

БІОСТИМУЛЯТОРИ, КРЕМНІЙ ТА БІОЧАР ЯК ІНСТРУМЕНТИ АДАПТАЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ ДО ПОСУХИ

Коваленко О. А., д. с.-г. н., провідний науковий співробітник,
Миколаївська державна сільськогосподарська
дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого
сільського господарства НААН України,
м. Миколаїв

Клімат Південного Степу України впродовж останніх десятиліть зазнає стійкої аридизації: багаторічний моніторинг фіксує зростання повторюваності та тривалості посух, зміщення меж агрокліматичних зон і скорочення ресурсів продуктивної вологи [1]. Аналіз метеорологічних рядів підтверджує довготривалий тренд посилення метеорологічних посух на більшій частині території країни, причому південні області залишаються найуразливішими [2]. Вегетаційний період 2026 року на Миколаївщині виявився показовим щодо цих процесів: за гідротермічного коефіцієнта Селянінова 0,15–0,25, дефіциту опадів близько 70% від норми та максимальних температур повітря до +36 °С посіви формувалися за істотного водного дефіциту. За таких умов класичні агротехнічні прийоми вже не гарантують стабільної продуктивності, тож на перший план виходять технології, що безпосередньо підвищують стійкість рослин до стресу.

Одним із дієвих напрямів адаптації є застосування біостимуляторів. Вони активують антиоксидантну систему, регулюють водний обмін і гормональний баланс рослини, унаслідок чого пом'якшують негативний вплив абіотичних стресів і зменшують втрати врожаю за посухи [3]. Їхня дія посилюється в поєднанні з ґрунтополіпшувачами, що утримують вологу в кореневмісному шарі.

Саме таким компонентом слугує біочар. Глобальний метааналіз польових дослідів засвідчив, що внесення біочару поліпшує гідрофізичні властивості ґрунту та підвищує ефективність використання води культурами, а найбільший приріст спостерігається на легких за гранулометричним складом ґрунтах, характерних для Степу [4]. Пориста структура біочару не лише нагромаджує вологу, а й працює як носій для поживних речовин і корисної мікрофлори, посилюючи дію внесених препаратів.

Окрему роль у формуванні посухостійкості відіграють ризосферні бактерії, що стимулюють ріст рослин (PGPR). Через синтез ферменту АЦК-дезамінази вони знижують рівень «стресового» етилену, підтримують розвиток кореневої системи й поглинання води, чим послаблюють пригнічення рослин за

дефіциту вологи [5]. Кремнієві препарати доповнюють цей ефект на рівні тканин: кремній потовщує клітинні стінки, зменшує непродуктивну транспірацію та активує захисні механізми, підвищуючи водоутримувальну здатність рослини [6]. Гумінові речовини, своєю чергою, стимулюють ризогенез, поліпшують живлення й пом'якшують дію окисного стресу за несприятливих умов [7]. Чутливість самих культур до посухи також не однакова: у олійних і кормових видів рослин водний дефіцит змінює ростові процеси, урожайність і якість продукції, що обґрунтовує потребу цілеспрямованої антистресової підтримки [8].

Ці теоретичні положення перевірено у польовому досліді Миколаївської ДСГДС (завдання 05.01.00.14.П, ПНД НААН 5 «Зрошуване землеробство») за трифакторною схемою сумісного посіву мальви кормової та сорго цукрового з позакореневим підживленням антистресовими препаратами. За біометричними обліками 25 червня 2026 року у контролі висота мальви кучерявої (сорт Кучерява 2) становила 21–24 см, сорго – 57–64 см. Монопрепарати підвищували висоту мальви до 26–34 см, сорго – до 66–79 см, причому кремнієво-кальцієвий препарат Квантум АкваСил та гуміновий Гуміфренд 80 перевершували ефект самого біочару. Максимум зафіксовано за поєднання біочару з кальцієвим імуностимулятором: 38–42 см у мальви та 90–99 см у сорго, що відповідало приросту 75–80% і 45–50% до контролю. За впливом на ріст обох культур препарати вишикувалися в ряд: Біочар + Ярило Імуностимулятор Са⁺ > Біочар + Гуміфренд 80 > Квантум АкваСил > Гуміфренд 80 > Біочар > Контроль.

Одержана закономірність має чітке фізіологічне підґрунтя. Біочар поліпшує вологозабезпечення й слугує носієм активних компонентів [4]; гумінові речовини розвивають кореневу систему [7]; кремній зміцнює клітинні стінки та обмежує транспіраційні втрати [6]; кальцій стабілізує клітинні мембрани, підвищуючи стійкість до зневоднення. Поєднання цих механізмів у комбінованих обробках дає синергічний ефект, що й пояснює перевагу варіантів на основі біочару за посухи 2026 року.

Висновки. За посушливих умов Південного Степу України позакореневе застосування антистресових препаратів є ефективним прийомом підвищення стійкості польових культур до водного дефіциту. Найвищу дію забезпечують комбіновані обробки на основі біочару, які поєднують його сорбційно-носійні властивості з кремнієм, кальцієм і гуміновими речовинами. Такі рішення доцільно розглядати як складник адаптивних технологій вирощування кормових культур в умовах прогресуючої аридизації клімату.

Література

1. Дегодюк Е., Дегодюк С. Е., Борко Ю., Літвінова О., Ігнатенко Ю., Мулярчук А. Тривалий моніторинг аридизації в землеробстві до змін і за змін клімату в Україні. *Plant and Soil Science*. 2021. Т. 12, № 4. С. 102–114. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2021.04.0102>.
2. Semenova I., Vicente-Serrano S. M. Long-term variability and trends of

meteorological droughts in Ukraine. *International Journal of Climatology*. 2024. Vol. 44, No. 6. P. 1849–1866. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.8416>.

3. Ma Y., Freitas H., Dias M. C. Strategies and prospects for biostimulants to alleviate abiotic stress in plants. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. Art. 1024243. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1024243>.

4. Wu W., Han J., Gu Y., Li T., Xu X., Jiang Y., Li Y., Sun J., Pan G., Cheng K. Impact of biochar amendment on soil hydrological properties and crop water use efficiency: a global meta-analysis and structural equation model. *GCB Bioenergy*. 2022. Vol. 14, No. 6. P. 657–668. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12933>.

5. Ahmad H. M., Fiaz S., Hafeez S., Zahra S., Shah A. N., Gul B., Aziz O., Mahmood-Ur-Rahman, Fakhar A., Rafique M., Chen Y., Yang S. H., Wang X. Plant growth-promoting rhizobacteria eliminate the effect of drought stress in plants: a review. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. Art. 875774. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.875774>.

6. Mir R. A., Bhat B. A., Yousuf H., Islam S. T., Raza A., Rizvi M. A., Charagh S., Albaqami M., Sofi P. A., Zargar S. M. Multidimensional role of silicon to activate resilient plant growth and to mitigate abiotic stress. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. Art. 819658. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.819658>.

7. Moura O. V. T. de, Berbara R. L. L., Torchia D. F. de O., Silva H. F. O. da, Castro T. A. van T. de, Tavares O. C. H., Rodrigues N. F., Zonta E., Santos L. A., García A. C. Humic foliar application as sustainable technology for improving the growth, yield, and abiotic stress protection of agricultural crops. A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2023. Vol. 22, No. 8. P. 493–513. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.05.001>.

8. Borzoo S., Mohsenzadeh S., Moradshahi A., Kahrizi D., Zamani H., Zarei M. Characterization of physiological responses and fatty acid compositions of *Camelina sativa* genotypes under water deficit stress and symbiosis with *Micrococcus yunnanensis*. *Symbiosis*. 2021. Vol. 83, No. 1. P. 79–90. DOI: 10.1007/s13199-020-00733-5.

СВІТЛОДІОДНЕ ОПРОМІНЕННЯ ЯК ЧИННИК РЕГУЛЯЦІЇ АРХІТЕКТОНІКИ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ПЕРЦЮ В ГІДРОПОНІЦІ

Ковальов М. М., к. с.-г. н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький, Україна

У світлокультурі овочевих рослин режим світлодіодного опромінення зазвичай описують трьома параметрами – щільністю потоку фотонів фотосинтетично активної радіації (PPFD), спектральним складом і фотоперіодом [1]. Четвертий параметр – просторова орієнтація потоку відносно рослини – у технологічних регламентах практично не враховується, хоча саме він визначає глибину проникнення фотонів у крону та рівномірність їх розподілу між ярусами