

formation, and photosynthetic activity of young *Ginkgo biloba* plants under the influence of metabolically active substances and their combinations.

Metabolically active substances used to treat ginkgo seeds included vitamin E, ubiquinone-10, paraoxybenzoic acid (POBA), magnesium sulfate (MgSO₄), and methionine. Their combinations were also tested: vitamin E + ubiquinone-10, vitamin E + POBA + methionine, and vitamin E + POBA + methionine + MgSO₄. The growth biostimulator Stimpo was used for comparison.

It was established that pre-sowing treatment with these metabolically active substances and their combinations contributed to the formation of a more robust photosynthetic apparatus in ginkgo seedlings. MgSO₄ and the combination of vitamin E + methionine + POBA + MgSO₄ had the most significant effect on stem height. Among single-component substances, ubiquinone-10 and the combination of vitamin E + methionine + POBA + MgSO₄ most effectively increased the average number of leaves. All studied combinations of compounds positively impacted the average leaf area, increasing it by 44.5-58% compared to the control. Among single-component substances, vitamin E and MgSO₄ were particularly effective in increasing leaf area. Ubiquinone-10 and the combination of vitamin E + methionine + POBA significantly enhanced the content of chlorophyll a and b pigments in the leaves.

The use of metabolically active substances and their combinations during pre-sowing seed treatment is an effective measure to improve the assimilation processes and overall growth of *Ginkgo biloba* seedlings.

Key words: *Ginkgo biloba* L., metabolically active substances, stem height, number of leaves, leaf blade area, chlorophyll a and b, spectrophotometry.

Надійшла 20.02.2024.

УДК 633.11:631.53027:631.811.98:631.985:631.147

doi: 10.25128/2078-2357.24.1.9

І. Д. ЖИЛЯК, Г. Я. СЛОБОДЯНИК, О. І. ЗАБОЛОТНИЙ

Уманський національний університет садівництва
вул. Інститутська, 1, Умань, Черкаська область, 20300
e-mail: zhilyak@i.ua

ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ

Вирішальне значення для передпосівної обробки насіння пшениці має правильний вибір препаратів широкого спектру впливу на морфо-фізіологічні показники сходів. Досліджували ефективність передпосівної обробки насіння пшениці озимої регуляторами росту 1-нафтилоцтова кислота (1-НОК), бурштинова кислота і органо-мінеральним препаратом Фульвогумін окремо та у сумішах. Оцінювали інтенсивність проростання і біометричні параметри сходів. Встановлено стимулюючий вплив бурштинової кислоти і Фульвогуміну на формування сходів пшениці озимої. Застосування Фульвогуміну окремо або у суміші із досліджуваними препаратами забезпечує високу лабораторну схожість насіння (94,3–97,0%), формування вищих сходів пшениці (13,77–14,12 см). Найбільший уміст сухої речовини – після обробки Фульвогуміном (17,3%) та 1-НОК + Фульвогумін + бурштинова кислота (17,4%). За сумісної обробки насіння Фульвогумін + бурштинова кислота сходи найвищі (14,12 см) і найбільша їх сира маса (131,39 мг). Передпосівна обробка насіння пшениці озимої 0,025% розчином 1-НОК виявилася не ефективною.

Ключові слова: 1-нафтилоцтова кислота, бурштинова кислота, Фульвогумін, лабораторна схожість насіння, довжина, сира і суха маса сходів.

Удосконалення технології вирощування сільськогосподарських рослин пов'язують із впливом на їх метаболізм та стійкість до стресових умов навколишнього середовища. Сучасні агротехнології мають забезпечувати ресурсність сільськогосподарських культур поряд із збереженням екологічної стабільності агроценозів [2]. Уже починаючи із дії рістрегулюючих сполук на проростання насіння можна підвищити потенціал продуктивності рослин. Для передпосівної обробки насіння широко практикується використання екологічно-безпечних сполук [8]. Проведення заходів передпосівної обробки насіння має економічні та технологічні переваги за меншого об'єму робіт як порівняти з обробкою гектарів полів [3]. Адаптивні механізми рослин пов'язані із синтезом біологічно-активних сполук [15].

Удосконалюючи заходи передпосівної обробки насіння, перевагу надають дешевшим і доступнішим біостимуляторам з мікроелементами, корисною мікробіотою, гуміновими і фульвокислотами [16]. Препарати для передпосівної обробки насіння мають бути ефективними навіть у малих концентраціях, активізуючи обмін речовин. Для екологічно безпечних заходів вирощування зернових культур та їх меншої потреби у добривах особливої уваги заслуговують гумусові екстракти [17]. Ці сполуки беруть участь у синтезі амінокислот, вуглеводів, нуклеїнових кислот, передачі ендогенних ауксинів для розвитку коренів [12]. Органічне рослинництво дозволяє використання природних фітогормонів і ауксинів, які активно впливають на індукції поділу клітин і стимуляції росту кореневої системи. Проте, висока їх доза послаблює ріст рослин [10]. Запатентовані суміші для передпосівної обробки насіння часто містять 1-нафтил-оцтову кислоту. Як антистресовий регулятор росту рекомендують бурштинову кислоту. Сходи з насіння, обробленого бурштиноюватою кислотою, характеризуються резистентністю до критичних температур, хвороб і посухи [9]. Позитивна дія бурштиноюватої кислоти зумовлена мобілізацією органічних речовин для ростових процесів та дихання насіння, що проростає. Підвищення адаптаційного потенціалу сходів пшениці озимої внаслідок обробки посівного матеріалу різноплановими регуляторами росту сприятиме формуванню високопродуктивних посівів.

Матеріали та методи досліджень

У досліді було використано пшеницю озиму сорту Лазурна. Упродовж 2019–2021 рр. визначали ефективність передпосівної обробки насіння пшениці озимої у таких досліджуваних речовинах: 1-нафтилоцтова кислота (1-НОК, 25 мг/л), бурштинова кислота (0,025 % розчин) і Фульвогумін (1 % розчин) та їх сумішей – 1-НОК + Фульвогумін, 1-НОК + бурштинова кислота, бурштинова кислота + Фульвогумін; 1-НОК + бурштинова кислота + Фульвогумін із розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння пшениці. Варіант порівняння – передпосівна обробка водою без препаратів.

Оцінювали такі показники, як лабораторна схожість насіння, загальна довжина проростків і коренів, сира і суха маса сходів. Лабораторну схожість визначали у середньому із шести повторень кожного варіанту (% від загальної кількості взятого на пророщування насіння), а середню за три роки – за середніми показниками з кожного повторення за роки досліджень. Пророщували оброблене насіння пшениці озимої у термостаті за температури +20°C і вологості – 90 %. Через вісім діб визначали схожість і біометричні параметри проростків. Сиру й суху масу фіксували у грамах для 100 шт. досліджуваних частин та перераховували у мг/шт. Суху масу сходів визначали термогравіметричним методом [1]. Користувалися Державним стандартом України 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» [6], дотримувалися методики визначення посівних якостей пшениці озимої та біометричних параметрів сходів [5].

Середні дані були проаналізовані за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) із використанням MS Office Excel – 2010 (пакет «Аналіз даних»). Отримані середні значення порівнювали за допомогою критерію Тьюкі. Усі результати розраховані на рівні значимості $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Насіння, що має високу схожість і енергію проростання, формує дружні сходи; такі посіви не пригнічуються бур'янами, стійкіші до несприятливих умов. Найвищі показники лабораторної схожості насіння пшениці озимої було отримано після його обробки Фульвогуміном у суміші з 1-НОК – 97,0 % та після комплексної обробки 1-НОК + Фульвогумін + бурштинова кислота – 96,8 % (рисунок).

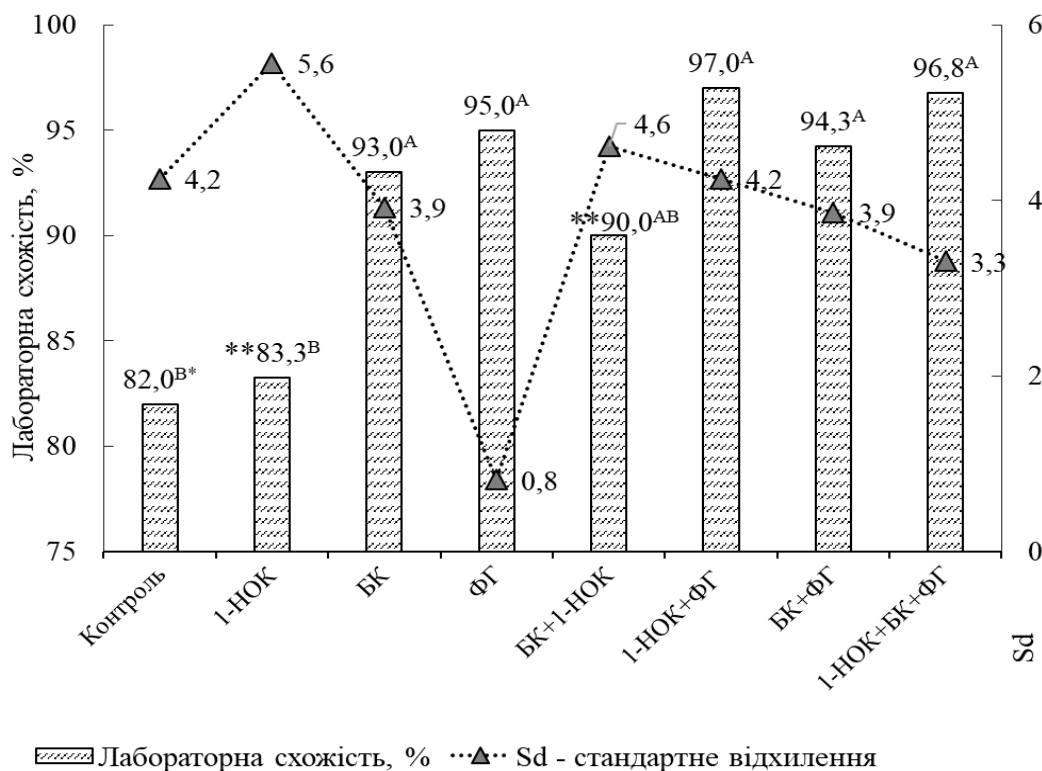


Рисунок. Середня за три роки лабораторна схожість насіння пшениці озимої залежно від обробки рістрегулюючим препаратами, % (БК – бурштинова кислота, ФГ – Фульвогумін) $HP_{05} = 5,9$; $V = 7$ %; $X_c = 91,4$ %.

*Примітка: різні літери вказують на відмінність між даними за критерієм Тьюкі;

**Примітка: різниця з контролем не достовірна ($p < 0,05$).

Передпосівна обробка насіння пшениці озимої бурштиновою кислотою виявилася більш ефективною проти намочування у робочому розчині 1-НОК, лабораторна схожість була відповідно 93,0 % і 83,3 %. У варіантах передпосівної обробки 1-НОК і 1-НОК + бурштинова кислота лабораторна схожість була не істотно вищою контролю. Переважно вищу лабораторну схожість насіння пшениці відмічали після застосування сумішей, які містили Фульвогумін. Порівняно із 1-НОК та бурштиновою кислотою, передпосівне намочування у розчині Фульвогуміну сприяло найвищій лабораторній схожості пшениці озимої – 95 %. Аналогічно, згідно з дослідями Braziane та ін., Litvin та ін. передпосівне намочування насіння пшениці у фульвокислоті та гумінових сполуках достовірно підвищує його схожість та енергію проростання [11, 14]. Передпосівна обробка насіння помідора фульвокислотою підвищувала його схожість на 13 % [22].

Застосування бурштинової кислоти більш ефективно разом із мікродобривами, підвищує схожість насіння овочевих рослин на 3 % [4]. Вища ефективність бурштинової кислоти для проростання насіння квасолі [7]. У дослідях Karashchuk та ін. енергія проростання насіння пшениці озимої, обробленої Квадрастимом з бурштиновою кислотою, підвищувалася на 3–8 %

від контролю, польова схожість була вища на 4–7 % [13]. Є дані про нижчу стимулюючу активність 1-нафтил-оцтової кислоти [21].

Порівнюючи вплив кожного із досліджуваних препаратів на розмір сходів пшениці, відмічено перевагу застосування Фульвогуміну, де загальна довжина 8-денних сходів становила 13,77 см, довжина коренів була 7,20 см, що більше контролю відповідно на 7 % і 5 % (табл. 1). Довжина коренів сходів пшениці з насіння, обробленого 1-НОК, була найменшою – 4,99 см. За сумісної обробки насіння 1-НОК із бурштиновою кислотою або Фульвогуміном довжина коренів на восьму добу пророщування виявилася істотно меншою контролю. Довжина коренів після комплексної передпосівної обробки 1-НОК + бурштинова кислота + Фульвогумін становила 6,72 см, перевищувала інші варіанти застосування 1-НОК з неістотною різницею до контролю.

Після обробки бурштиновою кислотою довжина коренів 8-денних сходів пшениці озимої була меншою за контроль на 9 %, але на 1,27 см більше за варіант застосування 1-НОК. Внесення бурштинової кислоти збільшує кореневу біомасу сходів кукурудзи на 20 %, але не змінює функціонування фотосинтетичних пігментів [2]. На ранніх етапах розвитку рослин відзначено більший стимулюючий вплив 0,01 % бурштинової кислоти. Однак, О. А. Шевчук та ін. повідомляють, що після її застосування довжина кореня сходів квасолі була на 5 % менша контролю [7]. Варто відмітити, що у відсотках найвища частка довжини коренів від загальної довжини сходів пшениці озимої після обробки бурштиновою кислотою або Фульвогуміном – 52 %.

Таблиця 1

Середня за три роки довжина сходів пшениці залежно від передпосівної обробки, см

Варіант	Довжина коренів	Довжина проростків	Загальна довжина сходів
Контроль (вода)	6,86 ^{A*} ±0,13	6,07 ^{CD} ±0,33	12,92 ^{BC} ±0,29
1-НОК	4,99 ^F ±0,16	6,48 ^{BC} ±0,29	11,47 ^D ±0,40
Бурштинова кислота	6,26 ^{BC} ±0,28	**5,78 ^D ±0,15	12,04 ^{CD} ±0,50
Фульвогумін	7,20 ^A ±0,23	6,57 ^B ±0,18	13,77 ^{AB} ±0,36
1-НОК + бурштинова кислота	5,78 ^{CD} ±0,16	6,40 ^{BC} ±0,13	12,18 ^{CD} ±0,75
1-НОК + Фульвогумін	5,50 ^{DE} ±0,23	5,72 ^D ±0,18	11,22 ^D ±0,36
Бурштинова кислота + Фульвогумін	**7,03 ^A ±0,28	7,12 ^A ±0,15	14,12 ^A ±0,66
1-НОК + Фульвогумін + бурштинова кислота	**6,72 ^{AB} ±0,24	7,23 ^A ±0,19	13,95 ^{AB} ±0,41
Середнє по досліді	6,29	6,42	12,71
НІР ₀₅	0,33	0,31	0,73
V, %	12	9	9

*Примітка: різні літери вказують на відмінність між даними за критерієм Тьюкі

**Примітка: різниця з контролем не достовірна (p<0,05).

На восьму добу обліку з найбільшою довжиною проростків були варіанти бурштинова кислота + Фульвогумін – 7,12 см і 1-НОК + Фульвогумін + бурштинова кислота – 7,23 (на 17–19 % більше, ніж контроль). На відміну від формування коренів, встановлено позитивний вплив 1-НОК на ріст проростків пшениці, які на восьму добу були довжиною 6,48 см з приростом до контролю 7 %. Проте, суміш 1-НОК із Фульвогуміном не сприяла формуванню сходів пшениці озимої більших біометричних параметрів. У середньому за три роки загальна довжина 8-денних сходів пшениці найменшою була після застосування лише 1-НОК та разом із Фульвогуміном, поступаючись контролю на 1,45–1,70 см. Бурштинова кислота виявилася більш ефективною – загальна довжина сходів 12,04 см, порівняно до 1-НОК – 11,47 см відповідно. Застосування бурштинової кислоти разом із Фульвогуміном забезпечувало максимальну довжину сходів – 14,12 см (на 9 % більше за контроль). Істотний приріст довжини сходів пшениці озимої відмічено також після обробки насіння 1-НОК + Фульвогумін + бурштинова

кислота та лише Фульвогуміном. Передпосівна обробка насіння помідора фульвокислотою збільшувала висоту сіянців на 32 % [22]. Обробка насіння пшениці 2 % розчином макродобрива сприяла проросту сходів на 8–10 см [20].

За показниками загальної сирі маси 8-денних сходів відмічено позитивний ефект передпосівної обробки насіння пшениці двокомпонентними сумішами досліджуваних регуляторів росту (табл. 2). Загальна сира маса сходів у варіантах бурштинова кислота + Фульвогумін і 1-НОК + бурштинова кислота становила 130,99–131,39 мг/шт., переважаючи контроль на 31–32 %, а варіанти однокомпонентної обробки – у 1,2–1,3 раза.

На відміну від вищих показників лабораторної схожості насіння і довжини проростків, суміш Фульвогумін + 1-НОК + бурштинова кислота не мала однозначного позитивного впливу на сирю масу сходів, поступаючись варіантам двокомпонентних сумішей, але загальна маса сходів істотно перевищувала контроль. Загальна сира маса сходів пшениці з насіння, обробленого лише Фульвогуміном, була більшою, порівняно із застосуванням 1-НОК або бурштинової кислоти, але без істотної різниці із контролем.

Таблиця 2

Загальна сира й суха маса 8-денних сходів пшениці озимої залежно від передпосівної обробки регуляторами росту, середнє за три роки

Варіант	Сира маса, мг/шт.	± до контролю сирі маси, %	Суха маса, мг/шт.	± до контролю сухої маси, %	Частка сухої маси від сирі, %
Контроль (вода)	99,87 ^{C*} ±1,12	-	13,20 ^{DE} ±0,26	-	13,2
1-НОК	**96,9 ^C ±2,48	-3,0	12,27 ^E ±0,93	-7,0	12,7
Бурштинова кислота	**93,89 ^C ±4,04	-6,0	**13,74 ^D ±0,24	4,1	14,6
Фульвогумін	**102,64 ^{BC} ±1,31	2,8	17,76 ^B ±0,36	34,5	17,3
1-НОК + бурштинова кислота	130,99 ^A ±4,80	31,2	16,19 ^C ±0,60	22,7	12,4
1-НОК + Фульвогумін	124,69 ^A ±5,99	24,9	15,42 ^C ±0,24	16,8	12,4
Бурштинова кислота + Фульвогумін	131,39 ^A ±6,80	31,5	16,66 ^{BC} ±0,24	26,2	12,7
1-НОК + Фульвогумін + бурштинова кислота	110,5 ^B ±4,18	10,6	19,27 ^A ±1,11	46,0	17,4
НР ₀₅	6,37		0,88		
V, %	14	-	15	-	-

*Примітка: різні літери вказують на відмінність між даними за критерієм Тьюкі;

**Примітка: різниця з контролем не достовірна (p<0,05).

Позитивний вплив досліджуваних препаратів оцінювали за вмістом сухої речовини у проростах пшениці озимої. Встановлено, що переважно більша суха маса сходів після застосування Фульвогуміну окремо – 17,76 мг/шт., або у сумішах бурштинова кислота + Фульвогумін – 16,66 мг/шт і 1-НОК + Фульвогумін + бурштинова кислота – 19,27 мг/шт. Найнижчою була суха маса сходів з насіння, обробленого 1-НОК – 12,27 мг/шт., що істотно менше контролю. Обробка насіння пшениці 1-НОК разом із Фульвогуміном збільшувала суху масу сходів лише на 3,15 мг/шт.

За співвідношенням сухої й сирі маси 8-денних сходів пшениці озимої варто відмітити варіанти обробки насіння 1-НОК + Фульвогумін + бурштинова кислота і лише Фульвогуміном – суха частка 17,3–17,4 %. Накопиченню сухих речовин у проростах пшениці сприяє також застосування бурштинової кислоти – суха маса становила 14,6 % від сирі. За максимальних показників сирі маси у варіантах передпосівної обробки насіння двокомпонентними

сумішами, частка сухої маси була нижчою контролю – 12,4–12,7 %. Також, передпосівна обробка насіння 1-НОК не сприяє накопиченню сухої речовини в проростках пшениці озимої. Результати інших досліджень вказують, що індукція насіння нафтил-оцтовою кислотою мала негативний вплив на суху масу коріння огірка [19]. Встановлено, що загальна суха маса сходів пшениці істотно й достовірно залежить від енергії проростання насіння [18].

Висновки

Застосування передпосівної обробки насіння пшениці озимої 1 % розчином Фульвогуміну підвищує лабораторну схожість на 13 %, суху масу сходів – на 34,5 %, довжину коренів – до 7,2 см. За комплексною оцінкою біометричних параметрів сходів пшениці озимої також рекомендована сумісна обробка насіння 1-НОК + Фульвогумін + бурштинова кислота або бурштинова кислота + Фульвогумін.

1. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : НІЧЛАВА, 2003. 320 с.
2. Заїменко Н. В., Іваницька Б. О. Вплив органічних кислот на ростові процеси рослин різних екоморфотипів. *Інтродукція рослин*. 2013. № 3. С. 108–114.
3. Красиловець Ю. Г. Наукові основи фітосанітарної безпеки польових культур. Харків, 2010. С. 67–70.
4. Куц О., Івченко Т., Онищенко О., Семененко І., Колесник Л., Чаюк О., Лялюк О., Пилипенко Л., Марусяк А., Валієва М. Ефективність стимуляції росту овочевих рослин у ювенільний період. *Овочівництво та багтанництво*. 2021. Вип. 69. С. 89–98.
5. Насіннезнавство та методи визначення якості сільськогосподарських культур: навчальний посібник / за ред. С. М. Каленської. Вінниця : ФОП Данилюк, 2011. 323 с.
6. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Державний стандарт (ДСТУ 4138-2002). Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
7. Шевчук О. А., Кравчук Г. І., Вергеліс В. І. Вплив стимулюючих препаратів на морфометричні показники проростків та посівні якості насіння квасолі. *Сільське господарство та лісівництво. Збірник наукових праць Вінницького НАУ*. 2019. № 12. С. 225–232. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-1.
8. Шевчук О. В., Первачук М. В., Вергеліс В. І. Вплив препаратів антигіберелінової дії на проростання насіння квасолі. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 66–71.
9. Ястреб Т. О., Швиденко Н. В., Батова О. М. Вплив екзогенних саліцилової та бурштинової кислот на стійкість рослин проса до абіотичних та біотичних стресорів. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія*. 2012. Вип. 1 (25). С. 32–38.
10. Aldesuquy H. Effect of indol-3-yl acetic acid on photosynthetic characteristics of wheat flag leaf during grain filling. *Photosynthetic*. 2000. № 38. P. 135–141. DOI: 10.1023/A:1026712428094.
11. Braziene Z., Paltanavicius V., Avizienytė D. The influence of fulvic acid on spring cereals and sugar beets seed germination and plant productivity. *Environ Res*. 2021. Vol. 195, Article 110824. DOI: 10.1016/j.envres.2021.110824.
12. Elmongy M. S., Zhou H., Cao Y., Liu B., Xia Y. The effect of humic acid on endogenous hormone levels and antioxidant enzyme activity during in vitro rooting of evergreen azalea. *Sci. Hortic*. 2018. Vol. 227, Issue 1161. P. 234–243.
13. Karashchuk G., Fedonenko H., Lavrenko S., Lavrenko N., Kazanok O., Revto O., Levchenko M. Effect of growth regulators on seed quality and grain productivity of hard wheat (*Triticum durum*) in non irrigated conditions. *Technology Reports of Kansai University*. 2020. Vol. 62, No. 6. P. 2789–2797.
14. Litvin V. A., Deriy S. I., Plakhotniuk N. Effects of humic substances on seed germination of wheat under the influence of heavy metal. *Cherkasy University Bulletin: Biological Sciences Series*. 2020. № 1. С. 42–52. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2020-1-42-52.
15. López-Bucio José, Nieto Jacobo Maria, Ramirez-Rodriguez V.V., Herrera-Estrell, Luis. Organic acid metabolism in plants: From adaptive physiology to transgenic varieties for cultivation in extreme soils. *Plant science: an international journal of experimental plant biology*. 2001. № 160. P. 1–13. DOI: 10.1016/S0168-9452(00)00347-2.
16. Mirmajlessi S. M., Radhakrishnan R. (Eds.) *Biostimulants in Plant Science*. London, United Kingdom, Intech Open, 2020. URL: <https://www.intechopen.com/books/8954> doi: 10.5772/intechopen.82916 (Last accessed: 1.03.2024).
17. Pashchak M., Voloshchuk O., Voloshchuk I., Hlyva, V. Efficiency of microfertilizer oracle multicomplex in corn cultivation technology. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, No. 12. P. 25–31. DOI: 10.48077/scihor.24(12).2021.25-31.

18. Slobodianyuk H., Zhilyak I., Mostovyak I., Shchetyna S., Zabolotnyi O. Effectiveness of different groups of preparations for pre-sowing treatment of winter wheat seeds. *Scientific Horizons*. 2022. Is. 25, № 9. P. 53–63. DOI: 10.48077/scihor.25(9). 2022. 53-63.
19. Somtrakoon K., Kruatrachue M. Effect of alpha-naphthalene acetic acid and thidiazuron on seedling of economic crops grown in endosulfan sulfate-spiked sand. *J. Environ Biol.*, 2014. Vol. 35, No. 6. P. 1021–1030.
20. Tariq S., Zaman A., Zaman K.A., Asi R., Akba H., Asi M., Sha K. Influence of pre-sowing seed treatments on germination properties and seedling vigor of wheat. *Agricultural & Vet. Sci.* 2017. Vol. 1, No. 1. P. 62–70.
21. Venkatesh A., Vanangamudi M., Vanangamudi K., Parthiban K., Ravichandran V., Rai R. Effect of growth stimulants on seed germination and morpho-physiological attributes in pungam (*Pongamia pinnata*). *Journal of Tropical Forest Science*, 2000. No. 12 (4). P. 643–649.
22. Zhang P., Zhang H., Wu G., Chen X., Gruda N., Li X., Dong J., Duan Z. Dose-dependent application of straw-derived fulvic acid on yield and quality of tomato plants grown in a greenhouse. *Front Plant Sci.* 2021. Vol. 12, Article 736613. DOI: 10.3389/fpls.2021.736613.

References

1. Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. O., Karpenko V. P. Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv. Kyiv : Nichlava, 2003. 320 s. [in Ukrainian]
2. Zaimenko N. V., Ivanytska B. O. Vplyv orhanichnykh kyslot na rostovi protsesy roslyn riznykh ekomorfotypiv. *Introduktsiia roslyn*. 2013. № 3. S. 108–114. [in Ukrainian]
3. Krasylivets Yu. H. Naukovi osnovy fitosanitarnoi bezpeky polovykh kultur. Kharkiv, 2010. S. 67–70. [in Ukrainian]
4. Kuts O., Ivchenko T., Onyshchenko O., Semenenko I., Kolesnyk L., Chaiuk O., Lialiuk O., Pylypenko L., Marusiak A., Valiieva M. Efektyvnist stymulatsii rostu ovochevykh roslyn u yuvenilnyi period. *Ovochivnytstvo ta bashtannnytstvo*. 2021. T. 69. S. 89–98. [in Ukrainian]
5. Nasinnieznavstvo ta metody vyznachennia yakosti silskohospodarskykh kultur: navchalnyi posibnyk / za red. S. M. Kalenskoï. Vinnytsia : FOP Danyliuk, 2011. 323 s. [in Ukrainian]
6. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti. Derzhavnyi standart (DSTU 4138-2002). Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 173 s. [in Ukrainian]
7. Shevchuk O. A., Kravchuk H.I., Verhelis V.I. Vplyv stymuliuichykh preparativ na morfometrychni pokaznyky prorostkiv ta posivni yakosti nasinnia kvasoli. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho NAU*. 2019. № 12. S. 225–232. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-1. [in Ukrainian]
8. Shevchuk O. V., Pervachuk M. V., Verhelis V. I. Vplyv preparativ antyhiberelinovoi dii na prorostannia nasinnia kvasoli. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2018. № 1. S. 66–71. [in Ukrainian]
9. Yastreb T. O., Shvydenko N. V., Batova O. M. Vplyv ekzohennykh salitsylovoi ta burshtynovoi kyslot na stiikist roslyn prosa do abiotychnykh ta biotychnykh stresoriv. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii biolohiia*. 2012. T. 1 (25). S. 32–38. [in Ukrainian]
10. Aldesuquy H. Effect of indol-3-yl acetic acid on photosynthetic characteristics of wheat flag leaf during grain filling. *Photosynthetic*. 2000. № 38. P. 135–141. DOI: 10.1023/A:1026712428094.
11. Braziane Z., Paltanavicius V., Avizienyte D. The influence of fulvic acid on spring cereals and sugar beets seed germination and plant productivity. *Environ Res.* 2021. Vol. 195. Article 110824. DOI: 10.1016/j.envres.2021.110824.
12. Elmongy M. S., Zhou H., Cao Y., Liu B., Xia Y. The effect of humic acid on endogenous hormone levels and antioxidant enzyme activity during in vitro rooting of evergreen azalea. *Sci. Hortic.* 2018. Vol. 227, Issue 1161. P. 234–243.
13. Karashchuk G., Fedonenko H., Lavrenko S., Lavrenko N., Kazanok O., Revto O., Levchenko M. Effect of growth regulators on seed quality and grain productivity of hard wheat (*Triticum durum*) in non irrigated conditions. *Technology Reports of Kansai University*. 2020. Vol. 62, No. 6. P. 2789–2797.
14. Litvin V. A., Deriy S. I., Plakhotniuk N. Effects of humic substances on seed germination of wheat under the influence of heavy metal. *Cherkasy University Bulletin: Biological Sciences Series*. 2020. № 1. C. 42–52. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2020-1-42-52. [in Ukrainian]
15. López-Bucio José, Nieto Jacobo Maria, Ramirez-Rodriguez V.V., Herrera-Estrell, Luis. Organic acid metabolism in plants: From adaptive physiology to transgenic varieties for cultivation in extreme soils. *Plant science: an international journal of experimental plant biology*. 2001. № 160. P. 1–13. DOI: 10.1016/S0168-9452(00)00347-2.

16. Mirmajlessi S. M., Radhakrishnan R. (Eds.) *Biostimulants in Plant Science*. London, United Kingdom, Intech Open, 2020. URL: <https://www.intechopen.com/books/8954> doi: 10.5772/intechopen.82916 (Last accessed: 1.03.2024).
17. Pashchak M., Voloshchuk O., Voloshchuk I., Hlyva, V. Efficiency of microfertilizer oracle multicomplex in corn cultivation technology. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, No. 12. P. 25–31. DOI: 10.48077/scihor.24(12).2021.25-31.
18. Slobodianyuk H., Zhilyak I., Mostovyak I., Shchetyna S., Zabolotnyi O. Effectiveness of different groups of preparations for pre-sowing treatment of winter wheat seeds. *Scientific Horizons*. 2022. Is. 25, № 9. P. 53–63. DOI: 10.48077/scihor.25(9).2022.53-63.
19. Somtrakoon K., Kruatrachue M. Effect of alpha-naphthalene acetic acid and thidiazuron on seedling of economic crops grown in endosulfan sulfate-spiked sand. *J. Environ Biol.*, 2014. Vol. 35, No. 6. P. 1021–1030.
20. Tariq S., Zaman A., Zaman K.A., Asi R., Akba H., Asi M., Sha K. Influence of pre-sowing seed treatments on germination properties and seedling vigor of wheat. *Agricultural & Vet. Sci*. 2017. Vol. 1, No. 1. P. 62–70.
21. Venkatesh A., Vanangamudi M., Vanangamudi K., Parthiban K., Ravichandran V., Rai R. Effect of growth stimulants on seed germination and morpho-physiological attributes in pungam (*Pongamia pinnata*). *Journal of Tropical Forest Science*, 2000. No. 12 (4). P. 643–649.
22. Zhang P., Zhang H., Wu G., Chen X., Gruda N., Li X., Dong J., Duan Z. Dose-dependent application of straw-derived fulvic acid on yield and quality of tomato plants grown in a greenhouse. *Front Plant Sci*. 2021. Vol. 12, Article 736613. DOI: 10.3389/fpls.2021.736613.

I. D. Zhilyak, H. Ya. Slobodianyuk, O. I. Zabolotnyi

Uman National University of Horticulture, Ukraine

WINTER WHEAT SEED GERMINATION DEPENDS ON PRE-SOWING TREATMENT WITH GROWTH REGULATORS

Modern technologies for growing grain crops require the use of environmentally safe measures and methods. The pre-sowing treatment of wheat seeds necessitates the correct choice of drugs with a wide spectrum of influence on the morphological and physiological indicators of seedlings. From 2019 to 2022, the effectiveness of pre-sowing treatment of winter wheat seeds was studied using the growth regulators 1-naphthylacetic acid (25 ml/l), succinic acid (0.025 % solution), and the organo-mineral preparation Fulvohumin (1 % solution) both separately and in combination: 1-naphthyl-acetic acid + Fulvohumin, 1-naphthyl-acetic acid + succinic acid, succinic acid + Fulvohumin, and 1-naphthyl-acetic acid + succinic acid + Fulvohumin. The working solution consumption was 10 liters per ton of seeds. Treated winter wheat seeds were germinated for eight days at a temperature of +20°C. Laboratory seed germination, biometric parameters, and dry and wet weight of seedlings were determined and statistically analyzed.

It was established that succinic acid significantly increases seed germination by 11 %, but seedlings treated with succinic acid showed slightly smaller seedling length and raw weight than the control.

Pre-sowing treatment of winter wheat seeds with Fulvohumin significantly increases laboratory seed germination (up to 95 %), root length, and total seedling length. This treatment resulted in a 34.5 % increase in the dry weight of seedlings compared to the control. The highest content of dry matter was observed after seed treatment with a mixture of 1-naphthyl-acetic acid + Fulvohumin + succinic acid, reaching 17.4 %. The combination treatment with Fulvohumin + succinic acid produced the tallest seedlings (14.12 cm) and the greatest raw weight (131.39 mg). A significant increase in raw and dry mass of 8-day-old seedlings was noted after seed treatment with the mixture of 1-naphthyl-acetic acid + succinic acid.

However, pre-sowing treatment of winter wheat seeds with only 1-naphthyl-acetic acid (0.025 % solution) was not effective, as it did not significantly increase germination (only by 1.3 %). Additionally, seedlings treated with 1-naphthyl-acetic acid had the shortest root length (4.99–5.78 cm). Therefore, the use of Fulvohumin enhances the effectiveness of growth regulators such as succinic acid and 1-naphthyl-acetic acid.

Key words: 1-naphthylacetic acid, succinic acid, Fulvohumin, laboratory seed germination, seedling length, wet and dry weight of seedlings.

Надійшла 20.03.2024.