



Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

Handbook of the XXIV International Science Conference
«Ecology. Human. Society» (June 5, 2024, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.304003>

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ АЗОТОФІТ, ЛИПОСАМ ТА ОРГАНІК БАЛАНС НА ВІДНОСНУ ТУРГЕСЦЕНТНІСТЬ ТКАНИН ЛИСТКІВ *ZEА MAYS L.*

Дмитро ЯКОВЕНКО^{1,2}, Ярослава БУХОНСЬКА^{1,3}, Віра БОРОДАЙ^{2,4}
¹ТОВ "ТД БТУ-ЦЕНТР"

вул. Амосова, 1/34, Софіївська Борщагівка, Київська область, 08131, Україна

²Інститут агроекології і природокористування НААН
вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна

³Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України
вул. Академіка Кухаря, 1, м. Київ, 02094, Україна

⁴Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: veraboro@gmail.com

Анотація

Досліджено відносний вміст води (RWC) у тканинах листків рослин кукурудзи гібриду Трістан ФАО 270, вирощених за умов стресу від посухи в умовах дослідної станції Інституту сільськогосподарства Північного Сходу НААН України (Сумська область). Дослідна ділянка зазнавала водного стресу через обмежену кількість опадів під час критичних фаз росту в травні та червні.

Метою нашого дослідження було оцінити вплив мікробіологічних препаратів на основі бактерій, що стимулюють ріст рослин (PGPB), та їх метаболітів, відомих своєю здатністю пом'якшувати водний стрес, на відносний вміст води у листках рослин кукурудзи, вирощеної за умов посухового стресу.

Встановлено суттєві відмінності між контрольними варіантами з рослинами кукурудзи та обробленими біопрепаратами ТОВ "ТД БТУ-ЦЕНТР": Азотофіт®, Липосам® та комплексом STOP-Стрес (Органік-Баланс® 0,5 л/га + Азотофіт® 0,3 л/га + Липосам® 0,25 л/га). Рослини кукурудзи, оброблені Органік-Баланс® 0,5 л/га + Азотофіт® 0,3 л/га + "Липосам®" 0,25 л/га, мали найвищий відносний вміст води (97,3%) порівняно з контролем (86,7%).

Ключові слова: відносний вміст води, листки кукурудзи, біологічні препарати, посуха.

Глобальні зміни клімату в найбільшому ступені впливають на рослинництво, згідно з прогнозами експертів, посуха спричинить значні втрати сільськогосподарських рослин на більш ніж 50% орних земель світу до 2050 року [1]. Рослини кукурудзи (*Zea mays L.*) мають високий потенціал врожайності, який потребує достатнього водопостачання. Втрати врожаю кукурудзи можуть становити від 30 до 90% залежно від інтенсивності або тривалості посухового стресу та фази розвитку культури, особливо на етапах цвітіння та наливу зерна. Одними з механізмів посухостійкості рослин, опосередкованої рістстимулювальними бактеріями PGPB (Plant-Grows Promotion Bacteria), як основи біопрепаратів, є підвищення

активності АСС-дезамінази, накопичення осмолітів, утворення екзополісахаридів (ЕПС), летких сполук, зміна фітогормональної активності, активація антиоксидантного захисту, транскрипційна активність генів посухостійкості.

Efthimiadou et al. (2020) досліджували вплив біостимуляторів рослин на основі *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megatherium* та їх комбінацій на кукурудзу в середземноморських кліматичних умовах (спекотне сухе літо та прохолодна волога зима) шляхом ґрунтового та позакореневого внесення. Обробка *A. chroococcum* збільшувала швидкість фотосинтезу, вміст хлорофілу та інтенсивність транспірації. Найкращі врожаї кукурудзи були відмічені у рослин, оброблених *B. megatherium* та сумішшю *A. chroococcum* і *B. subtilis* (1:1) при зональному застосуванні [2]. Abd El-Daim et al. (2019) виявили значні метаболічні та молекулярні зміни, пов'язані зі здатністю *Bacillus velezensis* підвищувати стійкість до абіотичного стресу у пшениці [3]. Обробка рослин пшениці *Azotobacter chroococcum* та *Pseudomonas* sp. пом'якшувала стрес від посухи за рахунок анатомічних змін, таких як збільшення товщини епідермісу, мезофілу та тканин флоєми, діаметру судин ксилеми та розміру судинних пучків у кореневій системі [4].

Аналогічно, інокуляція PGPR *Pseudomonas putida* GAP-P45 покращувала біомасу рослин, відносний вміст води та водний потенціал листків за рахунок накопичення проліну в рослинах кукурудзи, що зазнали посухового стресу (Sandhya et al., 2010). Інокуляція рослин PGPR збільшує доступні концентрації проліну; значна кількість проліну зростала, коли рослини кукурудзи були інокульовані *P. fluorescens* під час посухового стресу [8].

Метою нашого дослідження було оцінити вплив мікробіологічних препаратів на основі бактерій, що стимулюють ріст рослин (PGPB), та їх метаболітів, відомих своєю здатністю пом'якшувати водний стрес, на відносний вміст води у тканинах листків кукурудзи, вирощеної за умов посухового стресу.

Дослідження були проведені протягом вегетаційного періоду 2021-2023 рр. на дослідній станції Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України (Сумська область, Сумський район, с. Сад). У польових умовах вирощували кукурудзу гібриду Трістан ФАО 270. Дослідна ділянка зазнавала водного стресу через обмежену кількість опадів під час критичних фаз росту в травні та червні. Рослини кукурудзи обробляли біопрепаратами ТОВ "ТД БТУ-ЦЕНТР". Азотофіт-р® містить живі клітини азотфіксувальних бактерій та біологічно активні метаболіти, що стимулюють ріст, підвищують стійкість до стресів та збільшують врожайність сільськогосподарських культур. Липосам® містить оліго/полісахариди мікробного походження, є ефективним прилипачем, підвищує посухостійкість рослин. Органік-Баланс® містить азотфіксувальні, фосфор- і каліймобілізувальні бактерії, що стимулюють ріст рослин, біологічно активні мікробні сполуки, має фунгіцидні властивості за рахунок у складі мікроорганізмів-антагоністів *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus polymyxa* та ін., титр $1 \times 10^8 - 1 \times 10^9$ КУО/см³.

Обробку проводили у фазі 3-5 листків (ВВСН 13-15). Варіантами досліду були: 1 - Контроль, 2 – Органік баланс 0,5 л/га, 3 – Азотофіт 0,3 л/га, 4 - Липосам 0,5 л/га, 5 – Органік-Баланс 0,5 л/га + Азотофіт 0,3 л/га Липосам 0,25 л/га (комплекс STOP-Стрес). Визначення відносного вмісту води проводили ваговим методом [5] в умовах ТОВ «Інституту прикладної біотехнології».

Здатність сільськогосподарських культур підтримувати достатній водний статус та ефективно використовувати наявні ресурси є життєво важливою для їхнього росту та виживання в умовах дефіциту води. Вміст води в органах рослин відображає їх метаболічну активність. Розподіл води між вегетативними та репродуктивними органами є вирішальним аспектом розподілу ресурсів у культурах, що безпосередньо відображає їхню модель отримання та використання води. Під час посухового стресу відносний вміст води в тканинах

листіків знижується з майже 98% у повністю тургесцентних листках до 30-40% у висушених і відмираючих листках [6].

Дефіцит води негативно впливає на ріст і розвиток рослин, викликаючи низку змін на молекулярному та клітинному рівнях, що призводить до змін у фізіології та морфології рослин. Під час посухового стресу рослини сприймають сигнали стресу через рецептори та сенсори, що запускає загальний шлях трансдукції сигналу, який призводить до виробництва вторинних месенджерів і активації каскаду фосфорилування, спрямованого на білки, залучені в регуляцію генів захисту від стресу. Регульовані стресом гени та їхні продукти відіграють ключову роль у реакціях на стрес і толерантності до посухи, регулюючи клітинні та фізіологічні зміни, такі як накопичення осмолітів, захист мембран, нейтралізація активних форм кисню (АФК) і закриття продихів шляхом їх трансляції у функціональні білки. Проте природна реакція рослин на стрес від посухи не завжди достатня для забезпечення виживання рослин в умовах стресу від посухи [6].

Для подолання цього останнім часом увагу привернуто до використання біостимуляторів як сталої стратегії.

Результати досліджень показали, що за умов відсутності дощів у травні в умовах дослідної станції Інституту сільського господарства Північного Сходу рослин кукурудзи, оброблені Органік баланс 0,5 л/га + Азотофіт 0,3 л/га + Липосам 0,25 л/га мали найвищий відносний вміст води (97,3%) порівняно з контролем (86,7%). У решти варіантів цей показник коливався від 91,2 до 95,1%. Також встановлено, що найбільш суттєві відмінності рівнів експресії генів, пов'язаних з посухою, між контрольними рослинами кукурудзи та за дії біопрепаратів спостерігалися після обробки Азотофітом окремо, Липосамом окремо та комплексом (Органік баланс 0,5 л/га + Азотофіт 0,3 л/га + Липосам 0,25 л/га): у випадку ZmNHL1 відмінності досягали 5 та 4 разів, а ZmVPP1 – у 7 разів [7].

Таким чином, застосування біопрепаратів Органік- Баланс, Азотофіт та Липосам може бути ефективним інструментом у пом'якшенні водного стресу та підвищенні посухостійкості рослин кукурудзи.

Література

1. Fahad S., Bajwa A. A., Nazir U., et al. Crop Production under Drought and Heat Stress: Plant Responses and Management Options. *Front. Plant Sci.* 2017. № 8. P. 1147. doi: 10.3389/fpls.2017.01147
2. Efthimiadou, A., Katsenios, N., Chanioti, S., Giannoglou, M., Djordjevic, N., & Katsaros, G. (2020). Effect of foliar and soil application of plant growth promoting bacteria on growth, physiology, yield and seed quality of maize under Mediterranean conditions. *Scientific reports*, 10(1), 21060. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78034-6>
3. Abd El-Daim, I.A., Bejai, S. & Meijer, J. (2019). *Bacillus velezensis* 5113 Induced and molecular reprogramming during abiotic stress tolerance in wheat. *Sci Rep.* 9, 16282 <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52567-x>
4. El-Afry M. M. (2012). “Anatomical studies on drought-stressed wheat plants (*Triticum aestivum* L.) treated with some bacterial strains”, *Acta Biologica Szegediensis*, 56(2), pp. 165–174. Available at: <https://abs.bibl.u-szeged.hu/index.php/abs/article/view/2782>
5. Великий практикум з фізіології та біохімії рослин (біохімічні методи досліджень): навчальний посібник. Видання друге, перероблене та доповнене / Ю. Г. Приседський. Вінниця : ТВОРИ, 2022. 418 с.
6. Gontia-Mishra I., Sapre S., Sharma A., & Tiwari S. Amelioration of drought tolerance in wheat by the interaction of plant growth-promoting rhizobacteria. *Plant biology (Stuttgart, Germany)*. 2016. № 18(6). P 992–1000. <https://doi.org/10.1111/plb.12505>

7. Болоховський В.В., Зелена Л.Б., Яковенко Д.О. Аналіз рівня експресії генів посухостійкості кукурудзи за дії біопрепаратів. Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 28 березня 2024 р.). Біла Церква: БНАУ, 2024. С.142-145.

8. Vurukonda S. S., Vardharajula S., Shrivastava M., & SkZ A. (2016). Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiological research*, 184, 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.12.003>

THE EFFECT OF AZOTOFIT, LIPOSAM AND ORGANIC BALANCE ON THE RELATIVE TURGENCY OF ZEA MAYS L. LEAF TISSUES.

Dmytro YAKOVENKO

LLC "TH "BTU-CENTER", Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-8787-8646>

Yaroslava BUKHONSKA

LLC "TH "BTU-CENTER", V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the NAS of Ukraine, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-1988-3811>

Vira BORODAI

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

<https://orcid.org/0009-0008-8239-7684>

DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.304003>

Keywords: *relative water content, maize leaves, biological products, drought.*

Abstract

The relative water content (RWC) in the leaf tissues of maize hybrid Tristan FAO 270 plants grown under drought stress at the experimental station of the Institute of Agriculture of the North-East of NAAS of Ukraine (Sumy region) was studied. The experimental site was under water stress due to limited precipitation during the critical growth phases in May and June.

The aim of our study was to evaluate the effect of microbiological preparations based on plant growth-promoting bacteria (PGPB) and their metabolites, known for their ability to mitigate water stress, on the relative water content in the leaves of maize plants grown under drought stress.

Significant differences were found between the control variants and those treated with biological products of LLC «TH BTU-CENTER»: “Azotofit®”, “Liposam®” and the STOP-Stress complex (“Organic-Balance®” 0.5 l/ha + “Azotofit®” 0.3 l/ha + “Liposam®” 0.25 l/ha). Maize plants treated with “Organic-Balance®” 0.5 l/ha + “Azotofit®” 0.3 l/ha + “Liposam®” 0.25 l/ha had the highest relative water content (97.3%) compared to the control (86.7%).