості зерна пшениці ярої твердої на півдні України. Вісник аграрної науки Причорномор’я. 2006. № 33. Вип. 1. С. 33-38.
3. Гребенюк І. В. Умови культивування пиляків in vitro тритикале. Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Серія: біологія. 2008. Вип. 7. № 814. С. 187-198.
4. Моргун В. В. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та системи живлення і захисту озимої пшениці / В. В. Моргун, Є. Ю. Санін, В. В. Швартау. – К.:Логос, 2014. – 148 с. №4. – С. 35–39.
5. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. – Львів: НВФ ”Українські технології”, 2006. – 730 с.
6. Попов С. І. Урожайність та якість зерна пшениці м’якої озимої за осіннього підживлення у східній частині Лісостепу України / С. І. Попов, С. В. Авраменко, О. С. Курилов // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН. – Дніпропетровськ, 2014. – №7. – С. 103–107.
7. Jiang K., Asami T. Chemical regulators of plant hormones and their applications in basic research and agriculture. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry.* 2018. №*82*(8). Р. 1265–1300. doi: 10.1080/09168451.2018.1462693
8. Манько К. М. Урожайність та якість зерна жита озимого залежно від елементів технології вирощування в умовах східної частини Лісостепу України : автореф. дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.05. Xарків, 2011. – 20 с.
9. Szczepanek M. Technology of maize with growth stimulants application. *Engineering for Rural Development.* 2018. №17. Р. 483–490. doi: 10.22616/ERDev2018.17.N074
10. Horobets M., Chaika T., Krykunova V. Influence of growth stimulants on the ontogenesis of spring barley (Hordeum Vulgare L.). *Colloquium-journal.* 2021. №7(94). Р. 41-42. doi: 10.24412/2520-6990-2021-794-41-42
11. Sharma K., Singh U., Sharma P., Kumar A., Sharma L. Seed treatments for sustainable agriculture - a review. *Journal of Applied and Natural Science.* 2015. №7(1). Р. 521–539. doi: 10.31018/jans.v7i1.641
12. Kurepin L. V, Zaman M., Pharis R. P. Phytohormonal basis for the plant growth promoting action of naturally occurring biostimulators. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2014. №94(9). Р. 1715–1722. doi:10.1002/jsfa.6545
13. Інтернетресурс <https://buklib.net/books/30124/>
14. Мазур В.А., Цицюра Я.Г. Перспективи виробництва високоенергетичних культур та оцінка біоенергетичного потенціалу Вінниччини. Збірник наукових праць інституту біоенергетичних культур іцукрових буряків. Випуск 19. За редакцією академіка НААН М.В. Роїка. Київ.2013. С. 203-208.
15. Паламарчук В. Д., Климчук О. В., Поліщук І.С., Колісник О.М.,

Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: Навчальний посібник. Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. 636 с.

1. Забарський В. К. Економіка сільського господарства. Навчальний посібник. / В. К. Забарський, В. І. Мацибора, А. А Чалий. – К.: Каравелла. – 2009. – 264 с.
2. Мачнева В.В. Резерви підвищення врожайності та якості зерна ярої пшениці / В.В. Мачнева, С.А Семіна // Досягнення науки і техніки АПК. – 2005. – № 8. – С. 30–31.
3. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : [навч. посібник] / В. В. Лихочвор – Львів :НВФ Українські технології, 2002. – 800 с.
4. Зінченко О. І. Біологічне рослинництво / О. І. Зінченко, О. С. Алексєєва, П. М. Приходько та ін. – К.: Вища школа., 1996. – 239 с.
5. Лихочвор В. В. Озима пшениця / В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць – Львів : НВФ Українські технології, 2002. – 88 с.
6. Лихочвор В. В. Оптимальні параметри структури врожаю озимої пшениці / В. В. Лихочвор // Агробізнес сьогодні. – 2012. – №23 (грудень). – С. 20–23
7. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування ільськогосподарських культур : [навч. посібник] / В. В. Лихочвор – Львів : НВФ Українські технології, 2002. – 800 с.
8. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. – Львів: НВФ ”Українські технології”, 2006. – 730 с.
9. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І.С. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. – 588 с. (гриф ВНАУ Протокол №12 від

16.06.2017) Committee of World Food Security [Електронний ресурс]. – Режим доступу [www.yara.ua/](http://www.yara.ua/) crop-nutrition/crops/wheat/key-facts/world-wheat- production

1. Морфологія, біологія, господарська цінність пшениці / під ред. В. В. Шелепова. (2004). Миронівка. 415 с
2. Каленська С. М. Ефективність застосування біогенних металів та біоактивних препаратів при вирощуванні сої [Електронний ресурс] / С. М. Каленська, К. Г. Лопатько, Н. В. Новицька //Наукові доповіді Наукового вісника НУБіП. –2011. – №5 (27). – Режим доступу : <http://www>. nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2011\_5/11ksm.pdf
3. Каленська С. М. Ефективність застосування біогенних металів та біоактивних препаратів при вирощуванні сої [Електронний ресурс] / С. М. Каленська, К. Г. Лопатько, Н. В. Новицька //Наукові доповіді Наукового вісника НУБіП. –2011. – №5 (27). – Режим доступу : <http://www>. nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2011\_5/11ksm.pdf
4. Miret J. A., Munné-Bosch S. Redox signaling and stress tolerance in plants: a focus on vitamin E. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 2015. №1340(1). Р. 29–38.
5. Калінін, Л. Ф. (1989). Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. Київ: Урожай.
6. Інтрнетресурс [BukLib. https://buklib.net › books](https://buklib.net/books/22309/)
7. Мостіпан М. І. Рослинництво. Лабораторний практикум .–Кіровоград : видавець – Лисенко В.Ф., 2015. – 320 с. ISBN 978-617-7197-32-3
8. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур.Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
9. Бильдиева Е. А., Нешин И. В. Агрохимические приемы, повышающие качество зерна озимой пшеницы. Агрохимический вестник. 2008. № 3. С. 28–30.
10. Бильдиева Е. А., Нешин И. В. Агрохимические приемы, повышающие качество зерна озимой пшеницы. Агрохимический вестник. 2008. № 3. С. 28–30.
11. Васюсина Т. В., Кравцова Б. Е., Мартьянова А. И. Качество клейковины зерна мягкой пшеницы как показатель его хлебопекарных достоинств. Труды ВНИИЗ. 1972. № 74. С. 106–112.
12. Тильба В. А., Ющенко Б. И. Проблемы улучшения качества зерновой продукции в Приамурье. Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 34–37.
13. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення: монографія. Київ: Логос, 2011. 496 с.
14. Починок В. М., Кірізій Д. А. Продуктивність і якість зерна пшениці у зв’язку з особливостями розподілу азоту в рослині. Физиология и биохимия культурных растений. 2010. № 5. С. 393–402.
15. Інтернетресурс: <https://dovidka.biz.ua/himichniy-sklad-zerna-pshenitsi>
16. Лісничий В.А. Господарсько цінні та поживні властивості зернового ярого тритикале / В.А. Лісничий, В.К. Рябчун, В.І. Шатохін // Науковий вісник Нац. агр. ун-ту. — 2002. — Вип. 40. — С. 34–38
17. Моргун В. В., Швартау В. В., Киризий Д. А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков. Физиология и биохимия культурных растений. 2010. № 5. С. 371–392
18. Моргун В. В., Коць С. Я. Фізіологія рослин: досягнення та нові напрямки розвитку (за матеріалами V з’їзду Українського товариства фізіологів рослин). Физиология растений и генетика. 2017. № 5. Т. 49. С. 452–459
19. Ю.Д. Марцінишин, С.В.Пида Біохімічний склад зерна пшениці м'якої (Triticum Aestiyuml ) за впливу добрив. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2021, Т. 81, № 1–2.
20. Вірьовка В. Д. Вплив біостимуляторів на посівні і врожайні властивості ярої пшениці в умовах Полісся : матер. наук. – практ. конф. молодих вчених /В. Д. Вірьовка, Л. М. Скачок – Чабани, 2002. – С. 79-80.
21. Бобро М. А. Влияние ЭМ-технологии на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / М. А. Бобро // Надежда планеты. – 2002. – № 6. – С. 3-4.
22. .Інтернетресурс:<http://polvet.gov.ua/uk/news/vplyv-regulyatoriv-rostu-na-protsesy-rozvytku-silskogospodarskyh-roslyn/>
23. Sattler S. E., Gilliland L. U., Magallanes-Lundback M., Pollard M., Della Penna D. Vitamin E Is Essential for Seed Longevity and for Preventing Lipid Peroxidation during Germination. *The Plant Cell*. 2004. №16. Р. 1419–1432. DOI: 10.1105/tpc.021360
24. Mokroshop V.M. Function of tocopherols in the cells of plants and other photosynthetic organisms. *Ukr. Biochem. J.* 2014, Vol.86(5). Р. 26-36. doi: 10.15407/ubj86.05.026
25. Maeda H., DellaPenna D. Tocopherol function in photosynthetic organisms. *Curr. Opin. Plant Biol*. 2007. №10(2). Р. 260–265. doi: 10.1016/j.pbi.2007.04.006
26. A hmed N., Habib U., Younis U. et al. Growth, chlorophyll content and productivity responses of maize to magnesium sulphate application in calcareous soil. *Open Agric*. 2020. Vol.5, №.1. P. 792–800. doi: 10.1515/opag-2020-0023
27. Li L., Tutone A. F., Drummond R. S. M. At all. A Novel Family of Magnesium Transport Genes in Arabidopsis. *Plant Cell*. 2001. Vol.13, №.12. P. 2761–2775. doi:10.1105/tpc.010352.
28. Ahmed N., Habib U., Younis U. et al. Growth, chlorophyll content and productivity responses of maize to magnesium sulphate application in calcareous soil. *Open Agric*. 2020. Vol.5, №.1. P. 792–800. doi: 10.1515/opag-2020-0023
29. Li L., Tutone A. F., Drummond R. S. M. et al. A Novel Family of Magnesium Transport Genes in Arabidopsis. *Plant Cell*. 2001. Vol.13, №.12. P. 2761–2775. doi:10.1105/tpc.010352.
30. Шадчина Т. М. Функціональні характеристики фотосинтетичного апарату сучасних сортів озимої пшениц. Фізіологія і біохімія культурних рослин. 2010. Т.42. №4. С. 339–347.
31. Okamoto T., Matsuya T., Fukunaga Y., Kishi T. et al. Human serum ubiquinol-10 levels and relationship to serum lipids. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research. Internationale Zeitschrift für Vitamin- und Ernahrungsforschung. Journal International de Vitaminologie et de Nutrition*. 1989. No.59(3). Р 288–292. PMID: 2599795.
32. Убіхінон. URL: https://u.to/5pDYHA (дата звернення: 20.01.2023).
33. Ковальов В. М., Павлій О. І., Ісакова Т. І. Фармакогнозія з основами біохімії рослин: підруч. для студ. вищ. фармац. навч. закл. та фармац. ф-тів вищих мед. навч. закл. III—IV рівнів акред. (2-е вид ). X.: Вид-во НФаУ, МТК-книга. 2004. 704 с
34. Дзюба В., Кучменко О. Сучасні уявлення про роль убіхінону в процесах метаболізму клітини. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2017. №75. С. 3–13.
35. Littarru G. P., Langsjoen P. Coenzyme Q10 and statins: biochemical and clinical implications. *Mitochondrion*. 2007. Vol.7. P. 168–174. doi: 10.1016/j.mito.2007.03.002.
36. Nomenclature and Symbolism for Amino Acids and Peptides. Recommendations 1983. *European Journal of Biochemistry*. 1984. Vol. 138. No.1. C. 9–37. doi: 10.1111/j.1432-1033.1984.tb07877.x.
37. Martínez Y., Li X., Liu G. et al. The role of methionine on metabolism, oxidative stress, and diseases. *Amino Acids*. 2017. Vol.49. №12. P. 2091–2098. DOI: 10.1007/s00726-017-2494-2
38. Benderradji L., Kellou K., Ghadbane M., Salmi M., Saibi W. et al. Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on In Vitro Bread Wheat (Triticum aestivum L.) Growth Parameters and Biological Control Mechanisms. *Advances in Microbiology*. 2016. No6(9). Р. 677-690. doi: 10.4236/aim.2016.69067
39. Кавунець В. П. Посівні та врожайні властивості насіння озимої пшениці залежно від умов вирощування. *Наукові розробки, реалізація потенціалу с.-г. культур: збірник наукових праць УААН*. Київ : Аграрна наука, 1999. С. 79–80.
40. Кліпакова Ю. О., Прісс О. П. Вплив передпосівної обробки насіння на осінньо-зимовий період вегетації рослин пшениці озимої (Triticum aestivum L.) *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Рослинництво, «Селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2018. No1. С. 203-214.
41. Августинович М., Чумак А. Аминокислоты для растений, действие. *Журнал «Пропозиція»*. 2018. №12. URL: https://u.to/7mzUHA
42. Yastreb T. O., Kolupaev Yu. Ye., Vayner A. O. Induction of heat resistance in wheat coleoptiles by 4-hydroxybenzoic acid: connection with the generative of reactive oxygen species. *J. Stress Physiol. Biochem*. 2012. Vol.8. N3. P.72–81.
43. Ітернетресурс <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/panyanka-2>
44. Ітернетресурс http://www.mip.com.ua/page/183-pshenytsya-m-yaka-yara-panyanka
45. Ітернетресурс [https://a7d.com.ua › plants](https://a7d.com.ua/plants/34126-suchasn-sorti-pshenic-yaroyi-mironvskoyi-selekcyi.html)
46. Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. та ін. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
47. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П. та ін. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / за ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
48. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. 588 с.
49. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. 320 с.
50. ДСТУ 4138–2002. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
51. Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А. Фотосинтетична діяльність насіннєвих посівів пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин в умовах Півдня України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. №2. C.72.
52. Куриленко А. О., Куриленко О. В., Кучменко О. Б., Гавій В. М. Вплив передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин на морфометричні показники озимого жита в умовах Полісся України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2021. №4. С. 25–32.
53. Голік О. В. Кабацюра А. А. Характеристика вихідного матеріалу пшениці та полби ярої за екологічною пластичністю урожайності. *Селекція і насінництво*. 2012. №101. С. 139–149.
54. Паламарчук В. Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Підручник. Вінниця: ФОП Данилюк, 2013. 725 с.
55. Miret J. A., Munné-Bosch S. Redox signaling and stress tolerance in plants: a focus on vitamin E. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 2015. №1340(1). Р. 29–38.
56. Sattler S. E., Gilliland L. U., Magallanes-Lundback M., Pollard M., DellaPenna D. Vitamin E Is Essential for Seed Longevity and for Preventing Lipid Peroxidation during Germination. *The Plant Cell.* 2004. №16(6). Р. 1419–1432. doi: 10.1105/tpc.021360
57. Cho J. Y., Moon J.H., Seong K.Y., Park K.H. Antimicrobial Activity of 4-Hydroxybenzoic Acid and trans 4-Hydroxycinnamic Acid Isolated and Identified from Rice Hull. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 1998. Vol.62(11). P. 2273-2276.
58. Barkosky R. R., Einhellig F. A. Allelopathic interference of plant-water relationships by para-hydroxybenzoic acid. *Bot. Bull. Acad. Sin*. 2003. Vol.44. P. 53-58.
59. Maathuis F. J. Physiological functions of mineral macronutrients. *Current Opinion in Plant Biology*. 2009. №12(3). Р. 250–258.
60. Abid M., Haddad M., Ferchichi A. Effect of magnesium sulphate on the first stage of development of Lucerne: *Sustain. Mediterr. grasslands their multi-functions* : / by ed. P. C., T. de S. M.M. Zaragoza : CIHEAM / FAO / ENMP / SPPF, 2008. p. 405-408.
61. Farouk, S. (2011). Ascorbic acid and a tocopherol minimize salt-induced wheat leaf senescence.