



original article | UDC 633.1:631.878 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.08

EFFICACY OF HUMIC STIMULANTS IN PRE-SOWING TREATMENT OF CEREAL SEEDS

M. M. Marenych


V. V. Hanhur*

K. M. Popova

V. V. Liashenko

Y. I. Kabak

ORCID  [0000-0002-8903-3807](https://orcid.org/0000-0002-8903-3807)

ORCID  [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X)

ORCID  [0000-0003-0177-6209](https://orcid.org/0000-0003-0177-6209)

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36000, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

Marenych, M. M., Hanhur, V. V., Popova, K. M., Liashenko, V. V., & Kabak, Y. I. (2020). Efficacy of humic stimulants in pre-sowing treatment of cereal seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 70–78. doi: 10.31210/visnyk2020.03.08

Humic substances are important elements of field crops cultivation technology, the using of which can influence plant growth and development in fact during all stages of organogenesis. The purpose of the study was to determine the effectiveness of disinfectants and humic stimulants on the processes of seed germination, formation of spring barley and winter wheat productivity characteristics, and the prospects of their applying in production. The following scientific methods were used during the research: analysis, synthesis, field, and statistical. Statistically established nature of signs' interrelations, which were studied in the experiment, showed that the main parameters of forming winter wheat productivity were grain weight per plant and productive tillering and of spring barley – thousand-kernel weight. However, yield capacity of grain crops is determined according to a more complex system, because productivity structural elements of crops, thousand-kernel weight, grain weight per plant, and the number of productive shoots, in particular, have direct correlation with yield ($r=0.34-0.71$), and they, in their turn, depend on plantlet root weight. It has been estimated that there is direct average degree correlation ($r=0.54$) between plantlet root weight and the number of productive stems, and strong correlation ($r=0.85$) between plantlet root weight and grain weight per plant. The results of mathematical analysis prove the importance of pre-sowing seed treatment for the formation of plant root system, which in future will be able to affect yield formation directly ($r=0.44$). According to the results of the research, it has been established that humate application positively influenced the growth of the above-ground part of spring barley. In case of winter wheat seed treatment, a considerable natural effect of this technology element on plant biometric parameters was registered, however, crop variety characteristics were also of considerable importance. Applying humic preparations for pre-sowing UB seed and IR seed treatment resulted in plantlet weight increase by 8–19.6 %, and in wheat – within 11–16 %. Potential yield increased by 8.8–12.7 and 28.3 %, respectively.

Key words: winter wheat, barley, stimulants, disinfectants, humates.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ГУМІНОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ ЗА УМОВИ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

М. М. Маренич, В. В. Гангур, К. М. Попова, В. В. Ляшенко, Ю. І. Кабак

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Гумінові речовини є важливим елементом технології вирощування польових культур, застосовуючи які можна впливати на ріст і розвиток рослин фактично на всіх етапах органогенезу. Метою досліджень було виявити ефективність протруйників, гумінових стимуляторів на процеси проростання насіння, формування ознак продуктивності ячменю ярого і пшениці озимої та перспективи їхнього використання у виробництві. У ході проведення досліджень використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Статистично встановлений характер взаємозв'язків ознак, які вивчали в експерименті, свідчить, що головними параметрами формування продуктивності пшениці озимої є маса зерна з рослини та продуктивне куціння, а для ячменю ярого – маса 1000 зерен. Проте урожайність зернових культур визначається значно складнішою системою, оскільки елементи структури продуктивності культур, зокрема маса 1000 зерен, маса зерна з рослини та кількість продуктивних пагонів прямо впливають на урожайність ($r=0,34-0,71$), а вона своєю чергою залежать від маси корінців проростка. Розраховано, що між масою корінців проростка і кількістю продуктивних стебел кореляція є прямою із середнім ступенем зв'язку ($r=0,54$), а між масою корінців проростка і масою зерна з рослини кореляційний зв'язок сильний ($r=0,85$). За результатами досліджень встановлено, що застосування гуматів позитивно впливало на наростання надземної маси ячменю ярого. За умови обробки насіння пшениці озимої відзначено істотний закономірний вплив цього елемента технології на біометричні параметри рослин, однак суттєву роль відігравали і сортові властивості культури. Застосування гумінових препаратів для передпосівної обробки насіння UB for seeds і 1R Seed treatment призвело до зростання маси проростка на 8–19,6 %, а на пшениці – в межах 11–16 %. Потенційна врожайність зросла відповідно на 8,8–12,7 та 28,3 % відповідно.

Ключові слова: пшениця озима, ячмінь, стимулятори, протруйники, гумати.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГУМИНОВЫХ СТИМУЛЯТОРОВ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Н. Н. Маренич, В. В. Гангур, Е. Н. Попова, В. В. Ляшенко, Ю. И. Кабак

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

По результатам исследований установлено, что применение гуматов положительно влияло на нарастание надземной массы ячменя ярового. При обработке семян озимой пшеницы отмечено существенное закономерное влияние этого элемента технологии на биометрические параметры растений, при этом положительную роль имели и сортовые свойства культуры. Применение гуминовых препаратов для предпосевной обработки семян UB for seeds и 1R Seed treatment привело к росту массы проростка на 8–19,6 %, а на пшенице – в пределах 11–16 %. Потенциальная урожайность увеличилась соответственно на 8,8–12,7 и 28,3 %.

Ключевые слова: пшеница озимая, ячмень яровой, стимуляторы, протравители, гуматы.

Вступ

Попит на біостимулятори гумінової природи в Європі і Північній Америці щорічно зростає на 10–12 %. Особлива зацікавленість у науковців до цієї теми виникла у 80-х роках минулого століття [1], хоча механізм дії гумінових кислот не розкритий повністю і до сьогодні [2]. Актуальність напряду досліджень, який розглядається у цій статті, полягає в тому щоб проаналізувати та науково обґрунтувати ключові аспекти застосування гумінових стимуляторів (гуматів), які зараз широко розрекламовані на українському ринку, проте не без труднощів упроваджуються в технології вирощування сільськогосподарських культур. Досить часто аграрії зіштовхуються з відсутністю позитивних результатів у виробничих посівах, що пов'язано насамперед з якістю препаратів, способами їхнього застосування, відповідністю регламентів використання гуматів у рекомендаціях виробників та дистриб'юторів та багатьох інших аспектів. Наприклад, однією з унікальних властивостей дії гуматів є їхня антистресова дія. Відзначено, що застосування цих препаратів допомагає рослинам долати вод-

ний, сольовий чи температурний стрес, а також несприятливу післядію гербіцидів тощо [3].

Гумінові речовини рекомендують використовувати фактично на всіх етапах технології вирощування: для передпосівної обробки насіння, позакореневої аплікації як самостійно, так і в бакових сумішах з добривами чи засобами захисту. Серед препаратів цієї групи є також активатори ґрунту, які застосовуються для поліпшення агрономічних властивостей ґрунтів у разі їхнього засолення, забруднення шкідливими речовинами, для нормалізації кислотності та для швидкої рекультивативації.

Серед важливих елементів технології вирощування є застосування передпосівної обробки насіння гуматами, що особливо актуально через збільшення частоти ризиків, пов'язаних із виникненням стресових факторів [4, 5, 6]. Гумінові речовини позитивно впливають на динаміку наростання кореневої маси та формування фотосинтетичного апарату впродовж етапів розвитку рослин [7, 8, 9]. Встановлено, що гумінові речовини сприяють кращому використанню азоту рослинами ячменю та інших елементів живлення з ґрунту [10, 11].

Позитивні результати спостерігаються від застосування гумінових речовин у вигляді фертигації та позакореневого підживлення рослин пшениці [12], а також у разі сумісного використання добрив і гуматів на посівах ячменю [13].

Результати досліджень свідчать, що використання Гумістару (12 % гумінових і 3 % фульвових кислот) у разі передпосівної обробки насіння сприяло поліпшенню показників якості зерна пшениці – масу 1000 зерен, натуру, число падання та вміст білка [14]. В інших дослідженнях використання комплексу гумінових речовин, амінокислот та мікроелементів сприяло збільшенню врожайності та поліпшенню показників якості зерна ячменю без істотного впливу на вміст вуглеводів [15]. Гумінові речовини суттєво сприяють зменшенню вмісту важких металів у ґрунті та у продукції зернових культур [16, 17].

Водночас існують і публікації про незначний вплив гумінових речовин у разі передпосівної обробки насіння [18], хоча в багатьох наукових джерелах зазначається про позитивний ефект від застосування саме гумінових стимуляторів, а в окремих – підкреслюється додаткова ефективність за умови комплексного застосування з добривами [19, 20, 21]. Диференційоване застосування гумінових препаратів сприяє кращому засвоєнню P, K, Ca, Mg, Fe і Zn рослинами пшениці, що позитивно впливає на формування урожайності і якості продукції [22].

Мета досліджень – виявити ефективність протруйників, гумінових стимуляторів на процеси проростання насіння, формування ознак продуктивності ячменю ярого і пшениці озимої та перспективи їхнього використання у виробництві.

Завдання дослідження: визначити вплив протруйників та стимуляторів росту рослин на проростання насіння ячменю ярого та пшениці озимої; дослідити закономірності формування продуктивності рослин ячменю ярого та пшениці озимої за передпосівної обробки насіння протруйниками і стимуляторами росту.

Матеріали і методи досліджень

Для досягнення мети експерименту було проведено два досліді, зокрема лабораторний та польовий мікроділянковий. Повна схема першого досліді наведена в таблиці 1, а другого – в таблиці 3. Схема першого досліді включала такі варіанти: 1) контроль (обробка насіння водою); 2) передпосівна обробка насіння стимулятором Вимпел 2 (1 л/т); 3) передпосівна обробка фунгіцидним протруйником Парацельс (0,5 л/т), 4) передпосівна обробка баковою сумішшю препаратів Вимпел 2 + Парацельс (1 + 0,5 л/т); 5) передпосівна обробка органо-мінеральним добривом на основі гумату калію Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т); 6) передпосівна обробка баковою сумішшю препаратів Парацельс + Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5+0,5 л/т). У другому досліді схема була такою: 1) контроль (обробка насіння водою); 2) передпосівна обробка UB for seeds (1 л/т); 3) передпосівна обробка 1R Seed treatment (1 л/т).

Лабораторні дослідження проводили з сортами пшениці озимої – Кубус, Подолянка, Наснага та ячменю ярого – Себастьян і Дев'ятий вал у лабораторії якості зерна Полтавської державної аграрної академії та в лабораторії ТОВ «АГРОСЕРТ», згідно з ДСТУ 4132-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості». Розмір ділянки в польовому досліді становив 100 × 100 см. Повторність – п'ятиразова, розміщення варіантів – рандомізоване. Ґрунти – чорноземи із вмістом рухомих сполук макроелементів живлення: гумусу в горизонті 0–20 см 2,93 %, азоту (за Тюрнімом і Коновою) – 104,54 мг, рухомого фосфору (за Чириковим) – 81,1 мг, обмінного калію (за Масловою) 87,42 мг на 100 г ґрунту. Спостереження й обліки проводили відповідно до загальноприйнятих методик [23, 24].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Результати досліджень та їх обговорення

Численні дослідження та виробничий досвід наочно демонструють необхідність передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур, проте залишається недостатньо розкритим механізм впливу стимуляторів росту гумінового походження на біологічні процеси, які відповідають за формування ознак продуктивності. Одержані результати досліджень свідчать, що внаслідок передпосівної обробки насіння прослідковується стійка закономірність щодо позитивного впливу агротехнологічного прийому на масу проростків, однак за довжиною коренів чіткої тенденції не виявлено (табл. 1).

1. Вплив передпосівної обробки насіння на біометричні параметри проростків, середнє за 2017–2020 рр.

Сорт	Варіант	Маса проростка, г	Довжина стебла, см
Ячмінь ярий			
Себастьян	Контроль (без передпосівної обробки)	0,168	7,8
	Вимпел 2 (1 л/т насіння)	0,186	11,5
	Парацельс (0,5 л/т насіння)	0,164	8,7
	Вимпел 2+Парацельс (1 + 0,5 л/т)	0,203	10,0
	Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т)	0,168	7,1
	Парацельс+Рост-Концентрат Калійний (0,5+0,5 л/т)	0,182	8,2
Дев'ятий вал	Контроль (без передпосівної обробки)	0,217	9,8
	Вимпел 2 (1 л/т насіння)	0,186	10,7
	Парацельс (0,5 л/т насіння)	0,139	9,6
	Вимпел 2+Парацельс (1 + 0,5 л/т)	0,186	11,2
	Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т)	0,170	10,4
	Парацельс+Рост-Концентрат Калійний (0,5+0,5 л/т)	0,120	10,1
НІР ₀₅		0,044	1,64
Пшениця озима			
Кубус	Контроль (без передпосівної обробки)	0,184	10,1
	Вимпел 2 (1 л/т насіння)	0,189	11,7
	Парацельс (0,5 л/т насіння)	0,182	9,8
	Вимпел 2+Парацельс (1 + 0,5 л/т)	0,189	10,5
	Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т)	0,202	10,6
	Парацельс+Рост-Концентрат Калійний (0,5+0,5 л/т)	0,168	9,6
Наснага	Контроль (без передпосівної обробки)	0,192	10,2
	Вимпел 2 (1 л/т насіння)	0,198	11,1
	Парацельс (0,5 л/т насіння)	0,215	10,8
	Вимпел 2+Парацельс (1 + 0,5 л/т)	0,208	11,2
	Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т)	0,216	9,5
	Парацельс+Рост-Концентрат Калійний (0,5+0,5 л/т)	0,187	9,5
Подоланка	Контроль (без передпосівної обробки)	0,198	10,1
	Вимпел 2 (1 л/т насіння)	0,224	10,6
	Парацельс (0,5 л/т насіння)	0,213	9,6
	Вимпел 2+Парацельс (1 + 0,5 л/т)	0,217	10,7
	Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т)	0,215	9,40
	Парацельс+Рост-Концентрат Калійний (0,5+0,5 л/т)	0,210	9,40
НІР ₀₅		0,013	0,94

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Урожайність зернових культур залежно від передпосівної обробки насіння протруйниками та стимуляторами росту, середнє за 2017–2020 рр.

Сорт	Варіант	Кількість продуктивних стебел, шт.	Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 зерен, г	Біологічна урожайність, т/га
Ячмінь ярий					
Себастьян	Контроль	2,30	1,82	44,93	6,19
	Вимпел 2	2,72	2,62	48,15	6,93
	Парацельс	2,46	2,40	47,35	6,90
	Парацельс+Вимпел	2,84	2,10	46,34	7,56
	Рост-Концентрат Калійний	2,07	2,70	46,07	6,70
	Парацельс+ Рост-Концентрат Калійний	2,33	3,37	47,02	6,40
Дев'ятий вал	Контроль	1,78	4,045	47,32	6,55
	Вимпел 2	2,51	2,87	46,50	6,71
	Парацельс	1,76	2,46	46,06	6,85
	Парацельс+Вимпел 2	2,66	2,60	47,64	7,25
	Рост-Концентрат Калійний	2,54	2,87	46,13	6,86
	Парацельс+ Рост-Концентрат Калійний	2,19	2,75	46,75	6,86
НІР ₀₅		0,47	0,82	-	0,34
Пшениця озима					
Кубус	Контроль	0,96	2,44	40,11	6,46
	Вимпел 2	1,17	2,87	43,01	6,76
	Парацельс	0,91	2,31	42,52	6,48
	Парацельс+Вимпел 2	1,08	2,66	43,65	6,63
	Рост-Концентрат Калійний	1,14	2,63	45,80	6,80
	Парацельс+ Рост-Концентрат Калійний	0,95	2,67	44,69	6,58
Наснага	Контроль	1,14	2,77	41,79	6,90
	Вимпел 2	1,40	3,32	47,27	7,13
	Парацельс	1,27	2,72	42,32	7,05
	Парацельс+Вимпел	1,58	3,62	45,25	7,54
	Рост-Концентрат Калійний	1,17	2,52	45,05	7,34
	Парацельс+ Рост-Концентрат Калійний	1,11	2,81	44,31	7,03
Подолянка	Контроль	1,25	2,93	42,80	7,16
	Вимпел 2	1,53	3,24	44,29	7,71
	Парацельс	1,40	3,13	43,37	7,76
	Парацельс+Вимпел 2	1,67	3,61	45,35	7,87
	Рост-Концентрат Калійний	1,23	2,67	44,06	7,47
	Парацельс+ Рост-Концентрат Калійний	1,16	2,56	45,30	7,26
НІР ₀₅		0,20	0,49	2,40	0,30

Максимальні значення вищезазначених показників спостерігали на варіантах, де для обробки насіння ячменю ярого та пшениці озимої використовували стимулятор Вимпел 2. Обробка насіння фунгіцидним протруйником Парацельс практично не позначилася на масі проростка пшениці озимої, а на ячмені ярого призводила до зменшення цього показника у сортів Себастьян і Дев'ятий вал відповідно на 11,8 і 25,2 % порівняно з використанням стимулятора Вимпел 2.

За результатами досліджень також спостерігали позитивний вплив застосування Вимпелу 2 на наростання надземної маси, особливо ячменю ярого, а на варіантах із пшеницею озимою головну роль відігравали сортові властивості, а не препарати для передпосівної обробки насіння. Дисперсійний аналіз результатів дослідження свідчить, що в більшості випадків виявлено окремий вплив факторів, що вивчали, і іноді їхньої взаємодії на формування біометричних параметрів проростків. У разі застосування гумінових препаратів для передпосівної обробки насіння UB for seeds і 1R Seed treatment ефективність була кращою. На сортах ячменю маса проростка зросла на 8,0–19,6 %, а на пшениці таке

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

зростання фіксувалося в межах 11–16 %, відносно контролю.

Як наслідок – передпосівна обробка насіння також позитивно вплинула і на формування біологічної врожайності культур (табл. 2). За умови використання препарату Вимпел 2 біологічна урожайність ячменю ярого перевищувала контрольний варіант на 11–22 %, проте на пшениці збільшення врожайності було в межах 10 %.

Використання фунгіцидного протруйника Парацельс не призвело до істотного збільшення врожайності культур.

Факторний аналіз впливу дає змогу говорити про рівнозначний внесок сортових властивостей, варіантів передпосівної обробки у формування продуктивної куцистості, маси зерна з рослини та урожайності, а їхня взаємодія займає близько 15 % дисперсії в досліді з ячменем. У блоці досліді з пшеницею кількість продуктивних стебел значною мірою контролювалася генотипом, що вплинуло також на формування врожайності. Значення показників елементів продуктивності та урожайності зерна були нижчими у разі впливу передпосівної обробки, проте статистично достовірними.

Отже, передпосівна обробка насіння має чіткий і виражений вплив на формування показників продуктивності та є вагомим інструментом управління врожайністю пшениці озимої. Для більшої ефективності необхідно обґрунтовано вибирати препарати для цього технологічного прийому.

Порівняно з попереднім дослідом застосування нових препаратів гумінового походження має значно кращий ефект (табл. 3).

3. Урожайність зернових культур залежно від передпосівної обробки насіння гуміновими стимуляторами, середнє за 2017–2020 рр.

Сорт	Варіант	Кількість продуктивних стебел, шт.	Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 зерен, г	Біологічна урожайність, т/га
Ячмінь ярий					
Себастьян	Контроль	2,30	2,22	45,15	5,51
	UB for seeds	2,24	2,16	46,80	5,99
	1R Seed treatment	2,38	2,06	47,12	7,04
Дев'ятий вал	Контроль	2,20	1,95	45,06	4,66
	UB for seeds	2,93	3,42	46,50	5,25
	1R Seed treatment	2,20	1,88	47,05	5,98
НІР ₀₅		0,28	0,59	0,44	0,22
Пшениця озима					
Кубус	Контроль	2,17	2,73	40,13	6,37
	UB for seeds	2,34	3,24	42,27	7,32
	1R Seed treatment	2,21	2,81	43,35	7,24
Наснага	Контроль	2,06	2,34	39,80	7,42
	UB for seeds	2,05	2,33	42,29	7,59
	1R Seed treatment	2,07	2,53	43,94	7,87
Подольанка	Контроль	2,15	2,71	40,40	7,38
	UB for seeds	2,27	3,09	41,32	8,89
	1R Seed treatment	2,24	2,91	41,83	9,19
НІР ₀₅		0,10	0,21	0,91	0,22

Використання препарату UB for seeds у нормі 1 кг/т у разі обробки насіння ячменю ярого забезпечило зростання біологічної урожайності на 8,8–12,7 %, а 1R Seed treatment – практично на 28 % порівняно з контрольним варіантом. Приріст урожайності зерна від застосування цих препаратів на сортах пшениці був меншим, проте лише в сорту Наснага у разі обробки насіння препаратом UB for seeds різниця в урожайності між контролем і експериментальним варіантом була в межах помилки досліді, а на решті була істотно вищою – на 6,1–28,3 %.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

Ці препарати є новинками українського аграрного ринку і за характеристиками виробників поєднують гуміновий складник з великим комплексом мікроелементів, який відрізняє їх від подібних. Основним недоліком цих речовин є їхня досить висока ціна порівняно з іншими, що були використані в цих дослідженнях.

Аналіз структури врожайності ячменю свідчить, що за певних умов маса 1000 зерен є одним з найважливіших індикаторів урожайності (рис. 1), на яку під час вирощування культури потрібно звертати увагу для отримання потрібного результату. Крім того, для ячменю – це важливий показник оцінювання якості зерна. Проте в цих дослідженнях безпосереднього впливу сортових властивостей та варіантів передпосівної обробки насіння на рівень цього показника не виявлено, що потребує проведення додаткових досліджень.

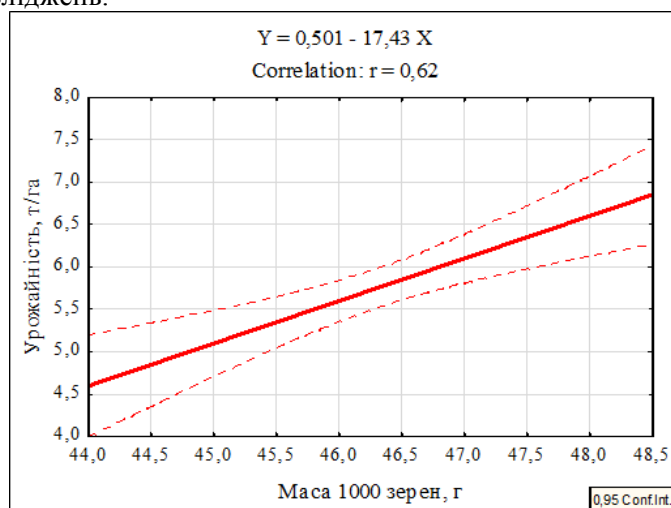


Рис 1. Графік залежності врожайності ячменю від маси 1000 зерен

Характер взаємозв'язків ознак, які вивчали в експерименті з пшеницею показав, що головною закономірністю її формування є маса зерна з рослини та продуктивне кущіння (рис. 2).

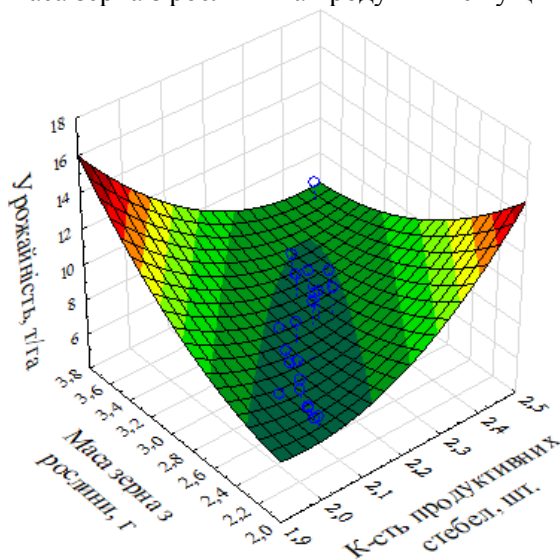


Рис 2. Графік залежності урожайності пшениці озимої від маси зерна з колоса та кількості продуктивних стебел

Проте урожайність цієї культури виявилася значно складнішою системою, оскільки елементи структури продуктивності, зокрема маса 1000 зерен, маса зерна з рослини та продуктивне кущіння прямо впливають на урожайність ($r=0,34-0,71$), а вона своєю чергою залежать від маси корінця проростка: кількість продуктивних стебел – $r=0,54$; маса зерна з рослини – $r=0,85$. Результати проведеного математичного аналізу свідчать про важливість передпосівної обробки насіння для формування кореневої системи рослин, яка потім,

цілком ймовірно, може впливати на формування врожайності ($r=0,44$).

Отже, результати досліджень свідчать, що передпосівна обробка насіння гумітами в чистому виді або у баковій суміші із протруйниками фунгіцидної дії позитивно впливає на проростання насіння, формування елементів структури врожаю та рівень продуктивності пшениці озимої і ячменю ярого. Подібну ефективність визначено за даними Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН, де використання Гуматал nano після чорного пару (оброблення насіння + триразове поза-кореневе підживлення) забезпечило формування суттєвих приростів урожайності зерна пшениці озимої сорту Кнопа за відношенням до відповідного фонового контролю на рівні від 0,28 до 0,95 т/га [25]. Передпосівної обробки насіння гуматами цілком достатньо для одержання прибавки урожайності озимої пшениці на рівні 18–50 % [26].

Висновки

Встановлено, що передпосівна обробка насіння протруйниками та стимуляторами є необхідним елементом технології вирощування зернових культур в умовах нестійкого зволоження, оскільки забезпечує істотні прирости врожайності ячменю до 4–12 %, а використання їхніх комбінацій – до 22 %. Для пшениці ці ж показники становили близько 10–11 %. Застосування гуматів значно покращує початковий розвиток проростків, що позитивно впливає на формування показників структури врожайності. Виявлено, що використання гумінових препаратів, які поєднують комплекс мікроелементів, сприяє збільшенню врожайності зернових культур до 28 %. Для ефективного управління процесами формування урожайності необхідно брати до уваги закономірності взаємозв'язків елементів продуктивності з урожайністю та оцінці їхньої залежності від препаратів, що застосовуються для передпосівної обробки насіння.

References

1. Kozarenko, D. O. (2013). Zastosuvannya gumativ – perspektivnij metod zmenshennya ximichnogo navantazhennya na agrocenozi. *Karantyn i Zaxyst*, (8), 14–16. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kizr_2013_8_8 [In Ukrainian].
2. Marenych, M. M., & Yurchenko, S. O. (2016). Posivni vlastyvoli nasinnia silskohospodarskykh kultur zalezno vid zastosuvannya stymulatoriv rostu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1-2), 18–21 [In Ukrainian].
3. Jarošová, M., Klejdus, B., Kováčik, J., Babula, P., & Hedbavny, J. (2016). Humic acid protects barley against salinity. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38 (6). doi: 10.1007/s11738-016-2181-z.
4. Qin, Y., Zhu, H., Zhang, M., Zhang, H., Xiang, C., & Li, B. (2016). GC-MS analysis of membrane graded fulvic acid and its activity on promoting wheat seed germination. *Molecules*, 21 (10), 1363. doi: 10.3390/molecules21101363.
5. Rodrigues, L. F. O. S., Guimaraes, V. F., Silva, M. B. da, Pinto Junior, A. S., Klein, J., & Costa, A. C. P. R. da. (2014). Características agrônomicas do trigo em função de Azospirillum brasilense, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (1), 31–37. doi: 10.1590/s1415-43662014000100005.
6. Mvila, B. G., Pilar-Izquierdo, M. C., Busto, M. D., Perez-Mateos, M., & Ortega, N. (2016). Synthesis and characterization of a stable humic-urease complex: application to barley seed encapsulation for improving N uptake. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96, 2981–2989. doi: 10.1002/jsfa.7466.
7. Oliveira, K. S., Mendes, M. C., Ilibrante, G. A., Antoniazzi, N., Stadler, A. J., & Antoniazzi, A. P. (2019). Export of N, P and K in barley subjected to fertilizer doses formulated with and without humic substance at sowing. *Acta Scientiarum. Agronomy*, (41), e42690. doi: 10.4025/actasciagron.v41i1.42690.
8. Ahmad, T., Khan, R., & Khattak, T. N. (2018). Effect of humic acid and fulvic acid based liquid and foliar fertilizers on the yield of wheat crop. *Journal of Plant Nutrition*, 41 (19), 2438–2445. doi: 10.1080/01904167.2018.1527932.
9. Szeuczuk, K., Mendes, M. C., Stadler, A. J., Pagliosa, E. S., Schroeder, B., & Muller, M. M. L. (2018). Doses of NPK formulations combined with humic substance at sowing in barley cultivars. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22 (18), 683–688. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p683-688.
10. Knapowski, T., Szczepanek, M., Wilczewski, E., & Pobereźny, J. (2018). Response of wheat to seed dressing with humus and foliar potassium fertilization. *Agricultural Science and Technology*, 17, 1559–1569.
11. Fedotov, G. N., Shoba, S. A., Fedotova, M. F., & Demin, V. V. (2018). On the probable nature of bio-

logical activity of humic substances. *Eurasian Soil Science*, 51 (9), 1034–1041. doi: 10.1134/S1064229318090053.

12. Baghaie, A. B., & Aghilizefreei, A. (2020). Effects of salicylic acid, humic acid, and EDTA chelate on the increasing Pb concentration in the barley inoculated with PGPR. *Journal of Advances in Environmental Health Research*, 10 (1), 10–18. doi: 10.22102/JAEHR.2020.198499.1140.

13. Gramss, G. (2020). Control of heavy metals from barley and wheat grains during malting and brewing. *Advances in Nutrition and Food Science*, 5, 10–18. doi: 10.37722/ANAFS.20205.

14. Seadh, S. E., El-Kassaby, A. T., Mansour, M., & El-Waseef, M. M. (2017). Effect of foliar application and n-levels on productivity and granis quality of barley. *Journal of Plant Production*, 8 (9), 929–933. doi: 10.21608/jpp.2017.40912.

15. Baldotto, M., Andrade, F. D., da Rocha, J. E., & Del Giudice, M. P. (2016). The plant stimulant humic acid extracted from organic waste recycled by composting combined with liming and fertilization. *Semina: Ciências Agrárias*, 37 (6), 3955–3964. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n6p3955.

16. Rekaby, S. A., Awad, M. Y., Hegab, S. A., & Eissa, M. A. (2020). Effect of some organic amendments on barley plants under saline condition. *Journal of Plant Nutrition*, 43 (12), 1840–1851. doi: 10.1080/01904167.2020.1750645.

17. Nossier, M. I., Gawish, S. M., Taha, T. A., & Mubarak, M. (2017). Response of Wheat Plants to Application of Selenium and Humic Acid under Salt Stress Conditions. *Egyptian Journal of Soil Science*, 57 (2), 175–187. doi: 10.21608/EJSS.2017.3715.

18. Erro, J., Urrutia, O., Baigorri, R., Fuentes, M., Zamarreño, A. M., & Garcia-Mina, J. M. (2016). Incorporation of humic-derived active molecules into compound NPK granulated fertilizers: main technical difficulties and potential solutions. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 3 (1). doi: 10.1186/s40538-016-0071-7.

19. Rose, M. T., Patti, A. F., Little, K. R., Brown, A. L., Jackson, W. R., & Cavagnaro, T. R. (2014). A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances. *Advances in Agronomy*, 37–89. doi: 10.1016/b978-0-12-800138-7.00002-4.

20. Dinçsoy, M., & Sönmez, F. (2019). The effect of potassium and humic acid applications on yield and nutrient contents of wheat (*Triticum aestivum* L. var. Delfii) with same soil properties. *Journal of Plant Nutrition*, 42(20), 2757–2772. doi: 10.1080/01904167.2019.1658777.

21. Jindo, K., Olivares, F. L., da Paixão Malcher, D. J., Sánchez-Monedero, M. A., Kempenaar, C., & Canellas, L. P. (2020). From lab to field: role of humic substances under open-field and greenhouse conditions as biostimulant and biocontrol agent. *Frontiers in Plant Science*, 426. doi: 10.3389/fpls.2020.00426.

22. Olaetxea M., De Hita, Garcia C. A., D., Fuentes, M., Baigorri, R., Mora, V., Garnica, M., Urrutia, O., Erro, J., Zamarreño, A. M., Berbara, R. L., & Garcia-Mina, J. M. (2018). Hypothetical framework integrating the main mechanisms involved in the promoting action of rhizospheric humic substances on plant root- and shoot- growth. *Applied Soil Ecology*, (123), 521–537. doi: 10.1016/j.apsoil.2017.06.007.

23. Dospexov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy): uchebnoe posobyie dlia vysshikh selskokhoziaistvennykh uchebnykh zavedenyi*, (5th ed.). Moskva: Agropromizdat. [In Russian].

24. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K»» [In Ukrainian].

25. Vozhehova, R. A., & Kryvenko, A. I. (2019). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi ta ekonomichno-enerhetychnu efektyvnist tekhnolohii yii vyroshchuvannya v umovakh pivdnia Ukrainy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 1, 39–46. doi: 10.31521/2313-092X/2019-1(101) [In Ukrainian].

26. Dudkyn, D. V., Zmanovskaia, A. S., Lytvintsev, P. A. (2013). Vlyaniye produktov yskusstvennoi humyfykatsyy na rost y urozhainost ozymoi pshenytsy, vozdel'yvaemoi v usloviyakh lesostepnoi zony. *Vestnyk Yuhorskoho Hosudarstvennogo Unyversyteta*, 30 (3), 19–24 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 25.07.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Маренич М. М., Гангур В. В., Попова К. М., Ляшенко В. В., Кабак Ю. І. Ефективність гумінових стимуляторів за умови передпосівної обробки насіння зернових культур. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 70–78.

© Маренич Микола Миколайович, Гангур Володимир Васильович, Ляшенко Віктор Васильович, Попова Катерина Миколаївна, Кабак Юрій Іванович, 2020