

УДК 632.123:581.132:633.11

## **ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЇ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ КОНТРАСТНИХ ЗА ПОСУХОСТІЙКІСТЮ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА ҐРУНТОВУ ПОСУХУ**

О.Г. СОКОЛОВСЬКА-СЕРГІЄНКО, О.О. СТАСИК

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України,  
Україна, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 31/17,  
e-mail: sokolovskaya@rambler.ru

*Досліджували вплив ґрунтової посухи у фазу куціння на водний режим, CO<sub>2</sub>-газообмін, вміст хлорофілу та ріст рослин у 9-ти контрастних за посухостійкістю сортів озимої пшениці. Зниження вологості ґрунту спричиняло підвищення водного дефіциту, зменшення фотосинтезу і відносної швидкості росту (накопичення біомаси) рослин незалежно від паспортної характеристики посухостійкості сортів. Зміни інтенсивності фотодихання в умовах водного дефіциту були різнонаправленими, в одних сортів активність фотодихання збільшувалась або залишалась на рівні контролю, а в інших – зменшувалась. При цьому співвідношення швидкості фотодихання до інтенсивності фотосинтезу в усіх сортів збільшувалося в 2–8 разів. Показано позитивну кореляцію між інтенсивностями фотодихання і фотосинтезу, а також між стрес-індукованим зниженням вмісту хлорофілу і паспортною характеристикою посухостійкості сортів.*  
*Ключові слова: Triticum aestivum L., сорти, посуха, стійкість, фотосинтез, фотодихання, хлорофіл.*

**Вступ.** Посуха є основним пошкоджуючим чинником навколишнього середовища, дія якого призводить до зниження продуктивності та втрат врожаю сільськогосподарських культур. Однією із основних причин зниження продуктивності рослинного організму в умовах посухи є гальмування фотосинтезу, який найшвидше реагує на нестачу води. Встановлено, що газообмін H<sub>2</sub>O і CO<sub>2</sub> та ріст клітин розтягненням дуже чутливі до водного дефіциту в ґрунті [1]. Незначне зменшення вологості ґрунту, ще до появи помітних змін оводненості листків, спричиняє пригнічення фотосинтетичного засвоєння вуглекислого газу, перш за все внаслідок часткового змикання продихів. Глибше зневоднення тканин призводить до суттєвих порушень фотосинтетичного метаболізму, непродихового лімітування фотосинтезу – зниження активності фотофосфорильовання [2], зменшення вмісту та активності РБФК/О [3].

© О.Г. СОКОЛОВСЬКА-СЕРГІЄНКО, О.О. СТАСИК, 2008

Суттєвим внеском у зниження швидкості асиміляції  $\text{CO}_2$  у рослин в умовах водного дефіциту є посилення активності фотодихання. Так, в умовах жорсткої посухи у прапорцевого листка озимої пшениці спостерігали значне зростання активності фотодихання щодо інтенсивності асиміляції  $\text{CO}_2$  – до 250% видимого фотосинтезу [4].

Разом із тим, багато досліджень підтверджують гіпотезу про захисну роль гліколатного метаболізму фотосинтетичного апарату в умовах стресу, коли доступ  $\text{CO}_2$  всередину листка обмежений [5]. Показано, що при гострому дефіциті вуглекислого газу стійкість фотосинтезу до фотоінгібування яскравим світлом у листків пшениці прямо залежить від активності фотодихання [6]. Спричинене водним стресом посилення фотодихання корелює із синтезом низки протекторних осмотично активних сполук [7].

Чутливим індикатором стану рослини і стійкості генотипу до водного стресу вважають концентрацію хлорофілу [8], а основним показником для оцінки впливу певних умов вирощування на продуктивність рослин протягом дії даного чинника запропонований Блекменом параметр — відносна швидкість росту [9].

У зв'язку із цим метою даної роботи було дослідити реакцію фотосинтетичного апарату і швидкості росту (накопичення біомаси) в 9-ти сортів озимої пшениці із різною паспортною характеристикою посухостійкості на ґрунтову посуху.

#### Матеріали і методи

Об'єктами досліджень були рослини сортів озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.), які відрізнялися за стійкістю до посухи, посухостійкі: Донська напівкарликова; Альбатрос Одеський; Сим-

вол Одеський; Одеська 162 та Ювілейна 75 і менш посухостійкі: Мирлебен; Циганка; Лютесценс 7 і Київська 6. Рослини вирощували в пластмасових посудинах, які вміщували 500 г ґрунту і 100 г піску, підживлених розчином Кнопа. Вологість ґрунту підтримували в межах 60–70% повної вологоємності (ПВ). У фазу куцїння полив дослідних рослин припиняли, знижуючи вологість ґрунту протягом 2-х діб до 30% ПВ. Рослини контрольного варіанту поливали в попередньому режимі.

Після досягнення заданої вологості ґрунту визначали водний дефіцит і оводнення третього листка в обох варіантах за стандартною методикою [10]. Інтенсивність  $\text{CO}_2$ -газообміну вимірювали за допомогою інфрачервоного газоаналізатора ОА-5501, транспірації – мікропсихрометром на газометричній установці [11], при температурі 25 °С та інтенсивності ФАР 400 Вт/м<sup>2</sup>. Джерелом світла була лампа розжарювання КГ 220-1000 зі світлофільтром із 0,5% розчину  $\text{CuCl}_2$ . Інтенсивність фотодихання оцінювали за максимумом виділення  $\text{CO}_2$  в перші 60 с після затемнення листка. Інтенсивність істинного фотосинтезу (ІФ) розраховували за формулою:

$$I\Phi = \Phi + \Phi_d,$$

де  $\Phi$  – інтенсивність видимого  $\text{CO}_2$ -газообміну на світлі;  $\Phi_d$  – інтенсивність фотодихання.

На сьому добу після припинення поливу визначали вміст хлорофілу в листку за Арноном після екстракції в диметилсульфоксиді [12] та відносну швидкість росту біомаси рослин, яку вираховували за формулою:

$$R = (m_2 - m_1) / (m_{\text{сеп}} t),$$

де  $m_1, m_2$  — суха маса листків відповідно на початку та в кінці посухи, мг;

$m_{\text{сер}}$  — середня маса листків на початку та в кінці посухи;

$t$  — тривалість посухи (7 діб).

Повторність визначення вмісту води і водного дефіциту була десятикратна, параметрів газообміну – чотирнадцятикратна. Статистична обробка – стандартна [13].

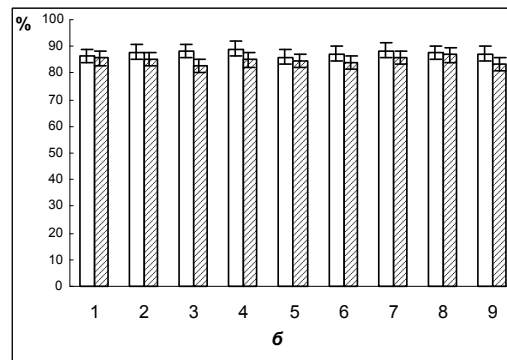
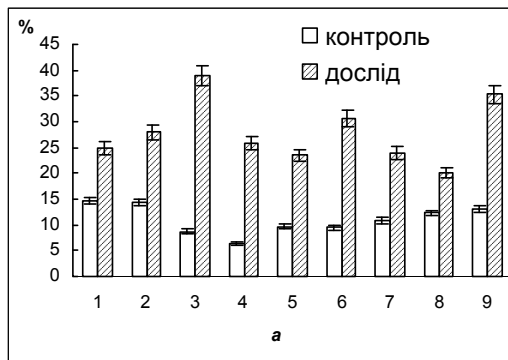
У таблиці і на рисунках наведено середні арифметичні значення і похибки.

### Результати та обговорення

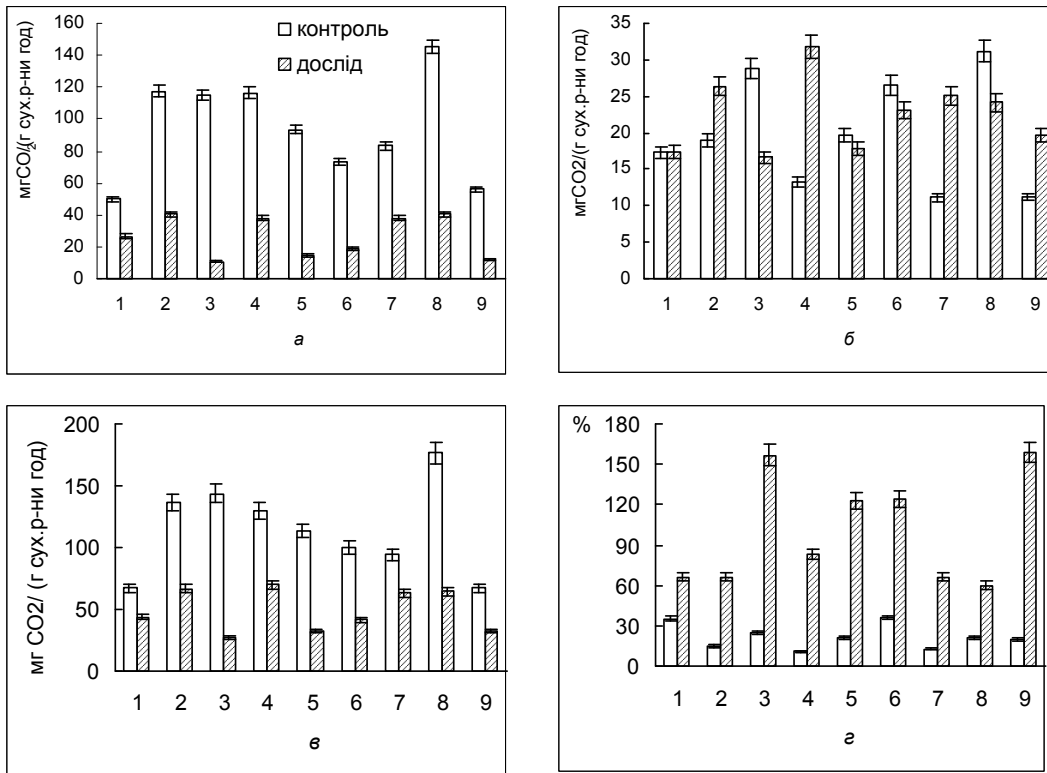
Зниження вологості ґрунту в посудинах дослідного варіанту до 30% ПВ спричиняло до збільшення водного дефіциту листків як у посухостійких, так і у менш посухостійких сортів; у перших він зріс у середньому в 2,4 раза, а у других — 3,0 рази (рис. 1). Згідно з класифікацією Лоулора [14] зафіксовані значення водного дефіциту характеризують стан помірного і жорсткого водного стресу в рослин дослідного варіанту. Найчутливішими до дії посухи були сорти Лютесценс 7 та Київська 6, водний дефіцит у них збільшився порівняно з контролем у 4,5 і 4 рази відповідно. При цьому, рослини досліджуваних сортів як у конт-

ролі, так і у дослідному варіанті істотно не відрізнялись між собою за оводненням листків. В обох групах сортів вміст води в листках зменшився майже однаково: у посухостійких сортів – до 97,2 % від контролю, а у менш посухостійких — до 96,3% від контролю. Зміни параметрів водного режиму були найменшими в сорту Одеська 162 (водний дефіцит збільшився в 1,6 раза) і найбільшими в сорту Лютесценс 7 (водний дефіцит зріс в 4,5 раза). Характерно, що водний дефіцит у листках рослин контрольного варіанту в сортів Мирлебен, Циганка, Символ Одеський та Одеська 162 був вищим, ніж у решти сортів, при більших значеннях оводнення. Можна припустити, що у цих сортів краще виражена здатність до осмотичної адаптації, яка дозволяє сильніше підвищувати осмотичний потенціал. Більший осмотичний потенціал сприяє ефективнішому засвоєнню вологи з ґрунту в умовах недостатнього водопостачання.

Інтенсивність  $\text{CO}_2$ -газообміну під впливом 2-добової посухи зменшувалася в усіх досліджених сортах, проте ступінь інгібування був різним. Найменше зниження інтенсивності види-



**Рис. 1.** Вплив ґрунтової посухи на параметри водного режиму листків сортів озимої пшениці: а – водний дефіцит, %; б – оводненість, %; 1 – Мирлебен; 2 – Циганка; 3 – Лютесценс 7; 4 – Київська 6; 5 – Донська напівкарликова; 6 – Альбатрос Одеський; 7 – Символ Одеський; 8 – Одеська 162; 9 – Ювілейна 75



**Рис. 2.** Вплив ґрунтової посухи на інтенсивності видимого фотосинтезу (а), фотодихання (б), істинного фотосинтезу (в) і співвідношення величин фотодихання до фотосинтезу (г) у листках сортів озимої пшениці: 1 – Мирлебен; 2 – Циганка; 3 – Лютесценс 7; 4 – Київська 6; 5 – Донська напівкарликова; 6 – Альбатрос Одеський; 7 – Символ Одеський; 8 – Одеська 162; 9 – Ювілейна 75

мого фотосинтезу в умовах водного стресу спостерігали у сортів Символ Одеський та Мирлебен (в 2 рази), а в сортів Лютесценс 7, Ювілейна 75 швидкість асиміляції  $\text{CO}_2$  за умов ґрунтової посухи зменшувалася найбільше – відповідно в 10 і 6,3 рази, у решти сортів  $\text{CO}_2$ -газообмін знижувався приблизно в 3 рази (рис. 2, а).

Літературні дані свідчать, що інгібування активності  $\text{CO}_2$ -газообміну при м'якому чи нетривалому водному стресі можуть обумовлюватися зменшенням прорихової провідності під дією АБК, що поступає по ксилемі з током води з кореня [15, 16]. Посилення водного дефіциту призводить до суттє-

вих порушень фотосинтетичного метаболізму, непродихового лімітування, в першу чергу за рахунок зниження регенерації РБФ в циклі Кальвіна [17–19], ефективності карбоксилування [20], активності і кількості РБФК/О [21, 22].

При різкому зниженні інтенсивності фотосинтезу особливо важливим споживачем засвоєної світлової енергії стає фотодихання і рефіксація виділеного в процесі фотодихання  $\text{CO}_2$  [23]. Зміни інтенсивності фотодихання в умовах посухи у досліджуваних сортів були неоднакові (рис. 2, б). У рослин дослідних варіантів сортів Циганка, Київська 6, Символ Одеський, Ювілейна 75 інтенсивність фотодихання

**Таблиця.** Вплив ґрунтової посухи на концентрацію хлорофілу і ріст проростків озимої пшениці (7 діб після припинення поливу, 30% ПВ)

Сорти	Відносна швидкість росту, мг/(г доба)		Концентрація хлорофілу, мг/(г сух.р-ни)	
	контроль	дослід	контроль	дослід
Мирлебен	57,4+1,4	9,6+0,5	23,0+0,22	16,7+0,13
Циганка	84,9+3,5	14,5+1,2	23,2+0,60	18,1+ 1,20
Лютесценс 7	62,5+2,5	14,6+0,8	23,6+0,52	15,4+0,18
Київська 6	89,1+1,2	19,6+0,4	19,3+0,5	17,1+0,2
Донська напівкарликова	71,3+0,2	11,0+0,1	20,1+0,6	16,8+1,1
Альбатрос Одеський	53,0+0,4	10,6+0,1	22,1+1,8	19,1+1,4
Символ Одеський	50,5+0,6	46,7+0,3	22,6+2,1	19,6+1,4
Одеська 162	109,9+0,9	27,2+0,1	21,0+1,8	20,2+1,5
Ювілейна 75	75,5+0,4	29,7+0,3	20,0+1,3	16,3+1,2

збільшувалась, у сорту Мирлебен фотодихання в дослідному і контрольному варіантах було однаковим, а в інших сортів цей показник знижувався. Спостерігали позитивний зв'язок між інтенсивностями фотодихання і видимого фотосинтезу у рослин в умовах посухи, коефіцієнт кореляції дорівнював 0,78.

Раніше нами було показано, що при наростанні водного дефіциту в ґрунті у фазу колосіння-цвітіння інтенсивність фотодихання у посухостійкого сорту Одеська 162 залишалась на рівні контрольних рослин, що супроводжувалось меншим інгібуванням фотосинтезу, ніж у нестійкого сорту Мирлебен, у якого інтенсивність фотодихання зменшувалась на 34% [24]. При цьому рівень фотодихання до фотосинтезу зростав у листках обох сортів.

У даному досліді величина фотодихання щодо інтенсивності фотосинтезу під впливом водного дефіциту підвищувалась в 2–8 разів в усіх досліджуваних сортів (рис. 2, г). Підвищення відносного рівня фотодихання у  $C_3$ -рослин за умов недостатнього вологозабезпечення є досить характерним, проте причини даного ефекту залиша-

ються дискусійними [25]. Вважається, що підвищення відносного рівня фотодихання при дії водного стресу має адаптивний характер [26]. За умов дефіциту вуглекислого газу в листку, що виникає внаслідок закриття продихів, реасиміляція фотодихального  $CO_2$  захищає фотосинтетичний апарат від фотоінгібування на яскравому світлі [27].

Відмінності між рослинами дослідного і контрольного варіантів за інтенсивністю істинного фотосинтезу, розрахованого як сума видимого фотосинтезу і фотодихання, були значно меншими, ніж за інтенсивністю видимого фотосинтезу (рис. 2, в). Це свідчить, що рівень фотодихання є суттєвим чинником зниження асиміляції  $CO_2$  в умовах стресу. Саме у зв'язку з цим у рослин дослідних варіантів коефіцієнт кореляції фотодихання з інтенсивністю істинного фотосинтезу ( $r = 0,88$ ) був вищим, ніж з інтенсивністю видимого фотосинтезу.

Посуха пригнічує нагромадження рослиною органічної речовини внаслідок інгібування асиміляції  $CO_2$  та затримки росту листків і зменшення їхньої робочої поверхні [28]. 7-добова ґрун-

това посуха знижувала відносну швидкість росту найменше у посухостійкого сорту Символ Одеський лише на 8%, а в інших досліджуваних сортів — на 60–85% (табл.). Разом із тим ступінь зниження відносної швидкості росту рослин при дії посухи не корелювала з паспортною характеристикою посухостійкості досліджених сортів.

У багатьох працях повідомлялось про зниження вмісту хлорофілу і зміни співвідношення хлорофілів *a* і *b* внаслідок тривалої ґрунтової посухи [29, 30]. В інших дослідженнях, де вивчали наслідки м'якої і помірної посухи, було показано незмінність вмісту хлорофілів [31]. Вважають, що вміст хлорофілу починає знижуватись тільки тоді, коли асиміляція  $\text{CO}_2$  тривалий час була дуже пригніченою. У нашому експерименті 7-добова ґрунтова посуха знижувала концентрацію хлорофілу у дослідних рослин посухостійких сортів слабше, ніж у менш посухостійких (табл.). У працях Шматька та співавт. [32] також показано, що за умов водного дефіциту посухостійкі сорти озимої пшениці характеризувалися стійкішою пігментною системою порівняно із нестійкими сортами.

#### Висновки

Узагальнюючи одержані дані, можна зробити висновок, що ґрунтова посуха пригнічує інтенсивність фотосинтезу у листках сортів озимої пшениці в фазу кущіння незалежно від їхньої паспортної характеристики за посухостійкістю. При цьому інтенсивність фотодихання рослин знижувалась значно менше або зростала і підвищувався рівень фотодихання щодо фотосинтезу в усіх досліджуваних сортів. Зростання фотодихання щодо фотосинтезу в умовах посухи, коли зниже-

на асиміляція  $\text{CO}_2$ , запобігає фотоінгібуванню фотосинтетичного апарату на яскравому світлі. При тривалій дії жорсткої посухи пригнічувався ріст рослин усіх сортів озимої пшениці, а зниження вмісту хлорофілу було більшим у менш посухостійких сортів, ніж у посухостійких.

#### Перелік літератури

1. Sadras V. O., Milroy S. P. Soil-water thresholds for the responses of leaf expansion and gas exchange: a review // *Field Crop Res.* – 1996. – Vol. 47, № 2 – 3. – P. 253-266.
2. Sharkey T.D., Badger M.R. Effects of water stress on photosynthetic electron transport, photophosphorylation, and metabolite levels of Xantium strumarium mesophyll cells // *Planta.* – 1982. – Vol. 156, № 2. – P. 199-206.
3. Vu J.C.V., Allen L.H.Jr., Bowes G. Drought stress and elevated  $\text{CO}_2$  effects on soybean ribulose biphosphate carboxylase activity and canopy photosynthetic rate // *Plant Physiol.* – 1987. – Vol. 83, № 3. – P. 573-578.
4. Шматько І.Г., Стасик О.О., Конанчук О.Б., Григорюк І.П. Особливості взаємозв'язку водообміну і  $\text{CO}_2$ -газообміну при дії біологічно активних речовин на озиму пшеницю в посушливих умовах // *Физиология и биохимия культ. растений.* – 1995. – Т. 27, № 3. – С. 135-140.
5. Winkler A., Lea P.J., Quick W.P., Leegod R.C. Photorespiration: metabolic pathways and their role in stress protection // *Phill. Trans. Roy. Soc. London B.* – 2000. – Vol. 355, № 5. – P. 1517-1529.
6. Стасик О.О. Роль фотодыхания в фотоингибировании ассимиляции  $\text{CO}_2$  у разных сортов пшеницы // *Физиология и биохимия культ. растений.* — 2004. – Т. 36, № 2. — С. 109-115.
7. Bohnert H.J., Jensen R.G. Strategies for engineering water-stress tolerance in plants // *Trends in Biotechnology.* – 1996. – Vol. 14, № 3. – P. 89-97.

8. Чернядьев И.И. Фотосинтез растений в условиях водного стресса и протекторное влияние цитокининов // Прикл. биохимия и микробиология. – 1997. – Т. 33, № 1. – С. 5-17.
9. Фотосинтез и биопродуктивность: методы определения / Под ред. и предисл. А.Т. Мокроносова. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1989. – 460 с.
10. Шматько И.Г., Григорюк И.А., Шведова О.Е. и др. Определение физиологической реакции зерновых культур на ухудшение водообеспеченности и повышение температуры: Метод. рекомендации / АН УССР, Ин-т физиологии растений. – Киев: Б.и., 1985. – 20 с.
11. Фотосинтез и продукционный процесс / Под общ. ред. Б.И.Гуляева. – Киев: Наук. думка, 1983. – 144 с.
12. Hiscox J.D., Israelstam R.J. The method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration // Can. J. Bot. – 1979. – Vol. 57, № 12. – P. 1332-1334.
13. Плохинский Н.А. Алгоритмы биометрии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 150 с.
14. Lawlor D.W. The effects of water deficit on photosynthesis // Environment and Plant Metabolism. Flexibility and Acclimation/ Ed. Smirnoff N. – Oxford: BIOS Scientific Publisher, 1995. –P. 129-160.
15. Liang J., Zhang J., Wong M.H. Can stomata closure caused by xylem ABA explain the inhibition of leaf photosynthesis under soil drying? // Photosynt. Res. – 1997. – Vol. 51, № 1. – P. 149-159.
16. Socias F.X., Correia M. J., Chaves M.V., Medrano H. The role of abscisic acid and water relation in drought response of subterranean clover // J. Exp. Bot. – 1997. – Vol. 48, № 6. – P. 1281-1288.
17. Eskalona J.V., Flexas J., Medrano H. Stomatal and non-stomatal of photosynthesis under water stress in field-grown grapevines // Austral. J. Plant Physiol. – 1999. – Vol. 26, № 5. – P. 421-433.
18. Faver K.L., Gerik T.J., Thaxton P.M., El-Zik K.V. Late season water stress in cotton. 2. Leaf gas exchange and assimilation capacity // Crop Sci. – 1996. – Vol. 36, № 3. – P. 922-928.
19. Tezara W., Mitchell V.J., Dristoll S.D., Lawlor D.W. Water stress inhibits plant photosynthesis by decreasing coupling factor and ATP // Nature. – 1999. – Vol. 401, № 4. – P.914-917.
20. Martin B., Ruiz-Torez N.A. Effects of water-deficit stress on photosynthesis, its componens and component limitation, and on water use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) // Plant Physiol. – 1992. – Vol. 100, № 2. – P. 733-739.
21. Faver K.L., Gerik T.J., Thaxton P.M., El-Zik K.V. Late season water stress in cotton. 2. Leaf gas exchange and assimilation capacity // Crop Sci. – 1996. – Vol. 36, № 3. – P. 922-928.
22. Xu H.L., Ishii R., Yamagishi T., Kumura A. Effect of water deficit on photosynthesis in wheat plants. 3. Effect on non-stomatal mediated photosynthesis and RuBP carboxylase content in different plant parts // Jap. J. Crop Sci. – 1990. – Vol. 59, № 1. – P. 153-157.
23. Flexas J., Medrano H. Energy dissipation in C<sub>3</sub> plants under drought // Funct. Plant Biology. – 2002. – Vol. 29, № 10. – P. 1209-1215.
24. Соколовська О.Г., Стасик О.О., Гуляев Б.І. Реакція фотосинтетичного апарату двох різних за посухостійкістю сортів озимої пшениці до дії ґрунтової посухи // Физиология и биохимия культ. растений. – 1998. – Т. 30, № 4. – С. 241-246.
25. Фотосинтез / Под ред. Говинджи. – М.: Мир, 1987. – Т. 2. – 460 с.
26. Chaves M.M. Effects of water deficit on carbon assimilation // J. Exp. Bot. – 1991. – Vol. 42, № 234. – P. 1-16.
27. Fock H.P., Biehler K., Stuhlfauth T. Use and degradation of light energy in water-stressed *Digitalis lanata* // Photosynthetica. – 1992. – Vol. 27, № 4. – P. 571-577.
28. Стасик О.О. Реакція фотосинтетичного апарату C<sub>3</sub>-рослин на водний дефіцит // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – Vol. 39, № 1. – С. 14-27.
29. Моргун В.В., Григорюк І.П., Нижник Т.П. Пігментний фонд хлоропластів в листках сортів за умов посухи та обробки

- полістимуліном К // Наук. зап. Тернопіл. пед. ун-ту. Сер. Біологія. – 2002. – № 3. – С. 180 – 186.
30. Чернядьев И.И. Фотосинтез растений в условиях водного стресса и протекторное влияние цитокининов // Прикл. биохимия и микробиология. – 1997. – Vol. 33, № 1. – С. 5-17.
31. Flexas J., Medrano H. Energy dissipation in C<sub>3</sub> plants under drought // Funct. Plant Biology. – 2002. – Vol. 29, № 10. – P. 1209-1215.
32. Шматько И.Г., Григорюк И.А., Шведова О.Е. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам. – Киев: Наук. думка, 1989. – 224 с.

Представлено О.В. Дубровною  
Надійшла 14.01.2008

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ  
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА  
КОНТРАСТНЫХ ПО  
ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ  
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПОЧВЕННУЮ  
ЗАСУХУ

О.Г. Соколовская-Сергиенко,  
О.О. Стасик

Институт физиологии растений  
и генетики НАН Украины,  
Украина, 03022, г. Киев,  
ул. Васильковская, 31/17,  
e-mail: [sokolovskay@rambler.ru](mailto:sokolovskay@rambler.ru)

Изучали влияние почвенной засухи в фазу кущения на водный режим, CO<sub>2</sub>-газообмен, содержание хлорофилла и рост растений у 9-ти контрастных по засухоустойчивости сортов озимой пшеницы. Снижение влажности почвы вызывало повышение водного дефицита, уменьшение интенсивности фотосинтеза и относительной скорости роста (накопления биомассы) растений независимо от паспортной характеристики засухоустойчивости сортов. Изменения интенсивности фотодыхания в условиях водного дефицита были разнонаправленными, у одних сортов активность фотодыхания увеличивалась или ос-

таввалась на уровне контроля, а у других — снижалась. При этом соотношение скорости фотодыхания к интенсивности фотосинтеза у всех сортов увеличивалось в 2–8 раз. Отмечена позитивная корреляция между интенсивностями фотодыхания и фотосинтеза, а также между стресс-индуцируемым снижением содержания хлорофилла и паспортной характеристикой засухоустойчивости сортов.

*Ключевые слова:* *Triticum aestivum* L., сорта, засуха, устойчивость, фотосинтез, фотодыхание, хлорофилл.

RESPONSES OF PHOTOSYNTHETIC  
APPARATUS ON SOIL DROUGHT IN WINTER  
WHEAT VARIETIES CONTRASTING IN THEIR  
DROUGHT-TOLERANCE

O.G. Sokolovska-Sergijenko, O.O. Stasik

Institute of Plant Physiology and Genetics  
National Academy of Sciences of Ukraine,  
Ukraine, 03022, Kyiv, 31/17 Vasilkivska St.,  
e-mail: [sokolovskay@rambler.ru](mailto:sokolovskay@rambler.ru)

The soil water deficit effects on water relations, CO<sub>2</sub> exchange, chlorophyll content and growth rate were studied in 9 winter wheat varieties differing in their drought tolerance. The extent of decrease in the relative water content, the CO<sub>2</sub> exchange rate and the specific growth rate of stressed plants did not correspond with drought-tolerance ratings of varieties. The drought-induced changes in photorespiration rate were different in varieties studied however the ratio of photorespiration to photosynthesis increased dramatically in stressed plants of all varieties. It was found a positive correlation between photosynthesis and photorespiration rates in stressed plants and an accordance between the stress-induced decrease in chlorophyll content and the drought-tolerance ratings of varieties.

*Key words:* *Triticum aestivum* L., varieties, drought, tolerance, photosynthesis, photorespiration, chlorophyll.