

<https://doi.org/10.15407/dopovidi2022.02.083>

УДК 57.017.3+57.042+57.017.3+582.52/.59+58.084.1

Н.О. Пушкарьова, <https://orcid.org/0000-0002-3266-1351>

С.Г. Плоховська, <https://orcid.org/0000-0001-6178-3529>

І.І. Горюнова, <https://orcid.org/0000-0002-2405-0665>

А.Ю. Бузіашвілі, <https://orcid.org/0000-0002-8283-5401>

О.В. Мельничук, <https://orcid.org/0000-0002-7658-0836>

Н.Л. Пастухова, <https://orcid.org/0000-0003-3489-6936>

Т.В. Чугункова

А.І. Ємець, <https://orcid.org/0000-0001-6887-0705>

Я.Б. Блюм, <https://orcid.org/0000-0001-7078-7548>

ДУ “Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України”, Київ

E-mail: pushkarovano@gmail.com, yemets.alla@nas.gov.ua

Вплив авермектинвмісних поліфункціональних біостимуляторів на стійкість пшениці до сольового стресу

Представлено академіком НАН України Я.Б. Блюмом

Сольовий стрес негативно впливає на ріст і розвиток рослин, особливо на ранніх етапах онтогенезу. Для подолання негативних наслідків стресу перспективним є використання поліфункціональних авермектинвмісних біостимуляторів бактеріального походження, зокрема Аверкому та Аверкому Нова. Мета дослідження полягала у з'ясуванні впливу цих біопрепаратів на стійкість пшениці (сорти Елегія Миронівська, Оксамит Миронівський та Злата) до сольового стресу. Встановлено, що попередня обробка насіння препаратом Аверком забезпечує протекторний вплив на ріст і розвиток рослин пшениці на ранніх етапах розвитку (до 14 діб) за умов їх вирощування в присутності 100 мМ NaCl. Водночас Аверком Нова виявляється більш ефективним у разі тривалого вирощування пшениці в умовах сольового стресу.

Ключові слова: *сольовий стрес, авермектинвмісні біостимулятори, Аверком, Аверком Нова, Triticum aestivum L.*

На сьогодні засолення ґрунтів розглядається як глобальна загроза харчовому виробництву, оскільки близько 20 % оброблюваних земель зазнає впливу засолення [1, 2]. Засолення ґрунтів спричиняє порушення осмотичного та іонного гомеостазу рослинних клітин, що негативно впливає на проростання насіння та морфогенез рослин [3]. Надмірна кількість засвоєних солей рослинами може зменшити врожайність приблизно до 40 % [1]. Пшениця є однією з найважливіших злакових культур у світі, що забезпечує 20 % щоденних потреб у

Цитування: Пушкарьова Н.О., Плоховська С.Г., Горюнова І.І., Бузіашвілі А.Ю., Мельничук О.В., Пастухова Н.Л., Чугункова Т.В., Ємець А.І., Блюм Я.Б. Вплив авермектинвмісних поліфункціональних біостимуляторів на стійкість пшениці до сольового стресу. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2022. № 2. С. 83–91. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2022.02.083>

білках і калоріях для 4,5 млрд людей на планеті [4]. Більшість сортів пшениці надзвичайно чутливі до надмірного вмісту солей у ґрунті, тому підвищення толерантності злакових культур до засолення стало одним з головних викликів для сучасного сільського господарства.

Крім створення сортів і нових ліній, стійких до сольового стресу, перспективним може бути також застосування біостимуляторів росту, зокрема таких, як авермектинвмісні поліфункціональні препарати Аверком та Аверком Нова, розроблені в Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, оскільки вони характеризуються фітостимулюючою та протекторною дією за стресових умов. Аверком було створено на основі штаму *Streptomyces avermitilis* УКМ Ас-2179. До його складу входять 100 мкг/мл авермектину та комплекс метаболітів продуцента *S. avermitilis* [5]. Препарат Аверком Нова створено на основі етанольного екстракту біомаси штаму *S. avermitilis* ІМВ Ас-5015, він містить 100 мкг/мл авермектину, метаболіти самого продуцента та хітозан у концентрації 0,01 мМ [6]. Результати дослідження біологічної активності препарату Аверком свідчать про його здатність до пригнічення розвитку фітопатогенів, у тому числі паразитичних нематод, а також про його позитивний вплив на ріст, розвиток та урожайність зернових, овочевих і технічних культур [7].

Мета дослідження полягала у з'ясуванні впливу поліфункціональних біопрепаратів Аверком та Аверком Нова на ріст і розвиток рослин ярої пшениці в умовах сольового стресу.

Матеріали та методи. У дослідженні використовували насіння ярої пшениці (*Triticum aestivum* L.) сортів української селекції: Елегія Миронівська, Оксамит Миронівський та МПП Злата. Дослідження проводили в умовах гідропоніки і закритого ґрунту, моделюючи короткотривалу та довготривалу дію сольового стресу. Насіння пшениці досліджуваних сортів обробляли препаратами Аверком та Аверком Нова в концентрації 1,5 мг/л протягом 2 год, після чого стерилізували 3 %-м розчином перексиду водню протягом 5 хв, промивали у дистильованій воді і пророщували у чашках Петрі на фільтрувальному папері при 25 °С у темряві [8]. Після проростання насіння переносили на світло в умови культуральної кімнати (16-годинний фотоперіод, температура 23 °С) і культивували в контейнерах з живильним розчином Хогланда. Сольовий стрес моделювали шляхом додавання 100 мМ NaCl до середовища Хогланда згідно з [8]. Визначали середню висоту пагонів та середню довжину коренів, а також сиру масу рослин на 4-ту, 7-му та 14-ту добу після проростання та обробки авермектинвмісними препаратами (передпосівна обробка) [7] в умовах сольового стресу і порівнювали з аналогічними показниками рослин, що вирощували без попередньої обробки біостимуляторами та без впливу сольового стресу (контроль).

Для дослідження впливу довготривалого стресу (в умовах закритого ґрунту) насіння після процедури поверхневої стерилізації переносили у суміш такого складу: пісок, глина та гумус (3 : 1 : 2). Умови сольового стресу моделювали, додаючи 100 мМ NaCl до середовища Хогланда, яке використовували для поливу рослин. Рослини вирощували при температурі 25–30 °С та фотоперіоді 13/11 год (світло/темрява). Вплив сольового стресу оцінювали шляхом вимірювання висоти пагонів рослин, яке проводили на 7-му, 21-шу, 35-ту, 49-ту та 63-тю добу згідно з [9].

Для математичної обробки та графічного представлення отриманих даних використовували пакети комп'ютерних прикладних програм "Microsoft Excel 2010", "OriginPro 2015". Статистичну обробку даних здійснювали шляхом визначення середніх арифметичних величин (M), стандартної похибки (m) та величини стандартних відхилень. Достовірність

і значущість міжгрупових відмінностей визначали за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA), довірчий інтервал (ДІ) становив 95 %, відмінності вважали статистично значущими при $p < 0,05$.

Результати та обговорення. Дослідження короткотривалої дії сольового стресу на рослини. Під час вирощування рослин пшениці в умовах сольового стресу відмічали значне зниження темпів росту пагонів, починаючи з 4-ї і до 14-ї доби порівняно з контролем для усіх досліджуваних сортів (рис. 1, а). На 14-ту добу спостерігали затримку росту рослин, у середньому висота пагонів в умовах стресу для сорту Злата становила $162,35 \pm 9,10$ мм, для сорту Оксамит Миронівський – $196,04 \pm 8,92$ мм, тоді як за нормальних умов вирощування (контроль) для сорту Злата – $281,38 \pm 6,81$ мм та для сорту Оксамит Миронівський – $288,71 \pm 8,31$ мм) (див. рис. 1, б).

Обробка насіння авермектинвмісними препаратами мала позитивний вплив на ріст пагонів в умовах сольового стресу порівняно з рослинами, що вирощували в умовах стресу без застосування препаратів для усіх досліджуваних сортів (див. рис. 1, б). При цьому такий ефект спостерігали, починаючи від 7-ї доби вирощування. На 14-ту добу середнє значення довжини пагонів пшениці сорту Злата в умовах сольового стресу після попередньої обробки насіння Аверкомом становила $206,73 \pm 4,83$ мм, а за обробки Аверкомом Нова – $185,45 \pm 7,60$ мм, висота пагонів в умовах стресу без обробки препаратами становила $162,35 \pm 9,10$ мм (див. рис. 1, б). Таким чином, рістстимулюючий ефект препарату Аверком був дещо вищим, ніж Аверкому Нова.

Для сорту Елегія Миронівська, навпаки, обробка Аверкомом Нова стимулювала ріст пагонів пшениці в умовах сольового стресу ($228,00 \pm 7,69$ мм) порівняно з Аверкомом ($220,62 \pm 6,35$ мм), а для сорту Оксамит Миронівський достовірної різниці за показниками довжини пагона між рослинами, що обробляли Аверкомом та Аверкомом Нова, не виявлено (див. рис. 1, б).

Також під час вирощування рослин у присутності 100 мМ NaCl починаючи від 4-ї доби відмічали значне уповільнення процесу росту коренів для усіх досліджуваних сортів (рис. 2). Найістотніше галь-

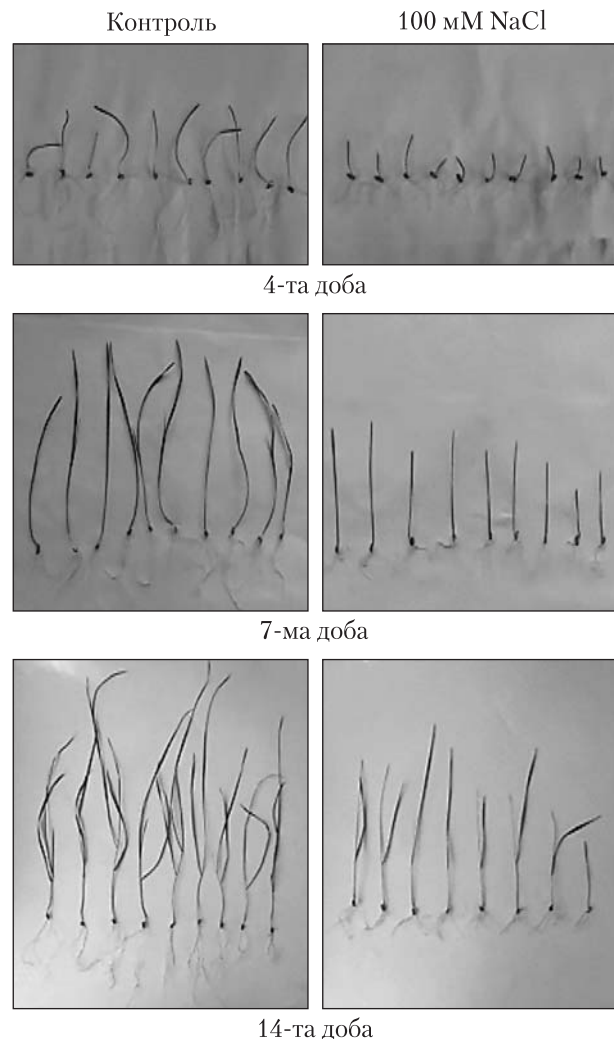


Рис. 1. Вплив сольового стресу (100 мМ NaCl) на ріст пшениці сорту Злата

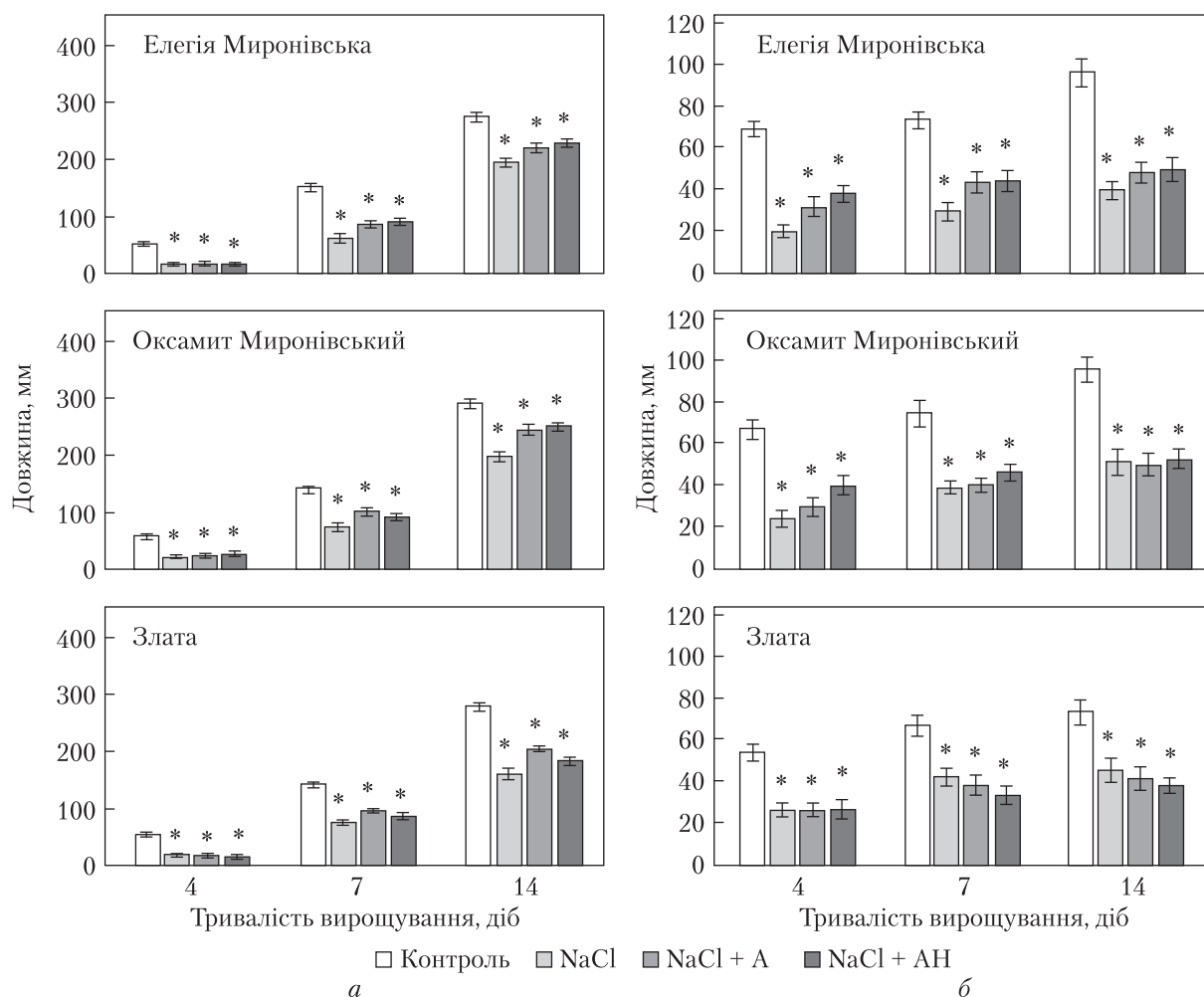


Рис. 2. Вплив препаратів Аверком та Аверком Нова на ріст пагонів (а) і коренів (б) проростків пшениці за умов вирощування в присутності 100 мМ NaCl (А – Аверком, АН – Аверком Нова). Дані подано у вигляді $M \pm t$ і достовірні при $p \leq 0,05$

мування росту кореня спостерігали у сорту Елегія Миронівська: на 14-ту добу вирощування в умовах сольового стресу середня довжина коренів становила $39,39 \pm 4,29$ мм; тоді як у контролі – $95,74 \pm 6,78$ мм (див. рис. 2).

Попередня обробка насіння сорту Злата авермектинвмісними препаратами не мала позитивного впливу на ріст кореня в умовах сольового стресу порівняно з контролем протягом 14 діб вирощування. У рослин сорту Оксамит Миронівський спостерігали незначну стимуляцію росту кореня в результаті обробки насіння Аверкомом Нова лише на початкових етапах вирощування (на 4-ту добу вирощування $39,47 \pm 4,54$ мм та на 7-му добу – $45,64 \pm 4,18$ мм) порівняно з рослинами, що проростали в умовах сольового стресу без обробки авермектинвмісними препаратами (на 4-ту добу вирощування $23,35 \pm 3,90$ мм та на 7-му добу – $38,45 \pm 3,20$ мм). Для сорту Елегія Миронівська обробка обома авермектинвмісними препаратами мала позитивний вплив на ріст кореня (протягом 4–14-ї діб вирощування) порів-

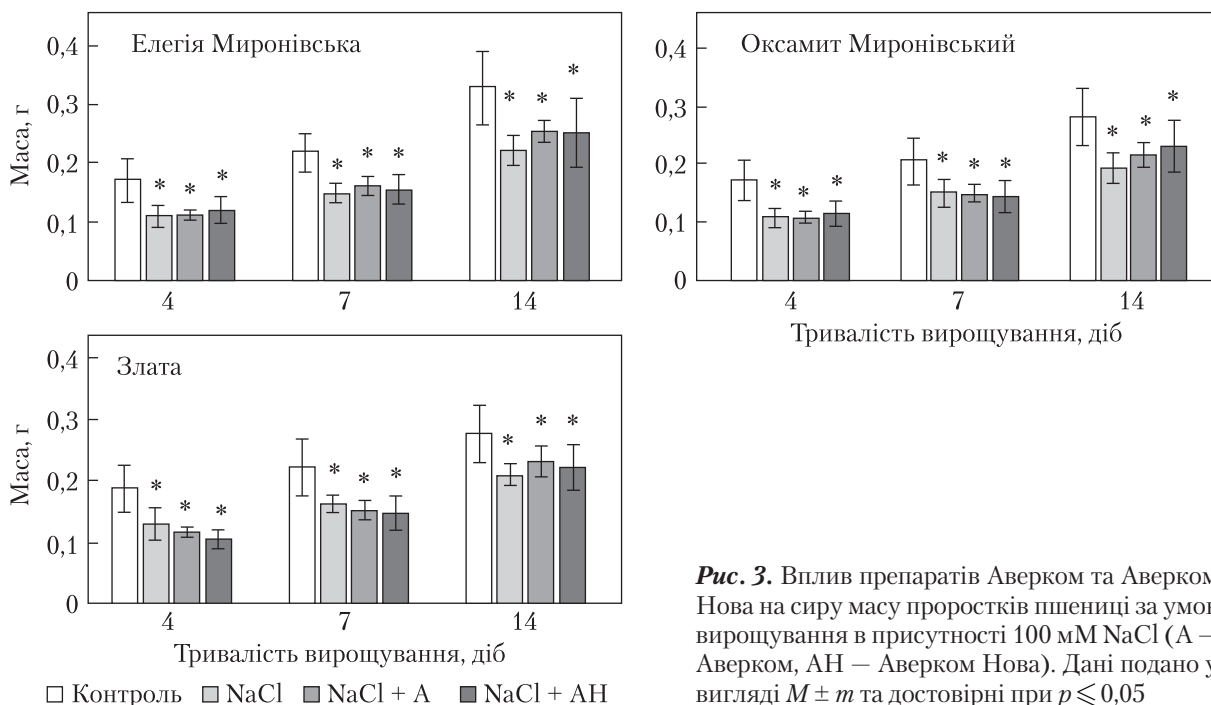


Рис. 3. Вплив препаратів Аверком та Аверком Нова на сиру масу проростків пшениці за умов вирощування в присутності 100 мМ NaCl (А – Аверком, АН – Аверком Нова). Дані подано у вигляді $M \pm m$ та достовірні при $p \leq 0,05$

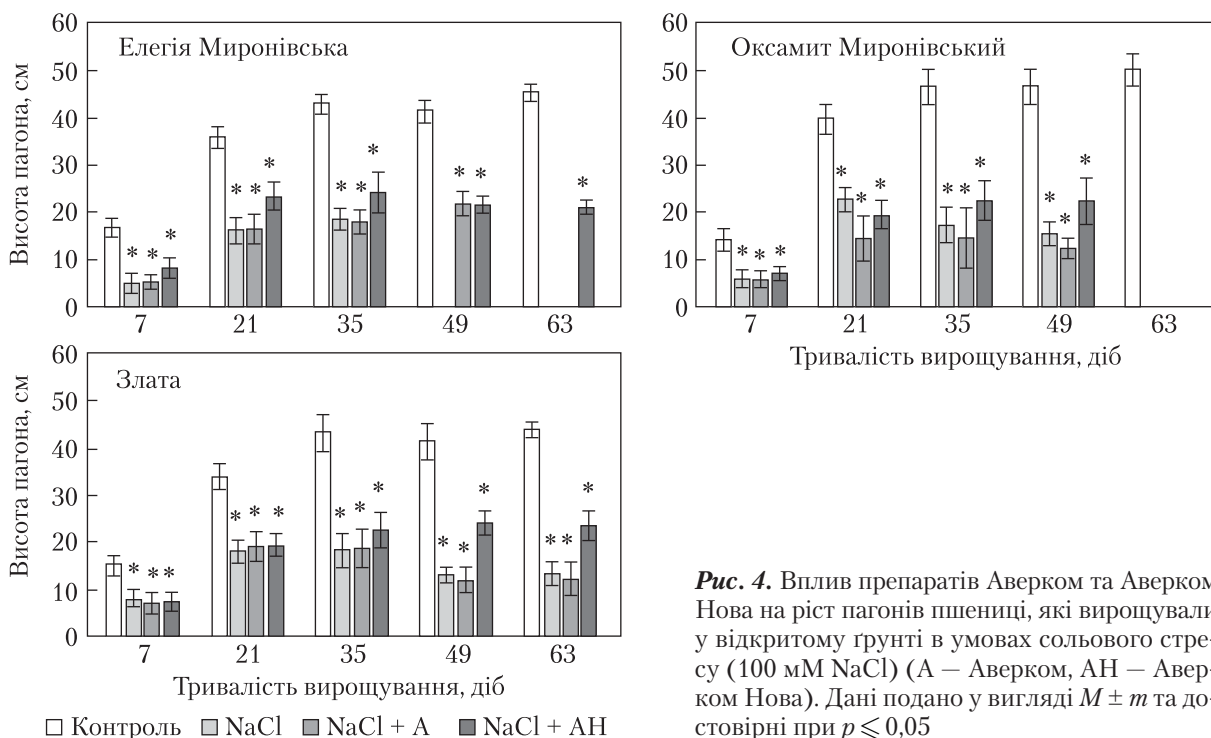


Рис. 4. Вплив препаратів Аверком та Аверком Нова на ріст пагонів пшениці, які вирощували у відкритому ґрунті в умовах сольового стресу (100 мМ NaCl) (А – Аверком, АН – Аверком Нова). Дані подано у вигляді $M \pm m$ та достовірні при $p \leq 0,05$

няно з рослинами, що вирощували в умовах сольового стресу без застосування препаратів. Достовірної різниці щодо стимуляції росту кореня між препаратами Аверком та Аверком Нова не виявлено (див. рис. 2).

Під час вивчення протекторного впливу досліджуваних авермектинвмісних препаратів на показники сирової маси рослин пшениці, вирощених у присутності 100 мМ NaCl, виявлено зниження сирової маси для сорту Елегія Миронівська. Так, на 14-ту добу вирощування маса рослин становила $0,222 \pm 0,026$ г порівняно з контрольними рослинами ($0,328 \pm 0,062$ г) (рис. 3). Обробка насіння авермектинвмісними препаратами не мала достовірного ефекту щодо зміни маси рослин порівняно з рослинами, що вирощували в умовах стресу без застосування біопрепаратів (див. рис. 3).

Дослідження довготривалого впливу сольового стресу на рослини в умовах закритого ґрунту. Порушення життєдіяльності рослин в умовах засолення обумовлено осмотичною, а також токсичною дією іонів NaCl. При цьому висока концентрація іонів солей призводить до порушення цитоплазматичних мембран, що спричиняє зниження активності пов'язаних з мембраною ферментних систем і порушення білкового обміну. Крім того, в умовах засолення відбувається порушення поглинання багатьох необхідних для життєдіяльності рослин елементів мінерального живлення. Для подолання негативного впливу засолення змінюється осмотичний потенціал клітин, завдяки чому рослини можуть створювати градієнт всисної сили і тим самим протистояти зовнішньому високому осмотичному тиску, але дегідратація тканин затримує ріст рослин [10]. Таким чином, зниження інтенсивності росту рослин є ознакою адаптації до несприятливих умов, але у разі тривалої дії стресового чинника та подальшої затримки росту існування рослин неможливе. Тому більш тривале дослідження росту і розвитку рослин в умовах засолення дає змогу зрозуміти адаптивний потенціал сорту та можливість його підвищення за допомогою авермектинвмісних препаратів.

Вирощування у відкритому ґрунті проводили протягом 63 днів для перевірки більш тривалої дії стресового фактору. Найменшу стійкість до умов засолення виявлено у сорту Елегія Миронівська – на 49-ту добу вирощування всі рослини гинули в умовах засолення, при тому, що контрольні рослини мали висоту пагона $41,5 \pm 2,39$ см (рис. 4). Рослини сорту Оксамит Миронівський в умовах сольового стресу також гинули, але на 63-тю добу вирощування (висота контрольних рослин становила $50,23 \pm 3,46$ см). Лише рослини сорту Злата виявили стійкість до умов засолення – висота пагона на 63-тю добу вирощування становила $13,42 \pm 2,63$ см, при тому, що висота рослин, що вирощували без впливу сольового стресу, становила $43,85 \pm 1,65$ см (див. рис. 4).

Обробка насіння сорту Елегія Миронівська авермектинвмісними препаратами виявляла позитивний ефект щодо росту пагона починаючи з 35-ї доби вирощування в умовах засолення (у разі використання Аверкому Нова). Подальше вирощування рослин, що були попередньо оброблені Аверкомом, призводило до їх загибелі на 63-тю добу (див. рис. 4). Тобто Аверком виявляв протекторний ефект в умовах сольового стресу, але у разі тривалого вирощування рослин в умовах засолення він виявився недостатнім. Подібна дія авермектинвмісних препаратів спостерігалася для сорту Оксамит Миронівський – відмічався протекторний вплив препарату Аверком Нова, але у разі тривалого вирощування в умовах сольового стресу рослини гинули так само, як і рослини, що не обробляли біопрепаратами (див. рис. 4). Для рослин сорту Злата протекторний вплив Аверкому Нова в умовах сольо-

вого стресу відмічали на 49-ту добу вирощування. При цьому позитивного ефекту препарату Аверком на ріст пагона в умовах засолення порівняно з рослинами, що не обробляли препаратами, не відмічено (див. рис. 4).

Висновки. Збільшення площі поверхні коренів в умовах сольового стресу підсилює проникнення в рослину токсичних іонів [11]. Зі збільшенням зеленої маси рослин в умовах сольового стресу підвищується їх стійкість до стресових умов, тоді як внаслідок збільшення довжини та кількості коренів, навпаки, знижується стійкість до засолення [12, 13]. Враховуючи це, більш вираженим протекторний вплив від попередньої обробки насіння пшениці досліджених сортів авермектинвмісними препаратами в умовах сольового стресу можна вважати від застосування Аверкому. Саме за дії Аверкому стимулюється ріст пагона і не збільшується інтенсивність росту кореня за умови відносно короткотривалої дії стресу (до 14 діб). У разі більш тривалої дії стресового чинника (дослідження у відкритому ґрунті) відмічали протекторний вплив препарату Аверком Нова (від 49-ї доби вирощування для усіх досліджуваних сортів).

Дослідження виконано за фінансової підтримки науково-дослідної роботи “Клітинно-біологічні та молекулярно-генетичні механізми регуляції соле- та посухостійкості у ячменю та пшениці” (2020–2021 рр.) (№ ДР 0120U100934) бюджетної програми КПКВК 6541230 “Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень” НАН України.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Qadir M., Quillérou E., Nangia V., Murtaza G., Singh M., Thomas R.J., Drechsel P., Noble A.D. Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Nat. Resour. Forum.* 2014. **38**. P. 282–295. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054>
2. Isayenkov S.V. Genetic sources for the development of salt tolerance in crops. *Plant Growth Regul.* 2019. **89**, № 1. P. 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10725-019-00519-w>
3. Bhanbho N., Xiao B., Han L., Lu H., Wang H., Yang C. Adaptive strategy of allohexaploid wheat to long-term salinity stress. *BMC Plant Biol.* 2020. **20**. 210. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02423-2>
4. Arzani A., Ashraf M. Cultivated ancient wheats (*Triticum* spp.): a potential source of health-beneficial food products. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2017. **16**. P. 477–488. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12262>
5. Штам *Streptomyces avermitilis* – продуцент авермектинів, речовин антипаразитарної дії: пат. 69639 Україна. МПК С12N 1/20, С12P 17/02, С12P 17/18, С12P 19/62, С12R 1/465. Опубл. 15.08.2006.
6. Фітозахисний біопрепарат “Аверком-Нова” для обробки рослин: пат. 107972 Україна. МПК (2015.01), А01N 63/02 (2006.01), А01P 3/00, А01P 5/00, С12N 1/20 (2006.01), С12R 1/465 (2006.01); заявл. 07.02.2013. Опубл. 10.03.2015.
7. Blyuss K.B., Fatehi F., Tsygankova V.A., Biliavska L.O., Iutynska G.O., Yemets A.I., Blume Ya.B. RNAi-based biocontrol of wheat nematodes using natural poly-component biostimulants. *Front. Plant Sci.* 2019. **10**. 483. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00483>
8. Lan C.-Y., Lin K.-H., Chen C.-L., Huang W.-D., Chen C.-C. Comparisons of chlorophyll fluorescence and physiological characteristics of wheat seedlings influenced by iso-osmotic stresses from polyethylene glycol and sodium chloride. *Agronomy.* 2020. **10**. 325. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030325>
9. Chavoushi M., Najafi F., Salimi A., Angaji S.A. Effect of salicylic acid and sodium nitroprusside on growth parameters, photosynthetic pigments and secondary metabolites of safflower under drought stress. *Sci. Hortic.* 2020. **259**. 108823. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108823>
10. Allakhverdiev S.I., Sakamoto A., Nishiyama Y., Inaba M., Murata N. Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp. *Plant Physiol.* 2000. **123**. P. 1047–1056. <https://doi.org/10.1104/pp.123.3.1047>

11. Munns R., James R.A., Läuchli A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp. Bot.* 2006. **57**. P. 1025–1043. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj100>
12. Dadshani S., Sharma R.C., Baum M., Ogbonnaya F.C., Léon J., Ballvora A. Multi-dimensional evaluation of response to salt stress in wheat. *PLOS ONE*. 2019. **14**, № 9. e0222659. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222659>
13. Yang C., Zhao L., Zhang H., Yang Z., Wang H., Wen S., Zhang C., Rustgi S., von Wettstein D., Liu B. Evolution of physiological responses to salt stress in hexaploid wheat. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2014. **111**, № 32. P. 11882–11887. <https://doi.org/10.1073/pnas.1412839111>

Надійшло до редакції 04.10.2021

REFERENCES

1. Qadir, M., Quillérrou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R. J., Drechsel, P. & Noble, A. D. (2014). Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Nat. Resour. Forum*, 38, pp. 282-295. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054>
2. Isayenkov, S. V. (2019). Genetic sources for the development of salt tolerance in crops. *Plant Growth Regul.*, 89, No. 1, pp. 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10725-019-00519-w>
3. Bhanbhro, N., Xiao, B., Han, L., Lu, H., Wang, H. & Yang, C. (2020). Adaptive strategy of allohexaploid wheat to long-term salinity stress. *BMC Plant Biol.*, 20, pp. 210. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02423-2>
4. Arzani, A. & Ashraf, M. (2017). Cultivated ancient wheats (*Triticum* spp.): a potential source of health-beneficial food products. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 16, pp. 477-488. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12262>
5. Pat. 69639 UA, IPC C12N 1/20, C12P 17/02, C12P 17/18, C12P 19/62, C12R 1/465. A strain streptomycetes avermitilis – producer of avermectines, substances of antiparasitic action, Iutynska, H. O., Kozyrtytska, V. Ye., Valahurova, O. V., Mukvych, M. S., Biliavska, L. O. & Petruk, T. V. Publ. 15.08.2006 (in Ukrainian).
6. Pat. 107972 UA, IPC (2015.01), A01N 63/02 (2006.01), A01P 3/00, A01P 5/00, C12N 1/20 (2006.01), C12R 1/465 (2006.01). Phytoprotective biologicals “Averkom Nova” for treating plants, Iutynska, H. O., Biliavska, L. O. & Kozyrtytska, V. Ye. Publ. 10.03.2015 (in Ukrainian).
7. Blyuss, K. B., Fatehi, F., Tsygankova, V. A., Biliavska, L. O., Iutynska, G. O., Yemets, A. I. & Blume, Ya. B. (2019). RNAi-based biocontrol of wheat nematodes using natural poly-component biostimulants. *Front. Plant Sci.*, 10, 483. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00483>
8. Lan, C.-Y., Lin, K.-H., Chen, C.-L., Huang, W.-D. & Chen, C.-C. (2020). Comparisons of chlorophyll fluorescence and physiological characteristics of wheat seedlings influenced by iso-osmotic stresses from polyethylene glycol and sodium chloride. *Agronomy*, 10, 325. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030325>
9. Chavoushi, M., Najafi, F., Salimi, A. & Angaji, S. A. (2020). Effect of salicylic acid and sodium nitroprusside on growth parameters, photosynthetic pigments and secondary metabolites of safflower under drought stress. *Sci. Hortic.*, 259, 108823. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108823>
10. Allakhverdiev, S. I., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M. & Murata, N. (2000). Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp. *Plant Physiol.*, 123, pp. 1047-1056. <https://doi.org/10.1104/pp.123.3.1047>
11. Munns, R., James, R. A. & Läuchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp. Bot.*, 57, pp. 1025-1043. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj100>
12. Dadshani, S., Sharma, R. C., Baum, M., Ogbonnaya, F. C., Léon, J. & Ballvora, A. (2019). Multi-dimensional evaluation of response to salt stress in wheat. *PLOS ONE*, 14, No. 9, e0222659. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222659>
13. Yang, C., Zhao, L., Zhang, H., Yang, Z., Wang, H., Wen, S., Zhang, C., Rustgi, S., von Wettstein, D. & Liu, B. (2014). Evolution of physiological responses to salt stress in hexaploid wheat. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 111, No. 32. P. 11882-11887. <https://doi.org/10.1073/pnas.1412839111>

Received 04.10.2021

Pushkarova N.O., <https://orcid.org/0000-0002-3266-1351>

Plohovska S.H., <https://orcid.org/0000-0001-6178-3529>

Horiunova I.I., <https://orcid.org/0000-0002-2405-0665>

Buziashvili A.Yu., <https://orcid.org/0000-0002-8283-5401>

Melnychuk O.V., <https://orcid.org/0000-0002-7658-0836>

Pastuhova N.L., <https://orcid.org/0000-0003-3489-6936>

Chugunkova T.V.

Yemets A.I., <https://orcid.org/0000-0001-6887-0705>

Blume Ya.B., <https://orcid.org/0000-0001-7078-7548>

Institute of Food Biotechnology and Genomics of the NAS of Ukraine, Kyiv

E-mail: pushkarovano@gmail.com, yemets.alla@nas.gov.ua

EFFECT OF AVERMECTIN-CONTAINING POLYFUNCTIONAL BIOSTIMULANTS ON WHEAT TOLERANCE TO SALT STRESS

Salt stress negatively affects plants growth and development especially on early stages of ontogenesis. The polyfunctional avermectin-containing biostimulants of bacterial origin, in particular Avercom and Avercom Nova, application for overcoming this stress negative effect is highly promising. The aim of this work is to study these biostimulants effect on wheat (*Elegia Myronivska*, *Oksamyt Myronivskiy* and *Zlata* varieties) tolerance to salt stress. It was shown that seeds pre-sowing treatment with Avercom had protective effect on plants growth and development under salt stress on early stages of ontogenesis (up to 14 days) when grown in the presence of 100 mM of NaCl. However, Avercom Nova was shown to be more effective in case of prolong exposure of wheat to salt stress.

Keywords: *salt tress, avermectin-containing biostimulants, Avercom, Avercom Nova, Triticum aestivum L.*