

УДК [581.132+631.816.1](633.111)

## ПОТУЖНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ, ЗЕРНОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ІНТЕНСИВНИХ СОРТІВ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

Г.О. ПРЯДКІНА, В.В. ШВАРТАУ, Л.М. МИХАЛЬСЬКА

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України  
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17  
e-mail: pryadk@yandex.ru*

Досліджено вплив двох високих рівнів мінерального живлення ( $N_{90}P_{60}K_{60}S_{10}$ ,  $N_{120}P_{90}K_{90}S_{20}$ ) на асиміляційний апарат, зернову продуктивність та якість зерна озимої пшениці. Встановлено, що такі дози мінерального живлення сприяли істотному порівняно з варіантом без внесення добрив підвищенню фотосинтетичного потенціалу листків посівів у період цвітіння—молочно-воскова стиглість (на 50—100 %) та урожаю зерна (на 70—80 %). Вміст білка і клейковини зріс меншою мірою — на 5—10 %. Тісний взаємозв'язок хлорофільного фотосинтетичного потенціалу листків посівів та урожайності підтвердив важливість регулювання потужності фотосинтетичного апарату певним рівнем мінерального живлення для отримання високих урожаїв інтенсивних сортів озимої пшениці. Збільшення тільки одного з показників асиміляційної поверхні посівів — вмісту хлорофілу в листках — та однакові значення листового індексу варіанта  $N_{120}P_{90}K_{90}S_{20}$  порівняно з  $N_{90}P_{60}K_{60}S_{10}$  вказують на існування певних меж регуляції фотосинтетичного апарату умовами живлення.

*Ключові слова:* *Triticum aestivum* L., хлорофільний фотосинтетичний потенціал листків, урожайність, мінеральне живлення.

Відомо, що урожайність та якість зерна озимої пшениці визначаються багатьма чинниками: кліматичними, метеорологічними, ґрунтовими, сортовими, а також попередниками, рівнем мінерального живлення тощо. Провідним регульованим чинником середовища, який впливає на елементи продуктивності, є добрива. Питання взаємозв'язку урожайності, якості зерна та рівня мінерального живлення всебічно вивчали у 1960—1980-ті роки [10, 13]. Однак сучасні високоінтенсивні сорти цієї важливої продовольчої культури істотно різняться за архітектонікою рослини, деякими біохімічними показниками та потенційною продуктивністю [3, 8]. Зокрема встановлено, що в роки зі сприятливими погодними умовами хлорофільний фотосинтетичний потенціал сучасних короткостеблових сортів вищий, ніж високорослих [4]. Є дані, що у північно-західних регіонах Росії короткостеблові сорти ярої пшениці з підвищенням дози азотного живлення більшою мірою використовують азот для формування зерна, ніж високорослі [2]. Водночас різниці в ефективності утилізації азоту в зерно, яку оцінювали за відношенням вмісту азоту в зерні до його вмісту в надземній масі, між контрастними за зерною продуктивністю сортами озимої пшениці не було, хоча високопродуктивні сорти різнилися ефективнішим поглинанням азоту з ґрунту [7].

Одним із чинників, що зумовлює переваги сучасних сортів пшениці, є структурна організація фотосинтетичного апарату рослин. За літературними даними [1, 4, 5], саме показники фотосинтетичної діяльності найтісніше корелюють із зерновою продуктивністю рослин, однак питання реакції фотосинтетичного апарату нових сортів цієї культури на високі дози мінерального живлення, які потрібні для реалізації їх генетичного потенціалу, майже не досліджені [8, 9, 11]. У зв'язку з цим метою нашої роботи було дослідження реакції зернової продуктивності та якості зерна на зміну потужності асиміляційного апарату інтенсивних сортів м'якої озимої пшениці, спричинену рівнем мінерального живлення.

### Методика

Досліджено два сорти озимої пшениці — Смуглянка (високоінтенсивний тип) та Переяславка (інтенсивний тип), вирощені на ділянках сортови-пробування озимої пшениці в дослідному господарстві ІФРГ НАН України (Київська обл.). Облікова площа кожної ділянки становила 10 м<sup>2</sup>. Щільність посіву під час збирання врожаю — 730—750 пагонів на 1 м<sup>2</sup>. Оскільки для оптимального перебігу фізіологічних і біохімічних процесів потрібне забезпечення рослин живленням протягом усього вегетаційного періоду, мінеральні добрива (по 90 і 120 кг діючої речовини азоту, 60 і 90 — фосфору та калію, 10 і 20 — сірки відповідно у варіантах N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>S<sub>10</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>S<sub>20</sub>) вносили восени та в окремі фази весняно-літньої вегетації. Контролем слугував варіант без внесення добрив. Фази розвитку рослин визначали згідно з працею [6]. Зразки для визначення вмісту фотосинтетичних пігментів і листового індексу посівів відбирали у фази цвітіння, молочної та молочно-воскової стиглості зерна. Вміст хлорофілів *a* і *b* у листках визначали спектрофотометричним методом з екстракцією диметилсульфоксидом [14]. Площу зелених листків окремого пагона (*S*) озимої пшениці обчислювали за формулою

$$S = 0,76 lh,$$

де *l* — довжина, *h* — максимальна ширина листової пластинки.

Листковий індекс (ЛІ) — це площа всіх зелених листків (га) на одиниці поверхні ґрунту (га). Хлорофільний індекс зелених листків пагона обчислено як добуток площі листків і вмісту сумарного хлорофілу в них. Хлорофільний фотосинтетичний потенціал відповідає сумі щоденних значень хлорофільного індексу за певний період розвитку [10]. Для його підрахунку будували графіки динаміки хлорофільного індексу зелених листків упродовж періоду цвітіння—молочно-воскова стиглість і знаходили значення хлорофільного фотосинтетичного потенціалу листків на одиницю площі посіву (ХФПП). Вміст білка і сухої клейковини в зерні визначали згідно з ДСТУ на приладі Inframatik 8600 фірми Perten (Швеція).

Повторність кожного варіанта чотириразова, біологічна повторність — 20 рослин.

### Результати та обговорення

Динаміку основних показників, що характеризують потужність фотосинтетичного апарату досліджуваних сортів озимої пшениці, ілюструє рис. 1. Листковий індекс посіву у варіанті без внесення добрив був менший за оптимальний (3,0—3,5 [13]) для обох сортів упродовж усього досліджува-

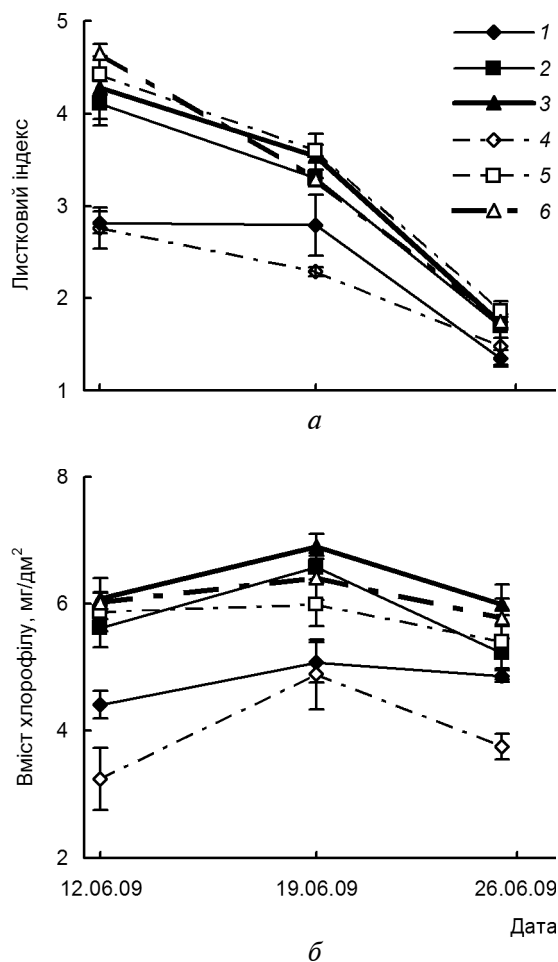


Рис. 1. Динаміка листкового індексу посівів (а) і вмісту сумарного хлорофілу (б) в листках сортів озимої пшениці Смуглянка (1–3) та Переяславка (4–6) за різних доз мінерального живлення:

1, 4 – контроль (без внесення добрив); 2, 5 –  $N_{90}P_{60}K_{60}S_{10}$ ; 3, 6 –  $N_{120}P_{90}K_{90}S_{20}$

істотно, але всі вони були вірогідно вищими, ніж контрольного варіанта. У зв'язку з цим і значення хлорофільного індексу, який є добутком вмісту хлорофілу в листках на їх площу, впродовж досліджуваного періоду вегетації між варіантами з високим фоном мінерального живлення різ-

ного періоду вегетації: навіть у фазу цвітіння, коли ЛІ у посівах пшениці максимальний, він дорівнював 2,8 (див. рис. 1, а). У разі внесення мінеральних добрив цей показник істотно зростає порівняно з варіантом без їх внесення: у фази цвітіння і молочної стиглості зерна – на 30–50, у фазу молочно-воскової стиглості – на 20–25 %. Той факт, що ЛІ посівів залишався близьким до оптимального і після фази цвітіння, засвідчує більшу тривалість активного функціонування фотосинтетичного апарату за високих доз мінерального живлення. Аналогічно впливало мінеральне живлення і на вміст сумарного хлорофілу в листках озимої пшениці (див. рис. 1, б): порівняно з варіантом без внесення добрив у фазу цвітіння він зростає на 55–60, молочної стиглості – на 35–40, молочно-воскової стиглості – на 25–40 %.

За цими двома показниками фотосинтетичної діяльності рослини варіантів із високими дозами мінерального живлення відрізнялися від відповідних не-

ТАБЛИЦЯ 1. Хлорофільний потенціал листків на одиниці площі посіву за період цвітіння–молочно-воскова стиглість зерна озимої пшениці сортів Смуглянка і Переяславка

Варіант	Смуглянка		Переяславка	
	(ц хлорофілу · доба)/га	% конт-ролю	(ц хлорофілу · доба)/га	% конт-ролю
Без внесення добрив	1,58 ± 0,16	100	1,20 ± 0,10	100
$N_{90}P_{60}K_{60}S_{10}$	2,39 ± 0,06	151	2,40 ± 0,13	200
$N_{120}P_{90}K_{90}S_{20}$	2,74 ± 0,10	173	2,64 ± 0,12	220

ТАБЛИЦА 2. Влияние уровня минерального живления на урожайность, вміст білка і клейковини у зерні озимої пшениці сортів Смуглянка і Переяславка

Вариант	Урожайність, ц/га		Вміст білка, %		Вміст клейковини, %	
	Смуглянка	Переяславка	Смуглянка	Переяславка	Смуглянка	Переяславка
Без внесення добрив	60,0±3,1	55,1±2,7	13,3±0,3	13,2±1,0	28,0±0,6	27,7±2,2
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>10</sub>	$\frac{102,3 \pm 2,9}{170}$	$\frac{98,4 \pm 2,6}{178}$	$\frac{14,0 \pm 0,1}{105}$	$\frac{13,9 \pm 0,4}{105}$	$\frac{29,8 \pm 0,1}{106}$	$\frac{29,4 \pm 1,0}{106}$
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> S <sub>20</sub>	$\frac{105,8 \pm 2,6}{176}$	$\frac{99,0 \pm 3,8}{180}$	$\frac{13,9 \pm 0,1}{105}$	$\frac{14,5 \pm 0,2}{110}$	$\frac{29,6 \pm 0,3}{106}$	$\frac{30,7 \pm 0,4}{110}$

Примітка: над рискою — абсолютні величини, під рискою — % контролю.

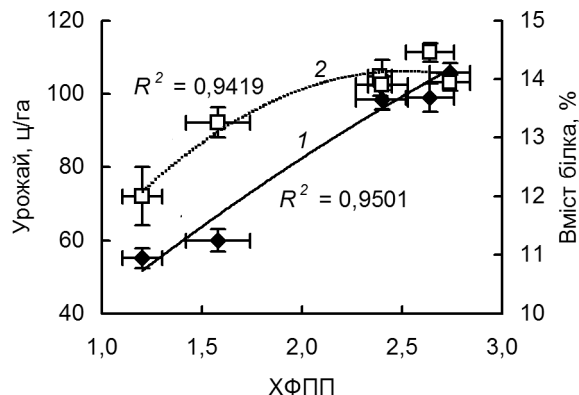


Рис. 2. Залежність зернової продуктивності (1) та вмісту білка (2) озимої пшениці сортів Смуглянка і Переяславка від величини хлорофільного потенціалу посіву за період цвітіння—молочно-воскова стиглість зерна

нилися невірогідно, але в 1,7—2 рази перевищували варіант без внесення добрив.

Розраховані на основі даних щодо динаміки хлорофільного індексу значення хлорофільного фотосинтетичного потенціалу листків на одиниці площі посіву за період цвітіння—молочно-воскова стиглість зерна для обох сортів озимої пшениці наведено в табл. 1. Встановлено, що внесення 90 кг/га азотних добрив забезпечувало істотне зростання хлорофільного потенціалу посіву порівняно з варіантом без внесення добрив: в 1,5 раза для сорту Смуглянка і в 2 рази — для сорту Переяславка, внесення 120 кг/га — відповідно в 1,7 та 2,2 рази. Дещо більше зростання ХФПП у сорту Переяславка порівняно із сортом Смуглянка зумовлене меншим його значенням у контрольному варіанті. Причиною незначного збільшення ХФПП у варіанті N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>S<sub>20</sub> порівняно з N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>S<sub>10</sub> є деяке підвищення вмісту хлорофілу (в середньому на 8 % за період цвітіння—молочно-воскова стиглість зерна), а загальна площа листків майже не змінилася.

Значення урожайності та показники якості зерна обох сортів озимої пшениці наведено в табл. 2. Збільшення дози мінеральних добрив порівняно з варіантом без їх внесення вірогідно вплинуло на ці показники, а найбільше — на урожайність: вона зросла в середньому на 74—78, вміст білка і клейковини в зерні — лише на 5—10 %. Ймовірно причиною близьких значень урожайності за двох високих доз мінерального

живлення могло бути погіршення режиму ФАР у нижніх ярусах посіву варіанта  $N_{120}P_{90}K_{90}S_{20}$ .

Характер залежностей між ХФПП, зерновою продуктивністю і вмістом білка в обох сортів озимої пшениці також був різним: у межах досліджених змін ХФПП (від 1,2 до 2,7 ц хлорофілу·доба/га) урожайність зерна безперервно зростала, тоді як залежність між ХФПП і вмістом білка мала тенденцію до насичення з виходом на плато після 2 ц хлорофілу·доба/га (рис. 2), тобто збільшення хлорофільного потенціалу не забезпечувало подальшого зростання вмісту білка. Хоча можливо, що за інших погодних умов межа ХФПП, за якої крива залежності виходить на плато, може змінитись, оскільки відомо, що умови вирощування істотно впливають на вміст білка в зерні [2, 12].

Результати дослідження підтвердили, що підвищення рівня мінерального живлення забезпечує зростання обох показників фотосинтетичної діяльності посівів — листкового індексу та вмісту хлорофілу в листках інтенсивних сортів м'якої озимої пшениці. Це обумовило істотне збільшення хлорофільного потенціалу посівів у варіантах із високими дозами мінерального живлення — на 50—100 % контрольного. Тісний взаємозв'язок ХФПП, урожайності та показників якості зерна засвідчує важливість регулювання потужності фотосинтетичного апарату рівнем мінерального живлення для отримання високих урожаїв, однак доказів позитивного впливу дози мінерального живлення  $N_{120}P_{90}K_{90}S_{20}$  порівняно з дозою  $N_{90}P_{60}K_{60}S_{10}$  на всі досліджувані параметри за даних погодних умов не отримано, неістотні відмінності цих параметрів у варіантах із внесенням високих доз мінеральних добрив підтверджують існування певних меж їх збільшення для отримання високих урожаїв. Отже, знання закономірностей формування врожаю й чинників, що його обумовлюють, дає змогу ефективно використовувати ресурси добрив з урахуванням економічної доцільності, екологічної безпеки виробництва та отримання максимальних урожаїв.

1. Андрианова Ю.Е., Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений. — М.: Наука, 2000. — 135 с.
2. Быков Г.Н. Влияние азотного удобрения на урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Вологда, 2006. — 16 с.
3. Гергокаев Д.А., Кереева Л.Ю., Ташилов Х.С. Влияние минерального питания на качество зерна озимой пшеницы в условиях степной зоны КБР // Успехи соврем. естествознания. — 2007. — № 12. — С. 67—68.
4. Дуденко Н.В., Андрианова Ю.Е., Максютова Н.Н. Формирование хлорофилльного фотосинтетического потенциала пшеницы в сухой и влажный годы // Физиология растений. — 2002. — 49, № 5. — С. 684—687.
5. Дуденко Н.В., Тарчевский И.А., Максютова Н.Н. и др. Структура «поверхностных» и хлорофилльных фотосинтетических потенциалов посевов сортов озимой пшеницы, различающихся по высоте // Докл. АН. — 2001. — 379. — С. 127—129.
6. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. — М.: Высш. шк., 1977. — 288 с.
7. Моргул В.В., Шадчина Т.М., Дмитриева В.В., Прядкина Г.А. Эффективность поглощения и утилизации азота у высокоурожайных сортов озимой пшеницы украинской селекции // Фактори експерим. еволюції організмів. — К.: Логос, 2008. — Т. 5 — С. 124—131.
8. Моргул В.В., Швартау В.В., Кірізій Д.А. Фізіологічні основи отримання високих урожаїв пшениці // Физиология и биохимия культ. растений. — 2008. — 40, № 6. — С. 463—479.
9. Прядкина Г.А., Шадчина Т.М. Связь между показателями мощности развития фотосинтетического аппарата и зерновой продуктивностью озимой пшеницы в разные по погодным условиям годы // Там же. — 2009. — 41, № 2. — С. 59—68.
10. Тарчевский И.А., Андрианова Ю.Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы // Физиология растений. — 1980. — 27, № 2. — С. 341—347.
11. Шадчина Т.М., Прядкина Г.О., Моргул В.В. Зв'язок між характеристиками фотосинтетичного апарату та зерновою продуктивністю у різних сортів озимої пшениці // Досягнен-

## МОЩНОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА

- ня і проблеми генетики, селекції і біотехнології. — К.: Логос, 2007. — Т. 2. — С. 410—415.
12. *Fowler D.B.* Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat // *Agr. J.* — 2003. — **95**. — P. 260—265.
  13. *Richards R.A.* Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops // *J. Exp. Bot.* — 2000. — **51**, N 90001. — P. 447—458.
  14. *Wellburn A.R.* The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution // *J. Plant Physiol.* — 1994. — **144**, N 3. — P. 307—313.

Отримано 01.03.2010

### МОЩНОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА, ЗЕРНОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ИНТЕНСИВНЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

*Г.А. Прядкина, В.В. Швартау, Л.Н. Михальская*

Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

Исследовано влияние двух высоких уровней минерального питания ( $N_{90}P_{60}K_{60}S_{10}$ ,  $N_{120}P_{90}K_{90}S_{20}$ ) на ассимиляционный аппарат, зерновую продуктивность и качество зерна озимой пшеницы. Установлено, что такие дозы минерального питания способствовали существенному по сравнению с вариантом без внесения удобрений повышению хлорофилльного фотосинтетического потенциала листьев посевов в период цветения—молочно-восковая спелость (на 50—100 %) и урожая зерна (на 70—80 %). Содержание белка и клейковины увеличилось в меньшей степени — на 5—10 %. Тесная взаимосвязь хлорофилльного фотосинтетического потенциала листьев посевов и урожайности подтверждает важность регуляции мощности фотосинтетического аппарата определенным уровнем минерального питания для получения высоких урожаев интенсивных сортов озимой пшеницы. Увеличение только одного из показателей ассимиляционной поверхности посевов — содержания хлорофилла в листьях — и одинаковые значения листового индекса варианта  $N_{120}P_{90}K_{90}S_{20}$  по сравнению с  $N_{90}P_{60}K_{60}S_{10}$  указывают на существование определенных границ регуляции фотосинтетического аппарата условиями питания.

### THE CAPACITY OF PHOTOSYNTHETICAL APPARATUS, GRAIN PRODUCTIVITY AND IT QUALITY OF INTENSIVE VARIETIES OF WINTER WHEAT AT DIFFERENT LEVELS OF MINERAL NUTRITION

*G.A. Pryadkina, V.V. Schwartau, L.N. Mihalskaya*

Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine  
31/17 Vasylykivska St., Kyiv, 03022, Ukraine

The effects of two high levels of mineral nutrition ( $N_{90}P_{60}K_{60}S_{10}$  and  $N_{120}P_{90}K_{90}S_{20}$ ) on assimilation apparatus, grain productivity and quality of grain of winter wheat were studied. High dose of mineral nutrition promoted substantial increase of chlorophyll photosynthetic potential of leaves during period flowering — milky-waxness (on 50—100 % compared with the variant without fertilizers) and grain yield (on 70—80 %). The content of protein and gluten in grain increased smaller — on 5—10 %. The close correlation between leaves chlorophyll photosynthetic potential and grain yield confirms an importance of crop photosynthetic apparatus parameters regulation by level of mineral nutrition for receipt high yield of intensive varieties of winter wheat. The increase of only content of chlorophyll in leaves — and the same values of LAI in variant  $N_{120}P_{90}K_{90}S_{20}$  compared with  $N_{90}P_{60}K_{60}S_{10}$  indicate the existence of certain limits of regulation of the photosynthetic apparatus by nutrition conditions.

*Key words:* *Triticum aestivum* L., leaves chlorophyll photosynthetic potential, yield, mineral nutrition.