

УДК 633.174:581.1

*Світлана СТОЛЯР, к. с.-г. н., доцент,  
завідувач кафедри технологій у рослинництві*  
Поліський національний університет,  
Старий Бульвар, 7, м. Житомир, 10001  
e-mail: svitlana-stoliar@ukr.net

## **МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ СОРГО ЗВИЧАЙНОГО ДВОКОЛЬОРОВОГО ДО СТРЕСОВИХ УМОВ СЕРЕДОВИЩА**

Сучасне землеробство функціонує в умовах постійного зростання антропогенного навантаження на агроєкосистеми та посилення проявів глобальних кліматичних змін. Одним із найбільш вагомих викликів для продуктивності сільськогосподарських культур є

абіотичні стресові чинники – посуха, високі температури, засолення ґрунтів, дефіцит елементів живлення, а також біотичні стреси, зумовлені фітопатогенами та шкідниками. У цьому контексті особливого значення набувають культури, здатні формувати високий урожай у несприятливих умовах завдяки розвинутим фізіолого-біохімічним і молекулярно-генетичним механізмам адаптації [1, 2].

Сорго звичайне двокольорове (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) є однією з найдавніших злакових культур, яка сьогодні належить до п'ятірки найбільш вирощуваних у світі. Його господарська цінність зумовлена універсальністю використання (зернове, кормове, технічне), високою поживною цінністю та значним біоенергетичним потенціалом. Водночас культура характеризується винятковою толерантністю до екстремальних кліматичних умов, що зумовлює інтерес до дослідження її адаптивних властивостей як на фенотиповому, так і на молекулярному рівні [3].

У світлі вищезазначеного вивчення механізмів адаптації сорго звичайного двокольорового набуває подвійного значення: по-перше, для оптимізації системи його вирощування в умовах змінного клімату, а по-друге, для використання в програмах селекції злакових культур із підвищеною стресостійкістю.

Вивчення механізмів адаптації та стійкості сорго звичайного двокольорового було розпочато у 2018 році в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету. Протягом 2019–2025 рр. дослідження продовжено в умовах виробництва на базі сільськогосподарських підприємств різних форм власності Житомирської області: ПП «Чайківка», ФГ «Агропрофiт», ТОВ «Бел-Агро 3», СТОВ «Урожай». Така багаторічна і багатофакторна

експериментальна база дозволила здійснити комплексне вивчення адаптивних реакцій сорго в різних екологічних нішах та господарських системах.

Відзначимо, що репродуктивні стадії розвитку сорго чутливіші до абіотичних стресів навколишнього середовища порівняно з фазами вегетації. У сорго найбільш вразливими до водного дефіциту є фази формування волоті, цвітіння та наливу зерна. Аналогічно, як і для більшості зернових культур, саме репродуктивна стадія визначає критичний рівень урожайності, оскільки стрес у цей період призводить до істотно більших втрат зерна, ніж вплив на етапах вегетації. Дослідження вказують, що проміжки між 10 та 5 днями до цвітіння (стадія мікро- та мега-спорогенезу), а також від 5 днів до і після цвітіння є найбільш критичними періодами щодо впливу посухи. Саме в цей час відзначається максимальне зниження фертильності суцвіть і погане зав'язування насіння, що безпосередньо зумовлює втрати врожайності.

Механізми стійкості *Sorghum bicolor* до абіотичних стресів є багаторівневими й охоплюють морфологічні, фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні адаптації. На морфологічному рівні ключову роль відіграє потужна й глибоко проникаюча коренева система, яка забезпечує рослині доступ до вологи з нижніх горизонтів ґрунту, а також наявність воскового нальоту на листовій поверхні, що знижує транспіраційні втрати. Важливим компонентом є регуляція провідності продихів: за умов посухи сорго швидко зменшує продихову щільність, мінімізуючи втрати води, проте зберігаючи фотосинтетичну активність на базовому рівні.

Фізіолого-біохімічні механізми включають акумуляцію

низькомолекулярних осмопротекторів (проліну, гліцину-бетаїну, цукрів), які підтримують осмотичний баланс клітин і захищають білкові структури від денатурації. Антиоксидантна система (супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза, глутатіонредуктаза) нейтралізує надмірну кількість активних форм кисню (АФК), що утворюються під дією стресу, запобігаючи оксидативному пошкодженню мембран та органел. Важливим аспектом є також фітогормональна регуляція: підвищення рівня абсцизової кислоти (АБК) забезпечує контроль водного режиму та активацію генів стресової відповіді, тоді як цитокініни та ауксини сприяють підтриманню ростових процесів навіть у несприятливих умовах.

Молекулярно-генетичний рівень адаптації включає індукцію стрес-асоційованих білків, таких як білки теплового шоку (HSPs), дегідрини, аквапорини, що стабілізують клітинні структури, регулюють транспорт води та зберігають функціональну активність ферментативних комплексів. Значну роль відіграють транскрипційні фактори (DREB, NAC, bZIP, WRKY), які координують регуляторні каскади експресії генів, пов'язаних із реакцією на посуху, жаростійкість та інші стреси. Епігенетичні механізми (метилування ДНК, модифікації гістонів, дія малих некодуючих РНК) забезпечують швидку та оборотну перебудову геномної відповіді відповідно до змін середовища.

Таким чином, поєднання багаторівневих механізмів адаптації дозволяє сорго мінімізувати негативний вплив критичних фазових стресів, зокрема у періоди цвітіння та формування зерна, що пояснює його високу продуктивність і стабільність у зонах ризикованого землеробства. Подальше дослідження динаміки реалізації цих

механізмів на різних етапах онтогенезу має ключове значення для селекційних програм і оптимізації агротехнологій за глобальних змін клімату.

### **Список використаних джерел:**

1. Drought and High Temperature Stress in Sorghum: Physiological, Genetic, and Molecular Insights and Breeding Approaches / Prasad V. B. R. et al. *International journal of molecular sciences*. 2021. Vol. 22(18). A. 9826. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms22189826>

2. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress / Abreha K. B. et al. *Planta*. 2021. Vol. 255(1). A. 20.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00425-021-03799-7>

3. Столяр С. Г., Трембіцька О. І. Обґрунтування розширення асортименту вирощування нішевих культур у Поліссі України для здорового харчування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. № 1 (46). Р. 108–113. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.15>