

Виявлення генетичних джерел для селекції на посухостійкість пшениці озимої за функціонуванням фотосистем

М.М. Назаренко, кандидат біологічних наук

Запропоновано оцінювати селекційний матеріал за переважаною активністю фотосистем як одним із способів визначення посухостійкості для вдосконалення методів оцінки сортів та вихідного матеріалу пшениці озимої на посухостійкість.

Постановка проблеми. Однією з головних задач фізіології рослин, у зв'язку зі зміною клімату, загостренням екологічної ситуації у світі, є вирішення проблеми адаптації та стійкості, вивчення впливу на рослинні організми екологічних стресів [1].

Дослідження посухостійкості становить одне з фундаментальних завдань у фізіології рослин. Посухи, різні за характером і тривалістю, відбуваються щорічно в усіх регіонах України. Стресовий вплив посухи індукує суттєве зниження врожайності та якості зерна озимих культур [2]. Потенційний вплив стресів на рослини постійно зростає, що викликано гострою нестачею води, підвищенням температури атмосфери і забрудненням навколишнього середовища токсичними хімічними речовинами [3].

Адаптація можлива лише тоді, коли організм здатний проявити стійкість на будь-якому рівні (від клітинного до популяційного) та пристосуватися до нових умов життєдіяльності [4, 5].

Удосконалення методів оцінки селекційного матеріалу пшениці озимої на посухостійкість, виявлення здатності рослин зберігати можливість забезпечення асимілятами акцепторів у рамках системи донорно-акцепторних відносин та здатності до самопідтримування клітин в умовах наростання водного дефіциту або підвищеної температури дають можливість об'єктивно характеризувати рівень посухостійкості нових ліній та сортів і прогнозувати їхню поведінку у відповідних екологічних умовах.

Нами пропонується один із способів оцінки селекційного матеріалу на посухостійкість за активністю фотосистем (ФС).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У формуванні врожаю польових культур визначальна роль належить фотосинтезу. Це єдиний процес у природі, що веде до збільшення вільної енергії біосфери за рахунок зовнішнього джерела – Сонця і забезпечує існування як рослин, так і всіх гетеротрофних організмів, у тому числі й людини. Фотосинтетичний процес – біологічна основа врожайності сільськогосподарських культур, під час якого утворюється до 95 % сухої біомаси рослин [4].

Вважається, що найбільше потерпає від посухи саме фотосинтез: зменшується синтез АТФ і збільшується синтез відновлювача –

нікотинамідаденіндинуклеотидфосфату відновленого (НАДФ-Н₂), що спричиняє перевідновленість електрон-транспортного ланцюга (ЕТЛ) і розпад пігмент-білкового комплексу хлоропластів.

Відомо, що у процесі формування клітин хлоропласти можуть бути двох типів за співвідношенням вмісту ФС-I і ФС-II – відповідно 1:3 та 1:2. За І.А. Тарчевським [2], ФС-II менш термостійка, ніж ФС-I, що може призвести до змін ЕТЛ. Надмірний вміст ФС-II підвищує фотохімічну активність (ФХА) хлоропластів, а за умови посухи спричиняє й їхню деструкцію компонентів ФС-II з наступним вигоранням хлорофілу. Функціональні порушення в рослинах у подальшому призводять і до зниження врожайності.

Неоднакова стійкість окремих складових фотосинтетичного апарату дає змогу припустити, що реакція фотосинтезу загалом може визначатися інгібуванням найчутливішої ланки в ЕТЛ. Відомими нині специфічними інгібіторами реакції ФС-II є монодіурони, гідроксиламін та інші ферментні отрути [5].

Оцінка енергетичного стану фотосинтетичного апарату є важливою для розробки способів діагностики посухостійкості рослин.

Метою наших досліджень було оцінити фотосинтетичний апарат шляхом аналізу фотосистем з використанням інгібіторного методу для визначення посухостійкості рослин пшениці озимої.

Досліджували рослини пшениці озимої різних сортів. Фотосинтез рослин визначали на газометричному приладі, який розроблено в лабораторії фізіології і біології рослин МПП НААНУ на основі манометричного методу Варбурга [4, 5]. Як інгібітор ФС-II використовували симазин (Сим) 10⁻⁴(М), що різко інгібує процеси виділення кисню у фотосистемі. Передбаченим центром дії симазину є ланка ЕТЛ між первинним акцептором ФС-II (Q) і включенням пластохінону [5].

Результати досліджень та їх обговорення. Додавання інгібітора викликало різке зниження інтенсивності фотосинтезу. Всі рослини мали переважну активність ФС-II (табл. 1).

1. Фотосинтез рослин пшениці озимої після обробки їх інгібітором ФС-II (2010–2011 рр.)

Дата проведення дослідження	Виділено кисню, мкл /год							
	Миронівська 808		Мирлебен		Миронівська 33		Миронівська 65	
	H ₂ O	Сим	H ₂ O	Сим	H ₂ O	Сим	H ₂ O	Сим
28.10.10	1494	3360	2935	3002	3151	1867	3024	3472
25.11.10	4344	3394	4141	2919	4005	4005	5023	3940
07.05.11	4611	3425	-	-	3564	2828	2511	3733

У жовтні–листопаді 2010 року, коли формувався фотосинтетичний апарат, температура повітря різко коливалася. З літературних джерел відомо, що в умовах значних добових коливань температури повітря в листках формується фотосинтетичний апарат з переважаючим вмістом ФС-I [4, 5].

Визначення інтенсивності фотосинтезу рослин пшениці озимої різних сортів екологічного сортовипробування показало, що посіви пшениці озимої врожаю 2011 року, який характеризувався досить засушливим, мали майже в однаковій мірі кількість сортів з переважаючою активністю як ФС-II, так і ФС-I (табл. 2). Дані переконують у тому, що в електрон-транспортному ланцюзі від співвідношення фотосистем прямо пропорційно залежить здатність рослин протистояти посухам.

2. Якість фотосинтезу рослин пшениці озимої екологічного сортовипробування

Сорт	Інтенсивність фотосинтезу, мкл/год		ФС-I:ФС-II	Фотосистема	Польовий урожай, ц/га
	контроль (H ₂ O)	Симазин			
Подольянка	6003	4793	1,25	II	52,9
Миронівська 808	5873	4973	1,18	II	49,0
Миронівська 61	5018	6541	0,77	I	68,6
Миронівська 66	5376	4435	1,21	II	51,0
Миронівська 65	5645	6362	0,89	I	64,0
Миронівська 67	5470	4435	1,23	II	63,3
Веста	7034	6720	1,05	II	65,8
Сніжана	5197	6720	0,77	I	64,8
Крижинка	8064	7392	1,09	I-II	68,8
Миронівська ранньостигла	1930	2726	0,71	I	60,0
Ремеслівна	2334	2550	0,91	I	68,0
Деметра	8960	8064	1,11	II	64,0
Економка	2715	4141	0,66	I	63,4
Калинова	3733	2715	1,37	II	59,3
Колос Миронівщини	985	2867	0,34	I	66,6
Сторічна	627	627	1	I	60,7
Пам'яті Ремесла	6630	5690	1,16	II	49,0
Легенда	8467	7302	1,16	II	52,9
Колумбія	8602	7258	1,18	II	56,0

За активністю фотосинтезу в рослин пшениці озимої екологічного сортовипробування усіх сортів працювали як ФС-I, так і ФС-II, тому що їх відношення становило близько одиниці, за винятком сорту Колос Миронівщини, де воно дорівнювало 1:3 (табл. 2). У таких екологічно пластичних сортів, як Подольянка, Миронівська 808, Легенда, Пам'яті Ремесла

та Миронівська 65 за осінньо-весняний вегетаційний період у незначній мірі переважає активність ФС-II.

Одержані результати свідчать про те, що за кліматичних умов, які склалися наприкінці 2010 року та у весняно-літній період наступного року, врожайність цих сортів дещо знизилася порівняно з урожаєм 2010 року. Зниження врожайності можна обґрунтувати несприятливими кліматичними умовами у вигляді літніх засух (атмосферна та ґрунтова). Температурні показники в червні коливалися від 27 до 36 °С, а опади були незначними. Оскільки ФС-II є більш енергозатратною і для її активної роботи безпосередньо необхідна вода, то можна зробити висновок, що в умовах посухи перевага її активності в фотосинтетичному апараті небажана.

Як зазначено, сорт Колос Миронівщини показав досить добрі результати – 66,6 ц/га, а відношення ФС-II до ФС-I становить 3:1, отже, цей сорт показав себе як досить посухостійкий поряд з такими сортами, як Ремеслівна, Крижинка, Миронівська 61, Миронівська 65 та Сніжана.

Унаслідок збільшення біокліматичного потенціалу економічно вигідним буде заміна сучасних сортів на сорти, фотосинтезуюча система яких працює більш тривалий час, без деструктивних порушень за різних кліматичних умов.

Висновки

Більш посухостійкі сорти демонструють перевагу в активності ФС-I над ФС-II.

Запропоновано експрес-метод оцінки посухостійкості сортів та ліній озимої пшениці обробкою симазином за співвідношенням активності фотосистем, що дає можливість швидко і надійно визначити вихідний матеріал для селекції на посухостійкість.

Встановлено, що кращими за посухостійкістю виявилися сорти пшениці Ремеслівна, Крижинка, Миронівська 61, Миронівська 65 та Сніжана. Особливо виділився сорт Колос Миронівщини, тобто за меншою співвідношенням ФС-II та ФС-I сорти характеризуються як більш посухостійкі.

Бібліографія

1. Моргун В.В. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть / Моргун В.В., Мусієнко М.М. – К. : Логос, 2001. – 125 с.
2. Тарчевский И.А. Основы фотосинтеза / И.А. Тарчевский. – М. : Высшая школа, 1977. – 121 с.
3. Григорюк И.А. Методы исследований и способы оценки устойчивости растений к температуре / И.А. Григорюк. – К. : Знание, 1999. – 89 с.
4. Balme A. A comparative study of the thermal stability of Photosystem I in thermophilic and mesophilic cyanobacteria / A. Balme // Photosynthesis Research . – 2001. – 70. – P. 281–289.
5. Epron D. Effects of drought on photosynthesis and on the thermotolerance of photosystem II in seedlings of cedar / D. Epron // Journal of Experimental Botany. – 1997. – 315. – P. 1835–1841.