

СОКОЛОВСЬКА-СЕРГІЄНКО О.Г., КІРІЗІЙ Д.А., КРУПА Н.М.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,

Україна, 03022, Київ, вул. Васильківська, 31/17, e-mail: monitor@ifrg.kiev.ua

ГЕНОТИПНІ ВІДМІННОСТІ РЕАКЦІЇ НА ПОСУХУ СО₂-ГАЗООБМІНУ РОСЛИН ПШЕНИЦІ, КОНТРАСТНИХ ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ

У процесі фотосинтезу створюється 90–95% органічної маси рослин. Інгібування фотосинтезу в умовах посухи є важливим чинником зниження продуктивності та втрат врожаю сільськогосподарських культур [1]. Пригнічення асиміляції СО₂ при помірній посузі обумовлюється частковим змиканням продихів [2]. Більш жорстка та тривала посуха призводить до суттєвих порушень фотосинтетичного метаболізму, непродихового лімітування фотосинтезу, обумовленого в першу чергу окиснювальним стресом [5]. Реакції рослинного організму, які забезпечують його стійкість до посухи, різноманітні і не однаково проявляються у різних сортів пшениці [2]. У зв'язку з цим метою нашої роботи було вивчити дію ґрунтової посухи на водний режим, фотосинтетичний СО₂-газообмін та зернову продуктивність у двох сортів озимої пшениці, різних за продуктивністю.

Матеріали та методи

Об'єктами досліджень слугували сорти озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) різної продуктивності: високопродуктивний сорт Фаворитка та менш продуктивний — Миронівська 808. Рослини після зимівлі вирощували у посудинах Вагнера, які вміщували 10 кг ґрунту, удобреного НРК (по 2 г діючої речовини на посудину). Вологість ґрунту підтримували на рівні 60% повної вологоємності. У фазу колосіння — початок цвітіння припиняли полив рослин в посудинах дослідного варіанта. Через дві доби вологість ґрунту у посудинах знизилась до 30% і підтримувалась дозованим поливом на цьому рівні. На 10-у добу після початку експерименту відновлювали полив дослідних рослин до рівня контрольних (60% ПВ). Протягом періоду посухи та на наступний день і через тиждень після відновлення поливу визначали параметри водного режиму і СО₂-газообміну прапорцевого листка.

Водний дефіцит визначали за стандартною методикою [4]. Вимірювання інтенсивності фотосинтезу і фотодихання невідокремлених від рослини прапорцевих листків проводили за допомогою інфрачервоного газоаналізатора ГІАМ-5М, транспірації — термоелектричним мікропсихрометром при температурі 25 °С та інтенсивності ФАР 400 Вт/м². Джерелом світла була лампа розжарювання типу КГ-2000 з водяним фільтром. Показники газообміну та листову провідність для СО₂ розраховували згідно зі стандартною методикою [3]. Інтенсивність фотодихання оцінювали за максимумом виділення СО₂ в перші 60 с після затемнення листка. Повторність визначення вмісту води і водного дефіциту була десятикратна, параметрів газообміну — чотирикратна. Дані оброблені статистично.

Результати та обговорення

Зниження вологості ґрунту до 30% ПВ на 2-у добу після припинення поливу не викликало суттєвих змін водного дефіциту листків в обох досліджуваних сортах (рис. 1, А). У подальшому обмеження поливу призводило до поступового збільшення водного дефіциту: на 4-у добу посухи водний дефіцит зріс в 2 рази у Миронівської 808 та 1,5 рази у Фаворитки в порівнянні з контрольними варіантами. На 9-у добу після припинення поливу водний дефіцит зріс у 4,3 рази у Миронівської 808 і у 3 рази — у Фаворитки.

Інтенсивність фотосинтезу прапорцевих листків (рис. 1, Б) протягом досліджуваного періоду в оптимальних умовах вологозабезпечення у високопродуктивного сорту Фаворитка була в середньому на 36% вищою, ніж у Миронівської 808. Із наростанням посухи цей показник стрімко зменшувався в рослин обох сортів, але у Фаворитки все ж залишався вищим, ніж у Миронівської 808. Так, на 7-у добу ґрунтової посухи інтенсивність видимого фотосинтезу у Фаворитки зменшилась на 67%, а у Миронівської 808 — на 87% в порівнянні з контролем. Зі збільшенням тривалості посухи практично повністю інгібувалася асиміляція CO_2 у Миронівської 808, а у Фаворитки ще спостерігалася деяка активність цього процесу. Відновлення інтенсивності фотосинтезу після поновлення поливу у Фаворитки було швидшим і повнішим, ніж у Миронівської 808.

Сорт Фаворитка в оптимальних умовах вологозабезпечення характеризувався вищою листковою провідністю, ніж сорт Миронівська 808 (рис. 2, А). Одним із перших лімітуючих чинників зниження фотосинтезу в умовах ґрунтової посухи є закриття продихів, що відбивається у зменшенні листкової провідності. Ґрунтова посуха призводила до зниження продихової провідності прапорцевого листка в обох сортів, дещо більшого у Миронівської 808. Після поновлення поливу у дослідних рослин сорту Фаворитка відновлення листкової провідності було швидшим і повнішим, в той час як у Миронівської 808 листкова провідність відновилася лише на 75 %.

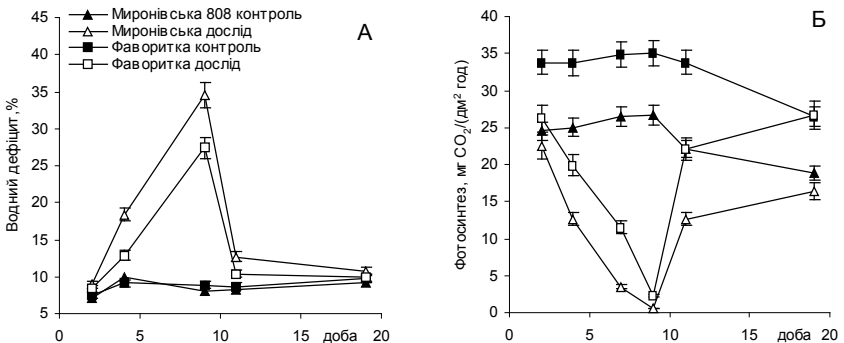


Рис. 1. Вплив ґрунтової посухи на водний дефіцит (А) та інтенсивність фотосинтезу (Б) прапорцевого листка рослин озимої пшениці

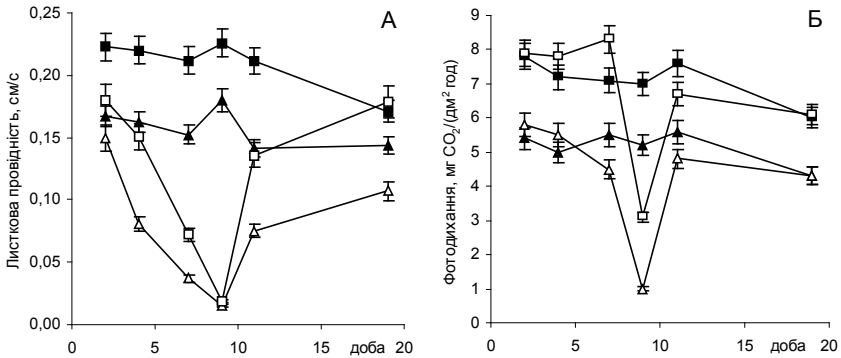


Рис. 2. Листкова провідність (А) та інтенсивність фотодихання (Б) прапорцевого листка рослин озимої пшениці різної продуктивності в умовах ґрунтової посухи та поновлення поливу

Інтенсивність фотодихання на початку ґрунтової посухи у вивчених сортів дещо зростала (рис. 2, Б). Але на 7 добу після припинення поливу у дослідних рослин Миронівської 808 інтенсивність фотодихання знизилася на 20% від контрольного варіанта, а у Фаворитки фотодихання продовжувало зростати. Тривала посуха (9-а доба) пригнічувала фотодихання в обох сортах: у Миронівської 808 — на 80%, у Фаворитки — на 56% в порівнянні з контрольними варіантами. Після відновлення поливу інтенсивність фотодихання прапорцевих листків у рослин дослідних варіантів обох сортів досягла контрольних показників.

Причиною інгібування фотосинтезу на початкових етапах посухи вважається зниження продишової провідності. Це зниження обумовлене дією АБК, що надходить по ксилемі з током води із кореня. Також зменшення швидкості асиміляції CO_2 при недостатньому вологозабезпеченні може викликатися непродиховим лімітуванням, за рахунок зниження швидкості регенерації РБФ у циклі Кальвіна, ефективності карбоксилювання, активності і кількості РБФК/О [2]. Показано, що зменшення синтезу РБФ обумовлене дефіцитом АТФ внаслідок зниження активності АТФ-ази. Зниження швидкості асиміляції CO_2 у рослин за умов м'якої і помірної посухи супроводжується посиленням фотодихання. Цей процес на початкових етапах розвитку посухи може сприяти утилізації надлишку відновлювальних еквівалентів у хлоропластах, запобігаючи фотоінгібуванню фотосинтетичного апарату на яскравому світлі.

У таблиці наведені дані про структуру продуктивності головного пагона рослин озимої пшениці досліджуваних сортів. В оптимальних умовах вологозабезпечення сорт Фаворитка характеризувалася вищими показниками усіх компонентів врожаю. Ґрунтова посуха зменшувала як вегетативну масу, так і зернову продуктивність дослідних рослин обох сортів, однак більше у сорту Миронівська 808. Маса зерна з колоса головного пагона зменшилася у

Структура продуктивності головного пагона сортів озимої пшениці в умовах ґрунтової посухи ($K_{\text{госп}}$ — показник господарської ефективності)

Варіанти	Маса, г			Кількість зерен у колосі, шт.	$K_{\text{госп}}$, %
	цілого пагона	зерна	1000 зерен		
Миронівська 808 контроль	3,9±0,04	1,75±0,07	49,3±0,09	36±0,9	44,9±0,5
Миронівська 808 дослід	2,8±0,05	1,20±0,05	35,5±0,06	34±0,6	42,9±0,6
Фаворитка контроль	4,38±0,03	2,23±0,08	50,0±0,18	45±0,7	50,9±0,7
Фаворитка дослід	3,76±0,03	2,03±0,12	44,5±0,82	46±0,6	54,0±0,8

дослідних варіантах Фаворитки на 9%, а у Миронівській 808 — на 31% порівнюючи з контрольними варіантами. У Миронівській 808 також спостерігалася тенденція до зниження озерненості, а у Фаворитки — ні. Тобто, зменшення зернової продуктивності в досліджуваних сортів було пов'язане, в основному, із зниженням маси зерна в колосі.

Висновки

Одержані дані свідчать, що високопродуктивний сорт Фаворитка в умовах ґрунтової посухи має нижчий водний дефіцит прапорцевих листків, ніж менш продуктивний сорт Миронівська 808. За оптимальних умов вологозабезпечення перший сорт характеризується більшою інтенсивністю CO_2 -газообміну та вищою продиховою провідністю, ніж другий. Нестача вологи пригнічувала фотосинтетичну асиміляцію CO_2 у досліджених сортів, проте в меншому ступені у сорту Фаворитка. Відновлення цих показників після поновлення поливу відбувалося швидше у сорту Фаворитка. Це свідчить, що рослини цього сорту в умовах помірної посухи здатні краще оптимізувати параметри водного режиму і підтримувати вищу активність фотосинтетичного апарату. У сорту Фаворитка в умовах посухи спостерігалась вища інтенсивність фотодихання, що сприяло кращому збереженню фотосинтетичного апарату рослин за дії стресора і уможливило швидше і повніше відновлення асиміляції CO_2 після поновлення поливу. Це забезпечило повнішу реалізацію потенціалу зернової продуктивності рослин сорту Фаворитка, ніж у сорту Миронівська 808.

Література

1. Морзун В.В., Киризий Д.А., Шадчина Т.М. Экофизиологические и генетические аспекты адаптации культурных растений к глобальным изменениям климата // Физиология и биохимия культ. растений. — 2010. — 42, №1. — С. 3–22.
2. Стасик О.О. Реакція фотосинтетичного апарату C_3 -рослин на водний дефіцит // Физиология и биохимия культ. растений. — 2007. — 39, №1. — С. 14–27.
3. Фотосинтез и биопроductивность: методы определения / Под ред. А.Т. Мокроносова, А.Г. Ковалева. — М.: Агропромиздат, 1989. — 460 с.
4. Шматько И.Г., Григорюк И.А., Шведова О.Е. и др. Определение физиологической реакции зерновых культур на ухудшение водообеспеченности и повышение

температури: Метод. рекомендації / АН УРСР, Ін-т фізіології рослин. — Київ: Б.и., 1985. — 20 с.

5. Flexas J., Bota J., Galmes J. et al. Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress // *Physiol. Plant.* — 2006. — 127. — P. 343–352.

Резюме

Встановлено, що рослини високопродуктивного сорту Фаворитка мали кращу здатність до підтримання водного статусу листків та інтенсивності фотосинтезу за умов посухи, ніж менш продуктивного сорту Миронівська 808. Це обумовило їх швидше відновлення після зняття стресових умов та повнішу реалізацію потенціалу зернової продуктивності. Обговорюється роль фотодихання у захисті фотосинтетичного апарату за посухи.

Установлено, что растения высокопродуктивного сорта Фаворитка имели лучшую способность к поддержанию водного статуса листьев и интенсивности фотосинтеза в условиях засухи, чем менее продуктивного сорта Мироновская 808. Это обусловило их более быстрое восстановление после снятия стрессовых условий и более полную реализацию потенциала зерновой продуктивности. Обсуждается роль фотодыхания в защите фотосинтетического аппарата при засухе.

It was determined that plants of high productive variety Favoritka had better ability to maintain their leaf water status and net assimilation rate under drought conditions than less productive variety Myronivska 808. This made for their quicker recovery after elimination of stress conditions and clearer realization of grain productivity potential. The role of photorespiration in defence of photosynthetic apparatus under drought is discussed.

ТКАЧОВ В.І., ГУЛЯЕВ Б.І., ЯРОШЕНКО О.А., ФАТКОВА Н.М.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,

Україна, 03022, Київ, вул. Васильківська, 31/17,

e-mail: elen-yaroshenko@yandex.ru

СПОСІБ ОЦІНКИ ПОСУХОСТІЙКОСТІ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА ЗМІНОЮ КОРЕНЕЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РОСЛИН

Відомі способи оцінки стійкості сортів озимої пшениці до посухи на основі вимірювання окремих фізіологічних і біохімічних параметрів рослин. Так, згідно А.с. СРСР №1292680 А1, МКИ⁵ А 01 G 7/00 28.02.87 Бюл. №8 “Способ определения засухоустойчивости пшеницы”, посухостійкість визначають за змінами α -амілази після прогрівання протягом 20 хв. при температурі до +87 °С. За “Способом определения засухоустойчивости пшеницы” (А.с. СРСР №1207432 А1, МКИ⁴ А 01 G 7/00 30.01.86 Бюл. №4) посухостійкість сортів пшениці визначають за кількості поглинутого рослинами калію при експозиції рослин протягом 8 годин при інтенсивності світла 20–25 тис. лк. Однак цей спосіб не враховує загальну кількість калію в рослині. Відомий також “Способ отбора засухоустойчивых форм и сортов пшеницы” (А.с. СРСР №143436 А1, МКИ⁵ А 01 G 7/00 30.10.88 Бюл. №40), який ґрунту-