

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК 633.14+631.811.98

doi: 10.25128/2078-2357.22.1-2.9

А. О. КУРИЛЕНКО, О. Б. КУЧМЕНКО

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
Чернігівська область, місто Ніжин, вул. Графська, 2
e-mail: kuchmenko1978@gmail.com

ВПЛИВ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА СТРУКТУРУ ВРОЖАЮ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ ОЗИМОГО ЖИТА СОРТІВ СИНТЕТИК 38 І ЗАБАВА

У статті наведено порівняльну характеристику впливу композицій метаболічно активних речовин на основі вітаміну Е, параоксibenзойної кислоти (ПОБК) і метіоніну; вітаміну Е, ПОБК, метіоніну і магній сульфату ($MgSO_4$); вітаміну Е та убихінону-10 на формування площі листової пластинки рослин, продуктивне куцання, компонентів структури врожаю та біологічну врожайність рослин озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава. Встановлено, що передпосівна обробка насіння композиціями метаболічно активних речовин призводить до зростання площі листової пластинки, формування продуктивних стебел, довжини колоса, кількості та маси насінин у колосі, маси 1000 насінин, а також біологічної врожайності рослин озимого жита обох сортів. Найефективнішою за досліджуваними показниками в рослин озимого жита обох сортів виявилася композиція вітамін Е + ПОБК + метіонін + магній сульфат.

Ключові слова: озиме жито, вітамін Е, параоксibenзойна кислота, метіонін, магній сульфат, площа листової пластинки, продуктивне куцання, структура врожаю, врожайність.

Озиме жито в Україні є за значимістю другою після пшениці культурою. Проте, незважаючи на важливість, площі посіву озимого жита щорічно знижуються. Для зони Полісся України, з точки зору вирощування органічної продукції, озиме жито є дуже перспективною культурою [13]. Це пов'язано з його біологічними особливостями, а саме достатньо високою адаптивною здатністю формувати врожаї на досить бідних ґрунтах [6]. Серед озимих культур озиме жито характеризується високою морозостійкістю, менш вимогливе до вологості, ефективно використовує осінньо-зимові опади і краще витримує весняні посухи завдяки добре розвиненій кореневій системі [12].

Зростання врожайності озимого жита потребує удосконалення типових та застосування нових агротехнічних прийомів, які направлені на створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин і будуть сприяти найбільшій реалізації потенційної продуктивності сортів. На сьогодні перспективним у цьому напрямку є впровадження препаратів на основі метаболічно активних речовин, які є безпечними для рослини та навколишнього середовища [4]. Важливим фактором у застосуванні метаболічно активних речовин для рослин вважається те, що вони модулюють процеси фотосинтезу, допомагають у транспортуванні поживних речовин усередині рослини. Також, за їх застосування, спостерігається підвищення стійкості зернових культур до різних несприятливих факторів, збільшуються захисні властивості рослинного організму. Крім впливу на рослини, метаболічно активні речовини можуть позитивно впливати на мікрофлору ґрунту. Не менш важливим доказом є безпечність метаболічно активних речовин для людей, тварин та комах, ґрунтового покриву [7].

Метою роботи є дослідження впливу передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин на структуру врожаю та врожайність рослин озимого жита Сортів Синтетик 38 і Забава в умовах Південно-Східного Полісся України.

Матеріали і методи досліджень

Матеріалом дослідження було насіння озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава та композиції метаболічно активних речовин: вітамін Е (10^{-8} М), параоксибензойна кислота (ПОБК) (0,001 %), метіонін (0,001 %), убіхінон-10 (10^{-8} М) і $MgSO_4$ (0,001 %).

Сорт Синтетик 38 (заявник – Носівська селекційно-дослідна станція Чернігівського Інституту АПВ НААНУ, рік реєстрації – 2006) – зернового та кормового напрямку, озимий, стійкий до вилягання, засухи, осипання, зимостійкість вище середньої; має високий потенціал урожайності (максимальна врожайність – 79,8 ц/га), добре реагує на мінеральне живлення, високостійкий до грибкових захворювань, має крупне зерно, довгий колос та високе стебло (115–120 см), вегетаційний період складає 282–305 діб.

Сорт Забава (заявник – Носівська селекційно-дослідна станція Чернігівського Інституту АПВ НААНУ, рік реєстрації – 2010) – зернового та кормового напрямку, озимий, стійкий до вилягання, засухи, осипання, має високий потенціал урожайності (44,5 ц/га), добре реагує на мінеральне живлення, високостійкий до грибкових захворювань, має крупне зерно, колос напівпохилий, середньої довжини, нещільний, висота рослини 115–120 см.

Польові досліді проводили на території навчально-дослідної агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя впродовж 2019–2021 років.

Схема досліджень передбачала 4 варіанти:

1. Контроль (необроблене насіння).
2. Насіння, оброблене композицією речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (0,001 %) + метіонін (0,001 %) (ЕІМ).
3. Насіння, оброблене композицією речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (0,001 %) + метіонін (0,001 %) + $MgSO_4$ (0,001 %) (ЕІММg).
4. Насіння, оброблене композицією речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + убіхінон-10 (10^{-8} М) (ЕQ).

Після обробки композиціями метаболічно активних речовин насіння жита висівали рядковим способом. Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений, малогумусний.

У фазі воскової стиглості зерна визначали показник продуктивної кущистості на всіх варіантах досліді. Для цього на відібраних рослинних зразках проводили окремо для кожного варіанту підрахунок рослин і продуктивних стебел [6]. Площу листової пластинки визначали за розрахунковим способом [3]. Аналіз структури врожаю та розрахунок врожайності проводили за методиками, описаними в науковій літературі [3, 5].

Статистичну обробку матеріалу проводили із застосуванням методів математичної статистики шляхом використання стандартних вбудованих редакцій пакета спеціалізованого програмного забезпечення MS Office Excel 2010. Для перевірки статистичних гіпотез використовували t-критерій Стьюдента. Числові дані представлені в формі середньої величини з стандартною помилкою ($M \pm m$). Достовірними вважали відмінності за рівня значущості $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Основним фізіологічним процесом, що сприяє формуванню біологічного врожаю рослин є фотосинтез. Оптимізація роботи фотосинтетичного апарату на різних рівнях його організації може призводити до збільшення зернової продуктивності на 10–60 %. Зростання біологічного врожаю залежить не тільки від інтенсивності фотосинтезу в листках, але й від їх площі, швидкості формування і тривалості їх збереження, особливо в другу половину вегетації. Так як хлорофіл є основним складовим компонентом фотосистем, рослини з більшим його вмістом поглинають більше енергії (квантів світла) і в результаті цього характеризуються вищою інтенсивністю фотосинтезу, що може бути причиною утворення більшої їх біомаси. Вміст хлорофілу є одним із важливих показників продуктивності рослин.

Показник площі листової поверхні дозволяє оцінити його фотосинтетичний потенціал. Величина листової поверхні є показником сприятливого росту та розвитку рослин і виконує

важливу роль у формуванні врожаю. Цей показник залежить від забезпечення рослин вологою, сортових особливостей, добрив, строків сівби, попередників тощо [1]. Використання передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами як елемент технології вирощування озимого жита позитивно впливає на формування вегетативної маси рослин, що значною мірою реалізує генетичний потенціал культури [10]. Крім того, для отримання високих врожаїв культури істотніше значення має тривале перебування її листків в активному стані у порівнянні з показником їх площі [14].

Показано, що у фазу весняного кушення зростання площі листової пластинки спостерігається у варіантах за передпосівної обробки насіння композиціями ЕПММg і EQ відповідно на 20 % і 42 % у порівнянні з контрольним варіантом рослин озимого жита сорту Синтетик 38 (табл. 1). У рослин сорту Забава зростання величини цього показника спостерігалось в експериментальних варіантах ЕПМ, ЕПММg і EQ відповідно на 30 %, 35 % і 41 % у порівнянні з контролем (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка формування площі листової пластинки (см²) рослин озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук, 2019–2021 рр.

Варіант	Кушіння	Вихід в трубку	Колосіння	Цвітіння
Синтетик 38				
Контроль	7,18±0,32	22,12±1,11	26,75±0,81	29,69±0,85
ЕПМ	7,74±0,40	22,65±0,96	28,6±0,72	34,21±0,88
ЕПММg	8,59±0,34*	27,41±1,04*	36,70±0,85*	43,42±1,00*
EQ	10,20±0,53*	25,72±1,06*	30,77±0,76*	38,18±0,96*
Забава				
Контроль	6,54±0,32	24,06±0,82	27,52±0,74	31,34±1,00
ЕПМ	8,53±0,36*	23,53±1,22	29,72±0,82	34,59±0,85
ЕПММg	8,81±0,32*	27,95±1,22*	37,70±0,56*	44,03±1,18*
EQ	9,22±0,30*	27,28±1,28*	34,22±0,67*	38,87±1,12*

Примітка. * – різниця достовірна у порівнянні з контролем, p<0,05.

У фазу виходу в трубку площа листової пластинки стрімко зростає за рахунок утворення ярусів і збільшення кількості листків на рослині. Для рослин сорту Синтетик 38 найбільше зростання спостерігається в експериментальних варіантах ЕПММg і EQ відповідно на 24 % і 16 % у порівнянні з контролем. Подібна тенденція має місце і у рослин озимого жита сорту Забава – у варіантах ЕПММg і EQ площа листової пластинки зростає відповідно на 16 % і 13 % у порівнянні з контролем (табл. 1).

Протягом наступних фаз розвитку – колосіння та цвітіння – спостерігається зростання величини показника площі листової пластинки. При цьому для обох досліджуваних сортів озимого жита достовірно зростання величини зазначеного вище показника у порівнянні з контрольними величинами спостерігається в експериментальних варіантах ЕПММg і EQ. Аналізуючи динаміку приросту площі листової пластинки в контрольному та експериментальних варіантах, найбільш ефективною виявилася передпосівна обробка насіння сорту Синтетик 38 композицією ЕПММg – зростання в 5,1 раза у фазі цвітіння у порівнянні з весняним кушенням (у контрольному варіанті – зростання в 4,1 раза). За передпосівної обробки насіння сорту Забава найбільший приріст площі листової пластинки також спостерігається в експериментальному варіанті ЕПММg – у 5 разів у фазі цвітіння у порівнянні з весняним кушенням (у контролі – зростання в 4,8 раза). Таку дію цієї композиції можна пояснити ефектами окремих її компонентів. Так, вітамін Е є потужним антиоксидантом, здатний взаємодіяти із фітогормонами, брати участь у біоенергетичних процесах клітини разом із убіхіноном, обумовлювати стійкість рослин до дії різноманітних чинників зовнішнього середовища [23, 24]. Параоксибензойна кислота також володіє антиоксидантними властивостями, захищає насіння від різноманітних інфекцій, впливає на ростові процеси та

респіраторний метаболізм [17, 20]. Амінокислота метіонін бере участь у багатьох метаболічних процесах, є донором метильних груп та сірки [21]. Солі магнію сульфату також виконують важливу роль у багатьох метаболічних процесах – у якості коферменту входять до складу багатьох ензимів, є складовою хлорофілу. Сульфур входить до складу сірковмісних амінокислот [16, 22]. Отже, поєднана дія зазначених вище метаболічно активних речовин у складі композиції ЕПММg може виконувати функцію стимулятора росту рослин, а також індуктора захисних реакцій.

Фотосинтетична активність сільськогосподарських культур є основою їх продуктивності, що значною мірою залежить від вмісту пігментів у листках, зокрема хлорофілів *a* і *b*, які є чутливими індикаторами фізіологічного стану рослин, кількість і функціональна активність яких є показником потенційної здатності рослин формувати біологічний урожай [15]. Отримані нами результати дослідження впливу передпосівної обробки насіння озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава композиціями метаболічно активних речовин на вміст фотосинтетичних пігментів у листках рослин на різних фазах онтогенезу висвітлені в [11]. У результаті виконаних досліджень нами вперше встановлено, що застосування композицій метаболічно активних речовин, а саме вітаміну Е, убіхінону, ПОБК, метіоніну і магнію сульфату (ЕПММg) для передпосівної обробки насіння озимого жита сортів Синтетик 38 та Забава призводить до збільшення вмісту суми хлорофілів, хлорофілів *a* і *b* у листках рослин у динаміці з фази куціння до фази цвітіння. Найбільшу ефективність за вищезазначеними показниками виявлено за впливу композиції ЕПММg.

Показники продуктивного куціння та структура врожаю представлені в табл. 2, 3. Кожен з цих елементів може значно змінюватися залежно від агротехнічних умов вирощування, що, відповідно, впливатиме на продуктивність культури. Зазначені показники залежать також від сортових особливостей та агрометеорологічних умов періоду вегетації. При цьому передпосівна обробка насіння композиціями метаболічно активних речовин здатна суттєво впливати на протікання фізіологічних та біохімічних процесів у тканинах рослин озимого жита в осінній період вегетації, що може відобразитися на елементах структури врожаю.

Таблиця 2

Показники продуктивного куціння рослин озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин, 2019–2021 рр.

Варіант	Продуктивне куціння (кількість стебел з колоссям на рослині), шт.	
	Синтетик 38	Забава
Контроль	10,40±0,68	11,20±0,74
ЕПМ	13,63±0,96*	16,00±0,94*
ЕПММg	15,33±1,08*	17,13±1,04*
EQ	14,93±0,89*	15,60±0,93*

У середньому за роки спостереження найменша кількість продуктивних стебел була сформована рослинами контрольного варіанту (табл. 2). При цьому величина зазначеного показника у рослин обох сортів у контролі достовірно не відрізнялась одна від одної. За передпосівної обробки насіння композиціями ЕПМ, ЕПММg і EQ у рослин сорту Синтетик 38 кількість продуктивних стебел зростала відповідно на 31 %, 47 % і 44 % (табл. 2). У рослин озимого жита сорту Забава також спостерігалось зростання відповідно на 43 %, 53 % і 39 % (табл. 2) у порівнянні з показниками контролю.

У результаті досліджень встановлено, що за передпосівної обробки насіння озимого жита композиціями метаболічно активних речовин виявлено зміни величин всіх елементів структури врожаю (табл. 3). Продуктивність колосу визначалася за його довжиною, кількістю зерен в ньому та масою зерна. Довжина колосу у рослин сорту Синтетик 38 в експериментальних варіантах має тенденцію до збільшення, а у рослин сорту Забава – достовірно збільшується відносно контролю за передпосівної обробки насіння композиціями ЕПМ, ЕПММg і EQ відповідно на 18 %, 19 % і 20 % (табл. 3).

Важливим показником структури врожаю є кількість зерен в одному колосі, що залежить від кількості квіток у колосі, які починають закладатися в період виходу в трубку, і завершується формуванням квітки та їх кількості, що припадає на період колосіння та цвітіння рослин [8, 9].

Стимулювальний вплив передпосівної обробки насіння проявився у збільшенні кількості зерен у колосі в середньому на 20 % у рослин сорту Синтетик 38 та на 12 % для рослин сорту Забава (табл. 3). При цьому достовірно зростання кількості зерен у колосі у порівнянні з контролем у рослин сорту Синтетик 38 спостерігається у всіх експериментальних варіантах за обробки ЕПМ, ЕПММg і EQ відповідно на 19 %, 25 % і 17 %, а у рослин сорту Забава – за обробки ЕПМ і ЕПММg, відповідно, на 15 % і 12 % (табл. 3).

Після завершення цвітіння рослин настає період, коли відбувається формування та налив зернівок колосу. Саме в цей час вагомим впливу набувають умови, у яких протікає процес формування маси зерна. У результаті досліджень було встановлено, що середня маса однієї насінини практично не відрізнялася у обох досліджуваних сортів у контрольному варіанті. У сортів Синтетик 38 і Забава за обробки досліджуваними композиціями метаболічно активних речовин виявлено зростання величини цього показника у порівнянні з контролем (у сорту Синтетик 38 достовірно тільки за обробки ЕПММg на 19 %; у сорту Забава – за обробки ЕПММg і EQ відповідно на 13 % і 16 %) (табл. 3).

Таблиця 3

Елементи структури врожаю озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук, 2019–2021 рр.

Варіант	Довжина колоса, см	Кількість насінин у колосі, шт.	Середня маса однієї насінини, г	Маса насіння в 1 колосі, г	Маса 1000 насінин, г
Синтетик 38					
Контроль	16,43±1,39	46,79±2,21	0,042±0,003	2,47±0,10	36,62±2,07
ЕПМ	16,35±1,13	55,57±1,55*	0,046±0,003	2,93±0,13*	37,91±1,99
ЕПММg	17,50±1,21	58,43±1,06*	0,050±0,002*	2,95±0,18*	43,20±2,26*
EQ	18,83±1,63	54,87±2,22*	0,045±0,002	2,99±0,18*	40,41±1,81
Забава					
Контроль	12,76±0,53	43,70±2,04	0,045±0,002	2,58±0,14	37,28±2,40
ЕПМ	15,02±1,04*	50,20±1,65*	0,048±0,002	2,88±0,17	41,71±2,79*
ЕПММg	15,22±0,54*	49,00±1,25*	0,051±0,002*	3,12±0,16*	43,31±2,97*
EQ	15,33±1,10*	47,93±2,69	0,052±0,003*	2,95±0,13*	39,65±2,11

Примітка. * – різниця достовірна у порівнянні з контролем, $p < 0,05$.

Важливим елементом урожайності є маса зерна з колоса, яка була практично однаковою у обох досліджуваних сортів у контрольному варіанті. В експериментальних варіантах за передпосівної обробки насіння композиціями ЕПМ, ЕПММg і EQ величина цього показника у сорту Синтетик 38 зростала відповідно на 19 %, 19 % і 21 %; у сорту Забава достовірні зміни мали місце тільки за обробки композиціями ЕПММg і EQ – відповідно спостерігалася зростання на 21 % і 14 % у порівнянні з контролем (табл. 3). Застосування досліджуваних композицій метаболічно активних речовин мало вплив на продуктивність одного колоса внаслідок впливу на абсолютну масу зерна.

Показник маси 1000 насінин має важливе технологічне значення. Максимальна маса 1000 насінин була сформована рослинами сорту Синтетик 38 за передпосівної обробки композицією ЕПММg (достовірно зростання у порівнянні з контролем на 18 %). Кращими варіантами передпосівної обробки для сорту Забава виявилися композиції ЕПМ і ЕПММg (достовірно зростання у порівнянні з контролем відповідно на 12 і 16 %) (табл. 3). Відомо, що маса 1000 насінин визначається умовами X-XI етапів органогенезу, коли відбувається формування зернівки і накопичення в ній поживних речовин, а також перетворення їх у запасні речовини. Це генетично детермінована ознака, яка залежить від розміру і строку активності асиміляційного апарату верхньої частини рослини, здатності рослини транспортувати асимілянти в зерно, тривалості вегетаційного періоду формування зернівки, наявності хвороб і шкідників [2, 19].

Біологічна врожайність озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава за передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних сполук, 2019–2021 рр.

Варіант	Врожайність, ц/га	
	Синтетик 38	Забава
Контроль	50,32±1,14	45,22±2,03
ЕПМ	59,65±0,79*	46,07±1,47
ЕПММg	59,98±1,01*	50,35±1,25*
EQ	55,16±2,60*	52,54±1,10*

Примітка. * – різниця достовірна у порівнянні з контролем, $p < 0,05$.

Урожайні властивості насіння інтегрують весь комплекс генетичної й матрикальної різноякісності та тісно взаємопов'язані з внутрішніми фізіолого-біохімічними змінами, закладеними в період формування та дозрівання насіння на материнській рослині, коли піддаються впливу різних екологічних чинників, а саме абіотичного, біотичного та антропогенного походження [18]. Оцінити ефективність агротехнічних прийомів, зокрема передпосівної обробки насіння, можливо через розрахунок біологічної врожайності, оскільки саме цей показник дозволяє об'єктивно оцінити вплив певного чинника на повноту реалізації генетичного потенціалу сорту за певних конкретних умов вирощування [9, 18, 19]. Використання передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин сприяє зростанню врожайності насіння озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава у порівнянні з контролем (табл. 4). Так, за обробки композиціями ЕПМ, ЕПММg і EQ врожайність озимого жита сорту Синтетик 38 достовірно зростає відповідно на 19 %, 19 % і 10 % у порівнянні з контролем. Врожайність озимого жита сорту Забава достовірно зростає тільки за обробки композиціями ЕПММg і EQ відповідно на 11 % і 16 % у порівнянні з контролем.

Аналіз структури врожаю озимого жита показав, що більш висока врожайність при використанні композиції метаболічно активних речовин ЕПММg обумовлена такими елементами, як продуктивне кушенням, кількість зерен в колосі, маса 1000 насінин. Отже, передпосівну обробку метаболічно активними речовинами можна вважати ефективним прийомом агротехніки, який має позитивний вплив на величину елементів структури врожаю та врожайність озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава.

Висновки

Позитивний вплив передпосівної обробки насіння озимого жита композиціями метаболічно активних речовин, а саме ЕПМ, ЕПММg і EQ на розвиток рослин впродовж вегетації позначився на формуванні кількості продуктивних стебел у рослин озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава. При цьому найбільша кількість продуктивних стебел у рослин обох сортів формувалася за використання композиції ЕПММg. Передпосівна обробка насіння досліджуваними композиціями метаболічно активних речовин також впливала на основні показники структури врожаю, а саме: виявлено зростання довжини колосу, кількості зерен в колосі, маси насіння в колосі, маси 1000 насінин, проте в різному ступені. Найбільшу кількість зерен в колосі та їх масу сформували рослини обох сортів за передпосівної обробки насіння композицією ЕПММg. Найбільшу масу 1000 насінин також формували рослини обох досліджуваних сортів за передпосівної обробки композицією ЕПММg. Відповідно, біологічна врожайність озимого жита в експериментальному варіанті за передпосівної обробки композицією ЕПММg була найвищою для рослин обох сортів. Очевидно, що виявлене зростання вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілів *a* і *b*) та площі листової пластинки також сприяє формуванню рослинами більшої біологічної врожайності.

Речовини, які показали свою ефективність, можуть бути використані в якості складових компонентів стимулюючих препаратів.

1. Вожегова Р. А., Сергеев Л. А. Фотосинтетична діяльність насінневих посівів пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин в умовах Півдня України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 2. С. 72.

2. Волощук О. П., Дицьо О. В. Формування урожайності жита озимого у Західному Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*: міжвід. темат. наук. зб. 2014. Вип. 56 (I). С. 22–26.
3. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. 320 с.
4. Єремко Л. С., Сидоренко А. В., Олєпір Р. В., Агафанова С. О. Продуктивність окремих сільськогосподарських культур за застосування регуляторів росту рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 43–45.
5. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця : ПП «ТБД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
6. Журавель С. В. Агроекологічна оцінка дерново-підзолистого ґрунту за умов тривалого застосування ґрунтозахисних агротехнологій: дис.. канд. с.-г. наук: 03.00.16 / Державний агроекологічний ун-т. Житомир, 2003. 20 с.
7. Калінін Л. Ф. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. Київ, 1989. 167 с.
8. Кліпакова Ю. О., Прісс О. П., Білоусова З. В., Єременко О. А. Урожайність пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 4. С. 16–23.
9. Коломієць Л. А., Кириленко В. В., Маринка С. М. Формування показників адаптивності (урожайності, маси 1000 зерен та натури зерна) лійні пшениці озимої залежно від гідротермічних умов у зоні Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2012. № 102. С. 22–29.
10. 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.
11. Куриленко А. О., Куриленко О. В., Кучменко О. Б., Гавій В. М. Вплив передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин на вміст фотосинтетичних пігментів у листках рослин озимого жита сортів Синтетик 38 і Забава на різних етапах онтогенезу. *East European Scientific Journal*. 2021. Vol. 75. № 11. С. 11–16.
12. Кух Г. М. Влияние новых форм удобрений на урожай и качество озимой пшеницы, ржи, ярого ячменя, картофеля и их последствие в условиях Полесья и Западной Лесостепи УССР. В Эффективность удобрений полевых культур в Лесостепи и Полесье УССР. Кух Г. М., Процюк Г. Е., Шевчук В. П. Ред.: Украинская сельскохозяйственная академия: Киев. 1982. С. 24–27.
13. Мельничук Д., Хофман Дж., Городній М. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення. Ред.: Арістей: Київ, 2004. 468 с.
14. Пигорев И. Я., Тарасов С. А. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую деятельность и урожайность озимой пшеницы. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014. № 8. С. 47–50.
15. Черенков А. В., Железков О. І., Хорішко С. А., Козельський О. М. Фотосинтетична діяльність рослин пшениці озимої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 73–77.
16. Abid M., Haddad M., Ferchichi A. Effect of magnesium sulphate on the first stage of development of Lucerne. In: Porqueddu C. (ed.), Tavares de Sousa M.M. (ed.). Sustainable Mediterranean grasslands and their multi-functions. Zaragoza: CIHEAM / FAO / ENMP / SPPF. 2008. P. 405–408.
17. Barkosky RR, Einhellig FA. Allelopathic interference of plant-water relationships by para-hydroxybenzoic acid. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 2003. Vol. 44. P. 53–58.
18. Bitá C., Gerats T. Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Frontiers in plant science*. 2013. № 4. P. 273–283.
19. Chakraborty S., Newton A. C., Climate change, plant diseases and food security: an overview. *Plant Pathology*. 2011. № 60 (1). P. 2–14.
20. Cho JY, Moon JH, Seong KY, Park KH. 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.
21. Hildebrandt TM, Nunes Nesi A, Araújo WL, Braun HP. Amino Acid Catabolism in Plants. *Mol Plant*. 2015. Vol. 8(11). P. 1563–79.
22. Maathuis F.J.M. Physiological functions of mineral macronutrients. *Curr. Opin. Plant Biol.* 2009. Vol. 12. P. 250–258.
23. Miret JA, Munné-Bosch S. Redox signaling and stress tolerance in plants: a focus on vitamin E. *Ann N Y Acad Sci*. 2015. 1340. P. 29–38.

24. Sattler SE, Gilliland LU, 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. Vol. 16. P. 1419–1432.

References

1. Vozhehova R. A., Serhieiev L. A. Fotosyntetychna diialnist nasinnievkykh posiviv pshenytsi ozymoi zalezho vid udobrennia ta zakhystu roslyn v umovakh Pivdnia Ukrainy. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2018. No 2. C. 72. [in Ukrainian]
2. Voloshchuk O. P., Dytso O. V. Formuvannia urozhainosti zhyta ozymoho u Zakhidnomu Lisostepu. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo: mizhvid. temat. nauk. zb.* 2014. Vyp. 56 (I). S. 22–26. [in Ukrainian]
3. Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. O., Karpenko V. P. Metody biolohichnykh ta ahronomichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv. K. : ZAT «NICH LAVA», 2003. 320 s. [in Ukrainian]
4. Yeremko L. S., Sydorenko A. V., Olepir R. V., Ahafanova S. O. Produktyvnist okremykh silskohospodarskykh kultur za zastosuvannia rehuliatoriv rostu roslyn. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2009. No 1. S. 43–45. [in Ukrainian]
5. Yeshchenko V. O., Kopytko P. H., Opryshko V. P., Kostohryz P. V. Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii. Vinnytsia : PP «TBD «Edelveys i K»», 2014. 332 s. [in Ukrainian]
6. Zhuravel Serhiy Vasylovych. Ahroekolohichna otsinka derno-pidzolistoho hruntu za umov tryvaloho zastosuvannia gruntozakhysnykh ahrotekhnolohii: dysertatsiia kand. s.-h. nauk: 03.00.16 / Derzhavnyi ahroekolohichnyi un-t. Zhytomyr, 2003. 20 s. [in Ukrainian]
7. Kalinin L. F. Zastosuvannia rehuliatoriv rostu v silskomu gospodarstvi. Kyiv, 1989. 167 s. [in Ukrainian]
8. Klipakova Yu. O., Priss O. P., Bilousova Z. V., Yeremenko O. A. Urozhainist pshenytsi ozymoi zalezho vid przedposivnoi obrobky nasinnia. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2019. No 4. S. 16–23. [in Ukrainian]
9. Kolomiets L. A., Kyrylenko V. V., Marynka S. M. Formuvannia pokaznykiv adaptyvnosti (urozhainosti, masy 1000 zeren ta natury zerna) linii pshenytsi ozymoi zalezho vid hidrotermichnykh umov u zoni Lisostepu Ukrainy. *Selektsiia i nasinnystvo*. 2012. No 102. S. 22–29. [in Ukrainian]
10. Kurylenko A. O., Kurylenko O. V., Kuchmenko O. B., Havii V. M. Vplyv przedposivnoi obrobky nasinnia kompozytsiinykh metabolichno aktyvnykh rehovyn na morfometrychni pokaznyky ozymoho zhyta v umovakh Polissia Ukrainy. *Visnyk Sumskoho natsional'noho ahraroho universytetu. Serii: Ahronomiia i biolohiia*. 2021. No 4. S. 25–32. [in Ukrainian]
11. Kurylenko A. O., Kurylenko O. V., Kuchmenko O. B., Havii V. M. Vplyv przedposivnoi obrobky nasinnia kompozytsiinykh metabolichno aktyvnykh rehovyn na vmist fotosyntetychnykh pihmentiv u lystkakh roslyn ozymoho zhyta sortiv Syntetyk 38 i Zabava na riznykh etapakh ontogenezu. *East European Scientific Journal*. 2021. Vol. 75. No 11. S. 11–16. [in Ukrainian]
12. Kuh G. M. Vliyanie novykh form udobrenii na urozhai i kachestvo ozimoi pshenicy, rzhi, yarogo yachmenia, kartofelia i ih posledestvie v usloviyah Polesya i Zapadnoi Lesostepi USSR. In *Effektivnost udobrenii polevykh kultur v Lesostepi i Polese USSR*. Kuh G.M., Procyuk G. E., Shevchuk V. P. Red.: Ukrainskaia selskohozyaistvennaia akademiia: Kiev. 1982. S. 24–27. [in Russian]
13. Melnychuk D., Khofman Dzh., Horodnii M. Yakist gruntiv ta suchasni stratehii udobrennia. Red.: Aristey: Kyiv, 2004. 468 s. [in Ukrainian]
14. Pigorev I. Ya., Tarasov S. A. Vliyanie biopreparatov na fotosinteticheskuiu deiatelnost i urozhainost ozimoi pshenicy. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi selskohozyaistvennoi akademii*. 2014. № 8. S. 47–50. [in Russian]
15. Cherenkov A. V., Zhelezkov O. I., Khorishko S. A., Kozelskyi O. M. Fotosyntetychna diialnist roslyn pshenytsi ozymoi zalezho vid tekhnolohichnykh pryomiv vyroshchuvannia v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Biuletyn Instytutu silskoho gospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2015. No 8. S. 73–77. [in Ukrainian]
16. Abid M, Haddad M, Ferchichi A. Effect of magnesium sulphate on the first stage of development of Lucerne. In: Porqueddu C. (ed.), Tavares de Sousa M.M. (ed.). *Sustainable Mediterranean grasslands and their multi-functions*. Zaragoza: CIHEAM / FAO / ENMP / SPPF. 2008. P. 405–408.
17. Barkosky RR, Einhellig FA. Allelopathic interference of plant-water relationships by para-hydroxybenzoic acid. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 2003. Vol. 44. P. 53–58.
18. Bitá C., Gerats T. Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Frontiers in plant science*. 2013. № 4. P. 273–283.
19. Chakraborty S., Newton A. C., Climate change, plant diseases and food security: an overview. *Plant Pathology*. 2011. № 60 (1). P. 2–14.

20. Cho JY, Moon JH, Seong KY, Park KH. 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.
21. Hildebrandt TM, Nunes Nesi A, Araújo WL, Braun HP. Amino Acid Catabolism in Plants. *Mol Plant*. 2015. Vol. 8(11). P. 1563–79.
22. Maathuis F.J.M. Physiological functions of mineral macronutrients. *Curr. Opin. Plant Biol*. 2009. Vol. 12. P. 250–258.
23. Miret JA, Munne-Bosch S. Redox signaling and stress tolerance in plants: a focus on vitamin E. *Ann N Y Acad Sci*. 2015. 1340. P. 29–38.
24. Sattler SE, Gilliland LU, 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. Vol. 16. P. 1419–1432.

A. O. Kurylenko, O. B. Kuchmenko

Nizhyn Mykola Gogol State University, Ukraine

INFLUENCE OF METABOLICALLY ACTIVE COMPOUNDS ON THE STRUCTURE OF YIELD AND YIELD OF WINTER RYE OF SYNTHETIC VARIETIES 38 AND ZABAVA

The aim of the work is to study the influence of pre-sowing seed treatment with compositions of metabolically active substances on the structure of yield and yield of winter rye plants Varieties Synthetic 38 and Zabava in the South-Eastern Polissya of Ukraine. The material of the study was the seeds of winter rye varieties Synthetic 38 and Zabava and compositions of metabolically active substances: vitamin E (10^{-8} M), paraoxybenzoic acid (PABX) (0.001 %), methionine (0.001 %), ubiquinone-10 (10^{-8} M) and MgSO₄ (0.001 %) in the following combinations - vitamin E (10^{-8} M) + paraoxybenzoic acid (0.001 %) + methionine (0.001 %) (EPM), vitamin E (10^{-8} M) + paraoxybenzoic acid (0.001 %) + methionine (0.001 %) + MgSO₄ (0.001 %) (EPMMg), vitamin E (10^{-8} M) + ubiquinone-10 (10^{-8} M) (EQ). The positive effect of pre-sowing treatment of winter rye seeds with compositions of metabolically active compounds, namely EPM, EPMMg and EQ on plant development during the growing season affected the formation of productive stems in winter rye plants of Synthetic 38 and Zabava varieties. The largest number of productive stems in plants of both varieties was formed using the composition EPMMg. Pre-sowing treatment of seeds with the studied compositions of metabolically active compounds also affected the main indicators of crop structure, namely there was an increase in ear length, number of grains in the ear, grain weight in the ear, the weight of 1000 grains, but to varying degrees. The largest number of grains in the ear and their mass were formed by plants of both varieties by pre-sowing seed treatment with EPMMg composition. The largest mass of 1000 grains was also formed by plants of both studied varieties by pre-sowing treatment with EPMMg composition. Accordingly, the biological yield of winter rye in the experimental group with pre-sowing treatment with EPMMg composition was the highest for plants of both varieties. Analysis of the yield structure of winter rye showed higher yields when using a composition of metabolically active compounds EPMMg due to such elements as productive tillering, the number of grains in the ear, and the weight of 1000 grains. It is obvious that the demonstrated increase in the content of photosynthetic pigments (chlorophyll a and b) and the area of the leaf blade also contributes to the formation of plants with higher biological yields. Therefore, pre-sowing treatment with metabolically active compounds can be considered an effective method of agricultural technology, which has a positive effect on the size of the crop structure and the yield of winter rye varieties Synthetic 38 and Zabava. Substances that have shown their effectiveness can be used as components of stimulants.

Keywords: winter rye, vitamin E, paraoxybenzoic acid, methionine, magnesium sulfate, leaf blade area, productive tillering, yield structure, yield.

Надійшла 18.04.2022.