УДК 633.174:581.1.044.3
DOI https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-1-25

Столяр С. Г.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *svitlana-stoliar@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-5925-2008*

Трембіцька О. І.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *ksyusha.trembitskaya@gmail.com*
ORCID: *0000-0003-1152-0215*

Кропивницький Р. Б.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *kropiwnizkij@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-7833-3396*

Руденко Ю. Ф.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *rudenkoyu2015@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-6818-8853*

АДАПТИВНІ МЕХАНІЗМИ *SORGHUM BICOLOR* L. В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Анотація

За результатами проведених досліджень встановлено, що сучасні кліматичні зміни, які проявляються у стійкому підвищенні середньорічної температури повітря та зростанні частоти гідротермічних аномалій, зумовлюють істотну трансформацію агрокліматичних умов Полісся України та формують нові виклики для стабільного функціонування традиційних агроценозів. Аналіз багаторічних метеорологічних даних Житомирської області підтвердив тенденцію до регіонального потепління та підвищення ризику водного стресу в період вегетації сільськогосподарських культур. Доведено, що Sorghum bicolor L. характеризується високим адаптивним потенціалом до змінених гідротермічних умов завдяки комплексу взаємопов'язаних фізіологічних і морфологічних механізмів. Реалізація С4-фотосинтетичного шляху, ефективна регуляція продихової провідності, висока водоутримувальна здатність асиміляційних тканин і добре розвинена коренева система забезпечують оптимізацію водного балансу, збереження фотосинтетичної активності та стабільність продуктивного процесу за умов підвищеного температурного навантаження й обмеженого вологозабезпечення.

Порівняльний аналіз фізіологічних параметрів сорго, кукурудзи та пшениці озимої засвідчив істотні переваги Sorghum bicolor щодо ефективності використання води, термостійкості та збереження продуктивності в умовах посухи. Вищі показники коефіцієнта використання води, глибини проникнення кореневої системи та температурного порогу фотосинтетичної активності зумовлюють менші втрати врожаю сорго порівняно з традиційними зерновими культурами за екстремальних погодних умов. Отримані результати свідчать, що за сучасних кліматичних трансформацій сорго перестає бути культурою виключно аридних регіонів і може розглядатися як перспективний компонент агроценозів Полісся України. Його впровадження сприятиме підвищенню адаптивної стійкості агроекосистем, диверсифікації структури посівних площ та зниженню ризиків втрати врожаю, пов'язаних із кліматично зумовленими посухами.

Ключові слова: *сорго звичайне двокольорове, кліматичні зміни, посухостійкість рослин, адаптивний потенціал, гідротермічний стрес, Полісся.*

© Столяр С. Г., Трембіцька О. І., Кропивницький Р. Б., Руденко Ю. Ф., 2026

pISSN 2706-9052, eISSN 2706-851X

Вступ. В умовах глобальних змін клімату, що супроводжуються зростанням середньорічних температур і частоти посушливих періодів, питання вирощування посухостійких культур набуває особливого значення. За даними Міжурядової групи експертів з питань змін клімату (IPCC), середньорічна температура в регіоні Східної Європи зросла на 1,2–1,5 °C за останні 50 років, а частота екстремальних погодних явищ, включно з тривалими періодами посухи, продовжує зростати [9]. Це безпосередньо впливає на продуктивність традиційних зернових культур, як-от пшениця і кукурудза, які демонструють значне зниження врожайності в умовах гідротермічного стресу [1; 3; 5].

З огляду на вищезазначене особливий науковий і практичний інтерес викликає сорго звичайне двокольорове (*Sorghum bicolor* L.), яке володіє унікальними фізіологічними особливостями й адаптоване до посушливих умов [3; 6]. Сорго демонструє високу посухостійкість завдяки глибокій кореневій системі, ефективному механізму регулювання продихів, накопиченню осмопротекторів та особливостям фотосинтезу [2; 6]. Отже, актуальним є вивчення можливостей упровадження сорго у менш традиційні для нього агрокліматичні зони, зокрема на Поліссі України [8; 10].

Полісся України традиційно вважалося регіоном із достатнім рівнем зволоження, однак сучасні тенденції кліматичних змін призводять до зростання ризиків літніх посух, що негативно впливає на врожайність традиційних культур. У цьому контексті сорго має значний потенціал як стабільна зернова культура, здатна забезпечувати високу продуктивність навіть за умов водного дефіциту. Крім того, його вирощування сприяє підвищенню адаптивного потенціалу сільськогосподарських систем та агроекологічної стійкості регіону [4; 7].

Незважаючи на значний науковий інтерес до адаптаційних механізмів сорго в умовах посухи, ця культура залишається недооціненою в Україні, а її вирощування обмежене. Важливим завданням сучасної аграрної науки є розширення знань про фізіологічні особливості сорго в умовах водного стресу, визначення оптимальних агротехнологій його вирощування й адаптація до специфічних умов Полісся України. Дослідження в цьому напрямі сприятимуть розширенню зернового сектора країни, забезпеченню продовольчої безпеки та формуванню стійких агрофітоценозів в умовах кліматичних змін.

Мета дослідження – науково обґрунтувати перспективи використання *Sorghum bicolor* L. в агроценозах Полісся України за умов кліматичних змін шляхом комплексної оцінки його адаптивного потенціалу та механізмів фізіолого-морфологічної стійкості до водного й температурного стресу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження виконувалися з метою наукового обґрунтування фізіологічних механізмів адаптації *Sorghum bicolor* в умовах кліматичних змін зони Полісся України.

Експериментальні дослідження розпочато у 2018 році в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету. У межах досліду вивчали особливості росту й розвитку, формування продуктивності, адаптивні властивості та конкурентоздатність рослин сучасних сортів і гібридів сорго звичайного двокольорового за різних систем виробництва, зокрема органічної та традиційної.

Упродовж 2019–2025 рр. дослідження було розширено та продовжено в умовах сільськогосподарських підприємств Житомирської області, а саме ПП «Чайківка», ФГ «Агропрофіт», ТОВ «Бел-Агро 3» та СТОВ «Урожай». Це дало змогу оцінити адаптивні та фізіологічні особливості сорго в умовах зони Полісся.

Об’єктом досліджень були сорти сорго: Лан 59, Смотрич, Сонцедар, Ярона, а також гібридні форми: 419×124, 319×120, 341×120, Албанус, Анггі, Арскі, Брігга, Бургго, Зуні, Кейто, Оггана, Понкі, Прайм, Спринт W 341/22, Таргга, Юкі, Ютамі, Янкі різних груп стиглості, які включені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Дослід закладали із чотириразовою повторністю, варіанти розміщували послідовно. Варіантами досліду слугували генотипи (сорти та гібриди). Площа облікової ділянки становила 20 м², загальна площа ділянки – 25 м² з урахуванням захисних смуг. Ширина міжрядь – 45 см (для забезпечення належної аерації та освітленості посівів). Норма висіву встановлювалася з розрахунку отримання 200 тис. рослин/га перед збиранням (із корекцією за лабораторною схожістю насіння).

Агротехнічні заходи здійснювали відповідно до зональних рекомендацій для Полісся з урахуванням біологічних особливостей сорго. Передпосівний обробіток ґрунту, строки сівби, система удобрення та заходи контролю бур’янів виконували на вирівняному фоні для всіх варіантів. Насіння гібридів було оброблено компанією виробником фунгіцидом Максим XL, інсектицидом Круізер 600FS та антидотом Концеп III. Упродовж вегетації забезпечували однакові умови догляду за посівами в усіх повтореннях, що мінімізувало вплив технологічних чинників на фенологічні показники.

Збір, систематизацію та первинну статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel.

Сучасні кліматичні зміни характеризуються стійким підвищенням температурного режиму та зростанням частоти екстремальних гідротермічних явищ, що істотно трансформує умови функціонування агроекосистем у різних природно-кліматичних зонах.

У зв’язку із цим у межах досліджень здійснено аналіз багаторічних метеорологічних даних Житомирської області за період близько 75 років із метою оцінки кліматичних передумов адаптації сільськогосподарських культур, зокрема *Sorghum bicolor*, до умов Полісся України.

За результатами узагальнення метеоданих встановлено, що середньорічна температура повітря в Житомирській області має чітко виражений висхідний тренд (рис. 1). Якщо в середині XX століття температурний режим характеризувався відносною стабільністю та помірністю, то з кінця XX – початку XXI століття спостерігається прискорене зростання середньорічних температур із частішим перевищенням багаторічної норми. Особливо помітним є підвищення температур у вегетаційний період, що безпосередньо впливає на водний баланс ґрунту, інтенсивність транспірації та формування врожаю сільськогосподарських культур.

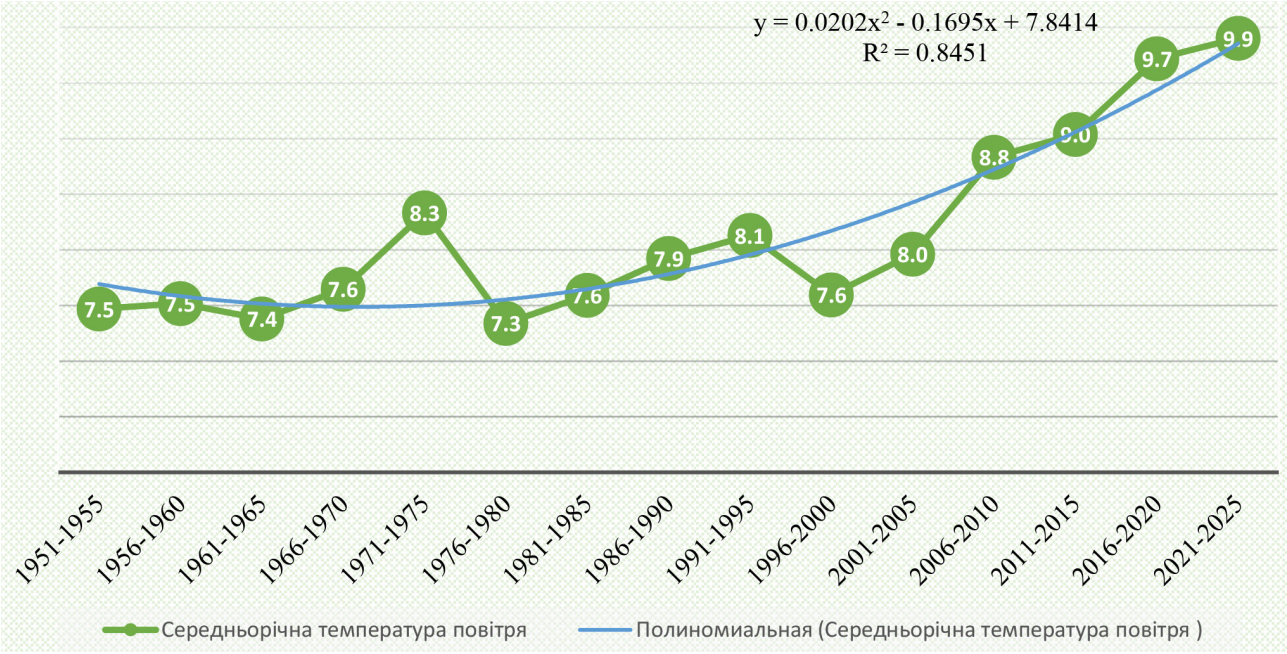

Рис. 1. Динаміка середньорічної температури повітря в Житомирській області

Зростаючий характер лінії тренду відображає поступову трансформацію термічного режиму регіону в бік потепління, що зумовлює зміну гідротермічних умов вегетаційного періоду та формує нові виклики для традиційних фітоценозів Полісся України. Високе значення коефіцієнта детермінації (R^2 = 0,8451) вказує на тісний зв'язок між часовим фактором і змінами температурного режиму, що дає змогу розглядати виявлену тенденцію як закономірний кліматичний процес, а не випадкові флуктуації погодних умов.

Паралельно зі зростанням температурного режиму відбувається зміна характеру атмосферних опадів. За умов збереження близьких до середньобагаторічних сум опадів спостерігається їх нерівномірний розподіл упродовж року, що зумовлює чергування періодів надмірного зволоження з тривалими бездощовими інтервалами в критичні фази росту та розвитку рослин. Такі умови формують явище так званої прихованої посухи, яке дедалі частіше проявляється навіть у традиційно достатньо вологозабезпеченій зоні Полісся.

Виявлені довгострокові кліматичні тенденції зумовили необхідність детальнішого аналізу температурного режиму безпосередньо в період проведення польових досліджень, оскільки саме він визначає рівень термічного та водного стресу рослин у конкретних агроекологічних умовах (рис. 2).

Аналіз динаміки середньорічної температури повітря в Житомирській області впродовж 2018–2025 рр. свідчить про систематичне перевищення багаторічної кліматичної норми (8,5 °C), що підтверджує посилення процесів регіонального потепління навіть у традиційно вологій зоні Полісся. У більшості років досліджуваного періоду середньорічна температура перевищувала кліматичну норму на 0,7–2,6 °C, з максимальними значеннями у 2024 році (11,1 °C), що свідчить про формування стійкого термічного фону, нетипового для регіону. Навіть у 2021 році, який характеризувався відносним зниженням температури (8,3 °C), температурні показники залишалися близькими до багаторічної норми, що вказує на відсутність повернення до традиційного кліматичного режиму. Отримані дані підтверджують зростання частоти теплих і аномально теплих років у період вегетації сільськогосподарських культур, що об'єктивно підвищує роль посухостійких і термотолерантних видів, зокрема *Sorghum bicolor*, у формуванні стабільних фітоценозів Полісся України.

Отримані кліматичні дані свідчать, що Полісся України поступово втрачає характерні риси регіону зі стабільним гідротермічним режимом і набуває ознак території з підвищеним ризиком температурного та водного стресу для рослин. Це істотно знижує адаптивний потенціал традиційних зернових культур, насамперед пшениці озимої та кукурудзи, які чутливі до дефіциту вологи в поєднанні з високими температурами повітря.

У зазначених умовах особливої актуальності набуває сорго звичайне двокольорове, яке традиційно розглядається як посухостійка культура аридних і напіваридних регіонів, проте за сучасних кліматичних трансформацій демонструє високий адаптивний потенціал і для умов Полісся України.

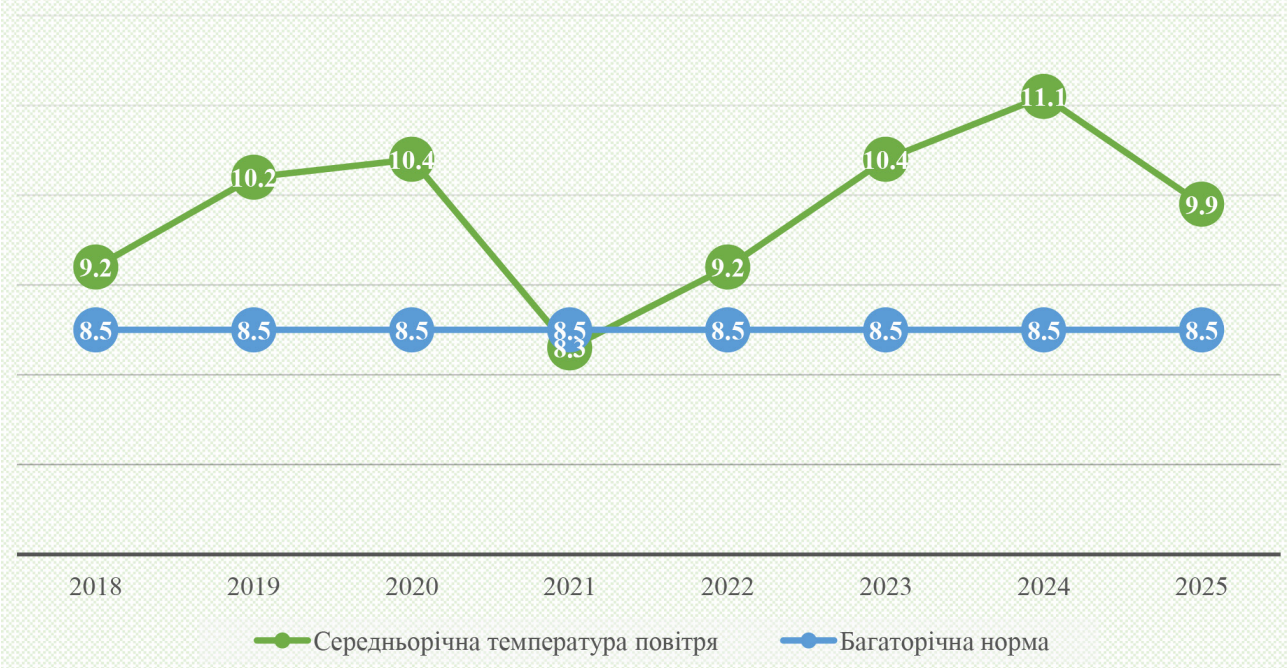

Рис. 2. Варіабельність середньорічної температури повітря в Житомирській області в період експериментальних досліджень

Фізіологічні особливості *Sorghum bicolor*, зокрема реалізація С4-фотосинтетичного шляху, регуляція продихової провідності та висока водоутримувальна здатність асиміляційних тканин, формують інтегрований механізм адаптації рослин до умов гідротермічного стресу, що забезпечує стабільність фотосинтетичних процесів і формування врожаю за дефіциту вологи. У поєднанні з добре розвиненою кореневою системою ці особливості зумовлюють ефективне використання ґрунтової вологи та підтримання продукційного процесу навіть за підвищеного температурного навантаження, що обґрунтовує доцільність вирощування культури в трансформованих агрокліматичних умовах Полісся України (рис. 3).

Високий рівень адаптації сорго до умов водного дефіциту зумовлений комплексом фізіологічних і морфологічних характеристик, які забезпечують його високу продуктивність порівняно з іншими зерновими культурами.

У табл. 1 наведено порівняльний аналіз основних фізіологічних параметрів культур, що дає можливість обґрунтувати перспективність вирощування *Sorghum bicolor* у Поліссі як культури, що стійка до нестабільного зволоження та збільшення періодів посухи.

Відзначимо, що наведені в табл. 1 дані дають можливість комплексно оцінити адаптивний потенціал сорго до умов змін клімату порівняно з іншими зерновими культурами. Аналіз фізіологічних параметрів вказує на значні переваги щодо ефективності використання водних ресурсів, термостійкості та збереження продуктивності за екстремальних умов довкілля.

Глибина проникнення кореневої системи є одним із ключових морфофізіологічних чинників формування посухостійкості рослин, оскільки визначає їх здатність залучати вологу з глибоких ґрунтових горизонтів у періоди дефіциту атмосферних опадів. У цьому контексті *Sorghum bicolor* характеризується істотно більшою глибиною залягання кореневої системи (2,5–3,0 м) порівняно з кукурудзою (1,5–2,0 м) і пшеницею озимою (1,2–1,8 м), що забезпечує стабільніше водопостачання рослин і знижує залежність продукційного процесу від короткочасних і тривалих посушливих періодів.

Важливою складовою адаптивного потенціалу є оптимізація водообміну на рівні рослинного організму, що проявляється у зниженні інтенсивності транспірації. Показники втрат води через транспірацію у сорго (250–350 г води на 1 г сухої речовини) суттєво нижчі, ніж у кукурудзи (400–500 г) та пшениці (500–600 г), що свідчить про більш ефективні механізми регуляції продихової провідності й активну участь осморегуляторних сполук у підтриманні водного статусу клітин.

Висока ефективність використання водних ресурсів є інтегральною характеристикою посухостійкості культури. Коефіцієнт використання води (WUE) у сорго становить 0,50–0,70 кг зерна на 1 мм використаної води, що істотно перевищує відповідні показники кукурудзи (0,25–0,40 кг/мм) і пшениці (0,30–0,45 кг/мм). Це вказує на здатність *Sorghum bicolor* трансформувати обмежені водні ресурси в біомасу та врожай із вищою продуктивною віддачею, ніж у традиційних зернових культур.

Термостійкість фотосинтетичного апарату є ще одним визначальним чинником адаптації до умов кліматично зумовленої посушливості. Критичний температурний поріг збереження фотосинтетичної активності у сорго (42–45 °С) значно перевищує аналогічні показники кукурудзи (35–38 °С) та пшениці (30–35 °С), що

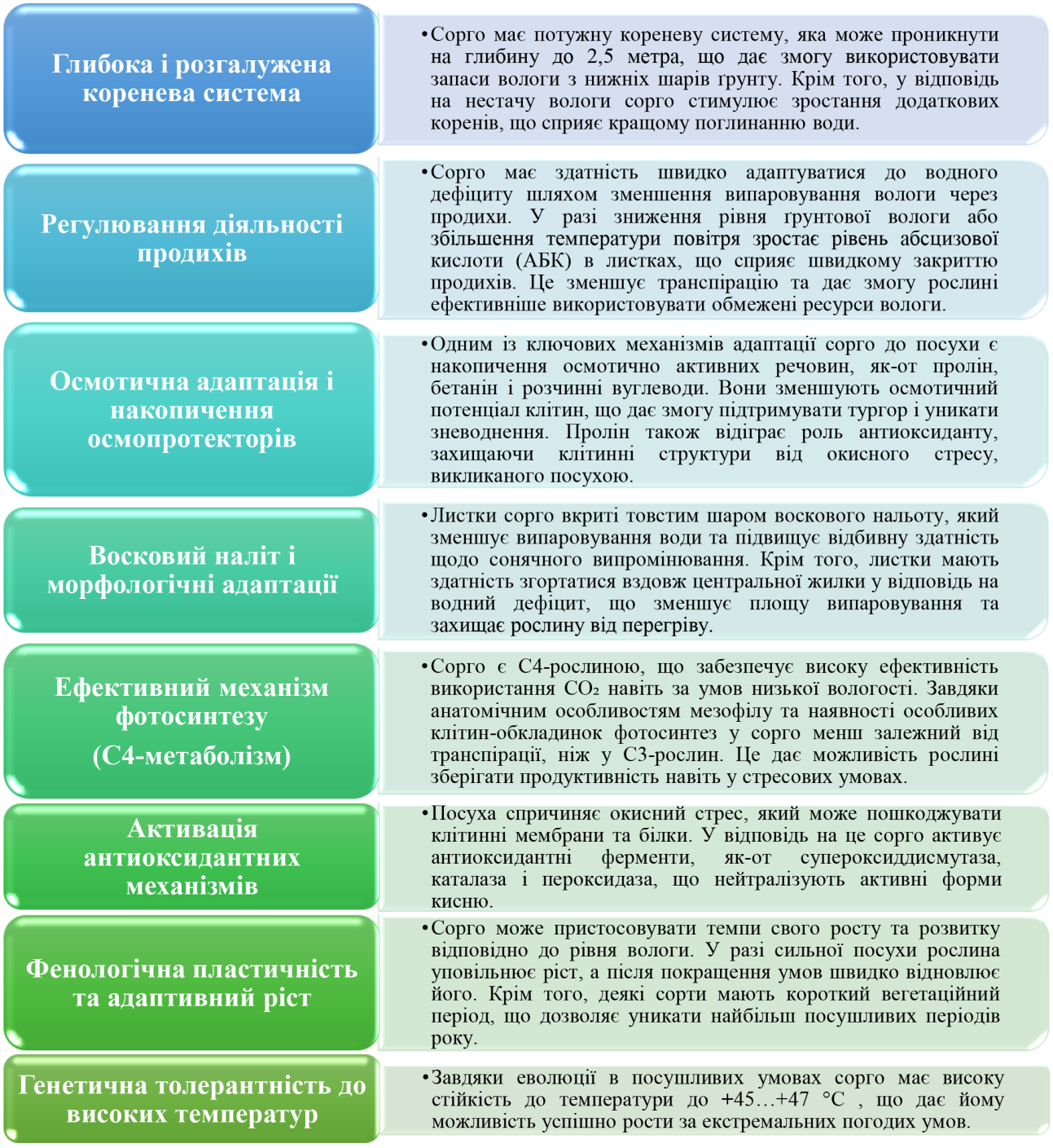

Рис. 3. Фізіологічні механізми посухостійкості *Sorghum bicolor* L.

зумовлено функціонуванням С4-фотосинтетичного шляху, більш ефективного за високих температур і низької вологості повітря. У підсумку за умов теплового стресу сорго демонструє істотно вищу стабільність продукційного процесу.

Сукупна дія зазначених морфофізіологічних механізмів визначає нижчі втрати врожайності *Sorghum bicolor* у періоди інтенсивної посухи, які становлять 20–40 %, тоді як у кукурудзи вони досягають 50–70 %, а у пшениці – 40–60 %. Така різниця свідчить про вищу толерантність сорго до водного стресу та його більшу екологічну стабільність за екстремальних гідротермічних умов.

Адаптивні переваги сорго проявляються також у здатності формувати продуктивні посіви за значно нижчої кількості опадів (300–500 мм за вегетаційний період) порівняно з кукурудзою (500–800 мм) та пшеницею (400–700 мм). Це є наслідком поєднання глибокої кореневої системи, ефективного контролю транспіраційних втрат і зменшеного випаровування через продихи.

Критичним показником агрономічної стабільності культури є збереження продуктивності за екстремально високих температур. За умов перевищення температури повітря +35 °С сорго зберігає 70–90 % потенційної врожайності, тоді як кукурудза – лише 30–50 %, а пшениця – 40–60 %. Це підтверджує високу адаптивну пластичність

Таблиця 1. Основні фізіологічні параметри культур в умовах змін клімату

Параметри	Сорго	Кукурудза	Пшениця озима
Глибина кореневої системи, м	2,5–3,0	1,5–2,0	1,2–1,8
Втрата води через транспірацію, г води/г сухої речовини	250–350	400–500	500–600
Коефіцієнт використання води (WUE), кг зерна/мм води	0,50–0,70	0,25–0,40	0,30–0,45
Температурний поріг для фотосинтезу, °C	42–45	35–38	30–35
Зниження врожайності через сильну посуху, %	20–40	50–70	40–60
Оптимальна кількість опадів для вегетації, мм	300–500	500–800	400–700
Збереження продуктивності за температури понад +35 °C, %	70–90	30–50	40–60

Sorghum bicolor та обґрунтовує його перспективність як культури стратегічного значення в умовах подальшого розвитку кліматичних змін.

Висновки. Отже, результати досліджень підтверджують, що трансформація термічного режиму та зростання кліматичної нестабільності змінюють екологічну нішу сільськогосподарських культур у зоні Полісся України, зумовлюючи потребу в перегляді традиційних підходів до формування агроценозів. Установлено, що сучасні гідротермічні умови регіону вже не відповідають повною мірою біологічним вимогам низки традиційних зернових культур, що актуалізує пошук альтернативних, більш адаптивних видів.

Дослідження адаптивних механізмів *Sorghum bicolor* засвідчило, що поєднання фізіологічних і морфологічних ознак культури забезпечує її ефективне функціонування за умов водного дефіциту та підвищеного температурного навантаження. Виявлені особливості водного обміну, фотосинтетичної активності та кореневого живлення формують високу екологічну пластичність і визначають його конкурентні переваги в агроекосистемах Полісся.

Результати досліджень науково обґрунтовують доцільність розширення посівів *Sorghum bicolor* у зоні Полісся України як елементу адаптивного землеробства до кліматичних змін і формування стійких, продуктивних агроценозів у довгостроковій перспективі.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з поглибленим вивченням сортових особливостей *Sorghum bicolor* L. в умовах Полісся України, зокрема оцінкою їх продуктивності за кліматичних змін, дослідженням біохімічних маркерів стресостійкості та оптимізацією елементів технології вирощування культури.

Список використаних джерел

1. 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). P. 108–113. DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.15

2. Столяр С. Г., Трембіцька О. І. Перспективні нішеві культури для органічного землеробства в Поліссі України з урахуванням змін клімату. *Органічне агровиробництво: освіта і наука* : збірник матеріалів IX Міжнародної науково-практичної конференції, 26 листопада 2024 р. Київ : Науково-методичний центр ВФПО. 2024, С. 58–62.

3. Abreha K. B., Enyew M., Carlsson A. S. et al. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress. *Planta*. 2022. Vol. 255. A. 20. https://doi.org/10.1007/s00425-021-03799-7

4. Borrell A. K., Mullet J. E., George-Jaeggli B., van Oosterom E. J., Hammer G. L., Klein P. E., Jordan D. R. Drought adaptation of stay-green sorghum is associated with canopy development, leaf anatomy, root growth, and water uptake. *Journal of Experimental Botany*. 2014. Vol. 65 (21). P. 6251–6263. DOI: 10.1093/jxb/eru232

5. Demissie H. S., Mindaye T. T., Teklu D. N., Kebede F. G. Root system architecture analysis of sorghum genotypes and its effect on drought adaptation. *Rhizosphere*. 2023. Vol. 27. A. 100772. https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100772

6. Fontanet-Manzaneque J. B. et al. Sorghum as a monocot model for drought research. *Frontiers in Plant Science*. 2025. Vol. 16. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1665967

7. Mwamahonje A., Eleblu J. S. Y., Ofori K., Feyissa T., Deshpande S., Tongoona P. Evaluation of Traits' Performance Contributing to Drought Tolerance in Sorghum. *Agronomy (MDPI)*. 2021. Vol. 11 (9). A. 1698. https://doi.org/10.3390/agronomy11091698

8. Prasad V. B. R., Govindaraj M., Djanaguiraman M., Djalovic I., Shailani A., Rawat N., Singla-Pareek S. L., Pareek A., Prasad P. V. V. Drought and High Temperature Stress in Sorghum: Physiological, Genetic, and Molecular Insights and Breeding Approaches. *International journal of molecular sciences*. 2021. Vol. 22 (18). A. 9826. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms22189826

9. Tarariko O. H., Cruse R. M., Ilienko T. V., Kuchma T. L., Kozlova A. O., Andereiev A. A., Yatsiuk M. V., Velychko V. A. Impact of climate changes on agroresources of Ukrainian Polissia based on geospatial data. *Agricultural Science and Practice*. 2024. Vol. 11 (2). P. 3–29. https://doi.org/10.15407/agrisp11.02.003

10. Vadez V., Krishnamurthy L., Hash C. T., Upadhyaya H. D., Borrell A. K. Yield, transpiration efficiency, and water-use variations and their interrelationships in the sorghum reference collection. *Crop & Pasture Science*. 2011. Vol. 62 (8). P. 645–655. https://doi.org/10.1071/CP11007

Stoliar S. H.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Technology in Plant Production,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *svitlana-stoliar@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-5925-2008*

Trembitska O. I.
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Soil Science and Agriculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *ksyusha.trembitskaya@gmail.com*
ORCID: *0000-0003-1152-0215*

Kropyvnytskyi R. B.
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Soil Science and Agriculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *kropiwnizkij@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-7833-3396*

Rudenko Yu. F.
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Plant Production Technologies,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *rudenkoyu2015@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-6818-8853*

ADAPTIVE MECHANISMS OF *SORGHUM BICOLOR* L. UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS IN THE POLISSYA REGION OF UKRAINE

Abstract

Research has shown that current climate change, manifested in a steady increase in average annual air temperature and an increase in the frequency of hydrothermal anomalies, is causing a significant transformation of the agroclimatic conditions of the Polissya region of Ukraine and creating new challenges for the stable functioning of traditional agrocenoses. Analysis of long-term meteorological data for the Zhytomyr region has confirmed the trend toward regional warming and an increased risk of water stress during the growing season for agricultural crops. It has been proven that Sorghum bicolor L. is characterized by a high adaptive potential to changed hydrothermal conditions due to a complex of interrelated physiological and morphological mechanisms. The implementation of the C4 photosynthetic pathway, effective regulation of stomatal conductance, high water-holding capacity of assimilation tissues, and a well-developed root system ensure optimization of water balance, preservation of photosynthetic activity, and stability of the productive process under conditions of increased temperature stress and limited moisture supply. A comparative analysis of the physiological parameters of sorghum, corn, and winter wheat showed significant advantages of Sorghum bicolor L. in terms of water use efficiency, heat resistance, and productivity preservation under drought conditions. Higher values of water use efficiency, root system penetration depth, and photosynthetic activity temperature threshold result in lower yield losses of sorghum compared to traditional grain crops under extreme weather conditions. The results obtained indicate that, given the current climate changes, sorghum is no longer a crop exclusively for arid regions and can be considered a promising component of the agrocenoses of the Polissya region of Ukraine. Its introduction will contribute to increasing the adaptive resilience of agroecosystems, diversifying the structure of cultivated areas, and reducing the risks of crop losses associated with climate-induced droughts. The research has established that modern climate change, manifested in a steady increase in the average annual air temperature and an increase in the frequency of hydrothermal anomalies, is causing a significant transformation of the agroclimatic conditions of the Polissya region of Ukraine and creating new challenges for the stable functioning of traditional agrocenoses. Analysis of long-term meteorological data for the Zhytomyr region has confirmed the trend towards regional warming and an increased risk of water stress during the growing season for agricultural crops. It has been proven that Sorghum bicolor L. is characterized by a high adaptive potential to changed hydrothermal conditions due to a complex of interrelated physiological and morphological mechanisms. The implementation of the C4 photosynthetic pathway, effective regulation of stomatal conductance, high water-holding capacity of assimilation tissues, and a well-developed root system ensure optimization of water balance, preservation of photosynthetic activity, and stability of the productive process under conditions of increased temperature stress and limited moisture supply. A comparative analysis of the physiological

parameters of sorghum, corn, and winter wheat showed significant advantages of Sorghum bicolor L. in terms of water use efficiency, heat resistance, and productivity preservation under drought conditions. Higher values of water use coefficient, root system penetration depth, and temperature threshold of photosynthetic activity result in lower yield losses.

Key words: *Sorghum bicolor, climate change, plant drought resistance, adaptive potential, hydrothermal stress, Polissia*

References

1. Stoliar, S. H., & Trembitska, O. I. (2025). Obgruntuvannia rozshyrennia asortymentu vyroshchuvannia nishevykh kultur u Polissi Ukrainy dlia zdorovoho kharchuvannia [Justification for expanding the range of niche crops grown in the Polissya region of Ukraine for healthy nutrition]. Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika, *1* (46), 108–113. DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.15 [in Ukrainian].

2. Stoliar, S. G., & Trembitska, O. I. (2024). Perspektyvni nishovi kultury dlia orhanichnoho zemlerobstva v Polissi Ukrainy z urakhuvanniam zmin klimatu [Prospective niche crops for organic farming in Polissia, Ukraine, considering climate change]. *Organic Agricultural Production: Education and Science*, IX International Scientific-Practical Conference Proceedings, 58–62 [in Ukrainian].

3. Abreha, K. B., Enyew, M., Carlsson, A. S., et al. (2022). Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress. *Planta*, 255, 20. https://doi.org/10.1007/s00425-021-03799-7

4. Borrell, A. K., Mullet, J. E., George-Jaeggli, B., van Oosterom, E. J., Hammer, G. L., Klein, P. E., & Jordan, D. R. (2014). Drought adaptation of stay-green sorghum is associated with canopy development, leaf anatomy, root growth, and water uptake. *Journal of experimental botany*, *65* (21), 6251–6263. https://doi.org/10.1093/jxb/eru232

5. Demissie, H. S., Mindaye, T. T., Teklu, D. N., Kebede, F.G. (2023). Root system architecture analysis of sorghum genotypes and its effect on drought adaptation. *Rhizosphere, 27*, 100772. https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100772

6. Fontanet-Manzaneque, J. B., et al. (2025). Sorghum as a monocot model for drought research. *Frontiers in Plant Science, 16*. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1665967

7. Mwamahonje, A., Eleblu, J. S. Y., Ofori, K., Feyissa, T., Deshpande, S., & Tongoona, P. (2021). Evaluation of Traits' Performance Contributing to Drought Tolerance in Sorghum. *Agronomy*, *11* (9), 1698. https://doi.org/10.3390/agronomy11091698

8. Prasad, V. B. R., Govindaraj, M., Djanaguiraman, M., Djalovic, I., Shailani, A., Rawat, N., Singla-Pareek, S. L., Pareek, A., & Prasad, P. V. V. (2021). Drought and High Temperature Stress in Sorghum: Physiological, Genetic, and Molecular Insights and Breeding Approaches. *International Journal of Molecular Sciences*, *22* (18), 9826. https://doi.org/10.3390/ijms22189826

9. Tarariko, O. H., Cruse, R. M., Ilienko, T. V., Kuchma, T. L., Kozlova, A. O., Andereiev, A. A., Yatsiuk, M. V., & Velychko, V. A. (2024). Impact of climate changes on agroresources of Ukrainian Polissia based on geospatial data. *Agricultural Science and Practice*, *11* (2), 3–29. https://doi.org/10.15407/agrisp11.02.003

10. Vadez, V., Krishnamurthy, L., Hash, C. T., Upadhyaya, H. D., & Borrell, A. K. (2011). Yield, transpiration efficiency, and water-use variations and their interrelationships in the sorghum reference collection. *Crop and Pasture Science, 62* (8), 645–655. https://doi.org/10.1071/CP11007

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 15.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 17.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 27.04.2026