

УДК 581.131:633.11

СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ РЕУТИЛІЗАЦІЇ АЗОТУ З ВЕГЕТАТИВНИХ ЧАСТИН ПАГОНА ПШЕНИЦІ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

Д.А. КІРІЗІЙ, П.Л. РИЖИКОВА

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

Рослини озимої пшениці трьох сортів (Фаворитка, Смуглянка, Миронівська 808) вирощували у вегетаційному досліді на двох фонах мінерального живлення: $N_{160}P_{160}K_{160}$ і $N_{32}P_{32}K_{32}$ мг/кг ґрунту. У фази цвітіння й повної стиглості визначали масу сухої речовини органів головного пагона, вміст у ній азоту, елементи зернової продуктивності, вміст азоту в зерні. За отриманими даними розраховано коефіцієнти реутилізації азоту в період наливання зерна для цілого пагона та окремих його частин. Показано, що в рослин озимої пшениці нових високоінтенсивних сортів Фаворитка і Смуглянка ефективність реутилізації азоту з вегетативних частин пагона до зерна вища, ніж у сорту Миронівська 808. За зниженого рівня мінерального живлення коефіцієнти реутилізації були меншими, але нові сорти зберігали перевагу за цим показником. За високого фону мінерального живлення рослини сортів Фаворитка і Смуглянка краще використовували резервний азот стебла, ніж рослини сорту Миронівська 808.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., пшениця, мінеральне живлення, азот, реутилізація.

Пшениця є зерновим злаком, який становить основу харчового раціону більшості людства [3]. В останні десятиліття в селекції пшениці досягнуто значних успіхів стосовно підвищення врожайності, проте якість зерна, яка негативно корелює з продуктивністю, знизилась [23]. Оскільки білковість зерна — один із визначальних чинників його ринкової ціни, а білки — основні азотовмісні сполуки, дослідження особливостей поглинання і розподілу азоту в рослинах пшениці безсумнівно актуальні [5].

Білок у зерні накопичується в результаті використання двох джерел азотистих сполук: реутилізації азоту, накопиченого у вегетативних органах (переважно листках і стеблі) до цвітіння, та поглинання азоту з ґрунту в період дозрівання зерна [10, 18, 19]. Листок і стебло — найефективніші щодо реутилізації азоту в зерно [27]. Будь-яке підвищення врожайності пшениці має супроводжуватись збільшенням поглинання азоту та ефективності його використання [14, 17, 24].

На відміну від вуглеводів, головним джерелом яких за нормальних умов протягом наливання зерна пшениці є поточний фотосинтез листків, а резерви стебла відіграють допоміжну роль, перерозподіл азотовмісних сполук має свої особливості. Відомо, що більш як 60—70 % азоту, який міститься у стиглому зерні, забезпечує реутилізація цього елемента, накопиченого в різних органах рослини перед цвітінням [15].

У пшениці реутилізація азоту зі стебла й листків до зерна залежить від екологічних чинників, внесення добрив та генотипу [9, 16, 17, 26]. Зі зменшенням висоти стебла азотний індекс врожаю (тобто ефективність використання поглиненого рослиною азоту на формування маси зерна) збільшується [14]. Підвищення ефективності використання азоту є важливою умовою створення нових сортів пшениці. Для цього треба зменшити конкуренцію між вегетативними й генеративними органами за азот після цвітіння та посилити його поглинання [21]. Останнє особливо важливе для формування врожайності, оскільки зерно, що росте, є потужним акцептором азоту і перемикає на себе його ремобілізацію з вегетативних органів [11]. Це зменшує інтенсивність фотосинтезу посіву і пришвидшує старіння листків, що негативно позначається на зерновій продуктивності.

За літературними даними, врожайність нових високобілкових сортів канадських пшениць підвищилась завдяки більшим продуктивності колоса, інтенсивності його наповнення, ефективнішій ремобілізації вуглеводів та азоту в зерно [25]. Нові сорти накопичували більше азоту в прапорцевому листку й ефективніше його ремобілізували протягом наливання зерна. Це також було характерним і для інших органів.

Однак унаслідок відомої негативної кореляції між урожаєм зерна і вмістом у ньому білка складно поліпшити ці параметри у сортів, що за своїм генетичним потенціалом наближаються до максимальних значень однієї з цих ознак [5]. Компромісним шляхом вирішення проблеми може бути підвищення врожайності без зменшення прийняттого рівня білковості зерна, що дасть змогу збільшити збір білка з одиниці площі посіву [13].

В останні роки створено нові сорти пшениці інтенсивного типу з високим генетичним потенціалом продуктивності, для розкриття якого необхідні, зокрема, поліпшені умови мінерального живлення [2]. Проте відомо, що, з одного боку, надмірне азотне живлення призводить до зменшення ефективності використання цього елемента [20]. З іншого боку, в літературі наголошується на важливості досліджень щодо ефективності використання азоту рослинами за низького рівня мінерального живлення [8], оскільки, по-перше, у виробництві не завжди можна створити належні умови, а по-друге, вважається, що рослини з ліпшими показниками за низького рівня живлення збережуть свою перевагу і за високого. Цікаво було дослідити, чи змінився в процесі селекції у нових сортів характер перерозподілу азоту між органами і як реутилізація залежить від забезпеченості рослин цим елементом.

Метою нашої роботи було вивчення особливостей реутилізації азоту з вегетативних органів рослин озимої пшениці в процесі наливання зерна в нових високоінтенсивних сортів порівняно із сортом більш ранньої селекції при вирощуванні за різних умов мінерального живлення.

Методика

Рослини озимої м'якої пшениці трьох сортів — Фаворитка, Смуглянка і Миронівська 808 — після перезимівлі у природних умовах пересадили навесні у стадії кушіння у вегетаційні посудини з 10 кг ґрунту. Рослини у кількості 15 шт. на посудину вирощували на двох фонах мінерального живлення, які створювали додаванням у ґрунт нітроамофоски при наби-

ванні. Дози внесених добрив за високого (В) і низького (Н) фонів мінерального живлення становили відповідно $N_{160}P_{160}K_{160}$ і $N_{32}P_{32}K_{32}$ мг/кг ґрунту. Посудини розміщували на стелажі вегетаційного майданчика за природного освітлення, вологість ґрунту підтримували на рівні 60–70 % повної вологоємності поливом згори і в трубку.

В період цвітіння та за повної стиглості відбирали проби для визначення маси сухої речовини органів головного пагона, вмісту в ній азоту. Проби фіксували у сушильній шафі за 105 °С й досушували за 70 °С до сталої маси. Наприкінці вегетації визначали складові зернової продуктивності головного пагона (масу зерна з колоса, кількість зернин у колосі, масу 1000 зернин, $K_{\text{госп}}$, вміст азоту в зерні). Вміст загального азоту в сухій речовині встановлювали методом К'ельдаля за Починком [6].

За відносним вмістом азоту (% сухої речовини) та масою органів розраховували валові кількості азоту в окремих частинах головного пагона рослин пшениці в період цвітіння та за повної стиглості за формулою

$$N_B = N_{\%} m/100,$$

де N_B — валова кількість азоту, мг; $N_{\%}$ — вміст азоту в сухій речовині, %; m — маса сухої речовини частини чи цілого органа рослини, мг.

За валовими кількостями азоту обчислювали коефіцієнти реутилізації цього елемента в період наливання зерна за формулами [4]

$$K_p = (N_{\text{ц}} - N_{\text{п}})/N_{\text{ц}},$$

$$K_{pz} = (N_{\text{ц}} - N_{\text{п}})/N_z,$$

де K_p — коефіцієнт реутилізації, що відповідає частці азоту, який містився у вегетативних частинах пагона й колоскових лусках і відтік із них у процесі наливання зерна; K_{pz} — коефіцієнт реутилізації, що показує, яка частка азоту, що міститься у зерні, могла надійти до нього з вегетативних частин пагона і колоскових лусок; $N_{\text{ц}}$ — маса азоту в цілому пагоні або його частині в період цвітіння, мг; $N_{\text{п}}$ — маса азоту у вегетативних частинах пагона та полові за повної стиглості, мг; N_z — маса азоту в зерні з цілого колоса, мг.

Повторність дослідів шестиразова, аналізів — триразова. Отримані дані оброблено статистично. На рисунках і в таблицях наведено середні значення та їх стандартні відхилення. Вірогідність різниці між варіантами обговорено за рівня значущості $p \leq 0,05$.

Результати та обговорення

Нестача мінерального живлення призводила до зменшення маси всіх органів головного пагона рослин озимої пшениці вже у фазу цвітіння (рис. 1). Так, маса сухої речовини надземної частини рослин сорту Миронівська 808 за низького фону живлення в цей період була на 24 % меншою, ніж за високого, у рослин сортів Смуглянка і Фаворитка — відповідно на 14 і 18 %. Отже, нестача мінерального живлення вплинула на біологічну продуктивність рослин сорту Миронівська 808 у фазу цвітіння сильніше, ніж рослин сортів високоінтенсивного типу. За повної стиглості маса листків і стебел в усіх варіантах зменшилася порівняно із фазою цвітіння, а колоса — збільшилася. Зменшення маси сухої речовини вегетативних частин рослин пшениці протягом досягання зумовлене реутилізацією пластичних речовин у зерно. Зі стебел реутилізуються вуглеводи, що накопичуються в них у вигляді полімерних форм

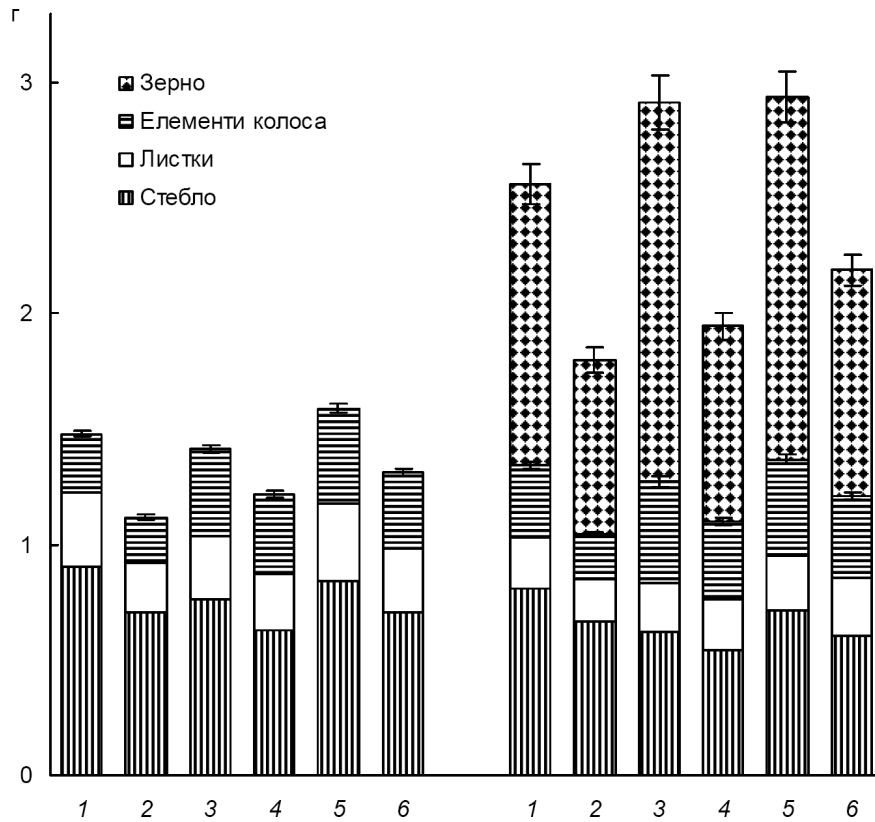


Рис. 1. Маса сухої речовини (г) частин головного пагона рослин озимої пшениці різних сортів за умов високого (В) та низького (Н) рівнів мінерального живлення. Тут і на рис. 2: 1 – Миронівська 808 (В); 2 – Миронівська 808 (Н); 3 – Смуглянка (В); 4 – Смуглянка (Н); 5 – Фаворитка (В); 6 – Фаворитка (Н)

(фруктанів) [1], та азотовмісні сполуки. Із листків реутилізуються переважно азотовмісні сполуки, оскільки фотосинтетичні структури містять багато білків. Серед них за кількістю переважає ключовий фермент циклу Кальвіна — РБФК/О, який становить майже половину розчинного білка клітин мезофілу.

Маса колоса збільшується переважно за рахунок зерна, маса інших його частин порівняно із фазою цвітіння змінюється менше. Зернова продуктивність головного пагона за низького рівня мінерального живлення порівняно з високим рівнем у рослин сорту Миронівська 808 зменшувалась на 38 %, сорту Смуглянка — на 49, Фаворитка — на 38 %. Однак маса зерна з колоса у рослин сортів Смуглянка і Фаворитка за низького рівня все ж була більшою, ніж у сорту Миронівська 808, оскільки за високого рівня живлення вони істотно переважали останній сорт за цим показником. Слід зазначити, що зернова продуктивність головного пагона знижувалась як за рахунок зменшення маси 1000 зернин, так і кількості зернин у колосі (табл. 1). Очевидно, за низького рівня мінерального живлення нестача асимілятів виявилася вже в період формування зав'язей і відбилася на їх виживаності після запліднення, що й призвело до зменшення кількості зернин. Зниження маси 1000 зернин зумовлене нестачею асимілятів у період їх наливання внаслідок обмеження розвитку фотосинтетичного апарату низьким рівнем мінерального живлення.

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕУТИЛИЗАЦИИ АЗОТА

ТАБЛИЦЯ 1. Елементи зернової продуктивності головного пагона рослин озимої пшениці різних сортів за умов високого (В) та низького (Н) рівнів мінерального живлення

Варіант	Маса зерна з колоса		Маса 1000 зернин		Кількість зернин у колосі		$K_{\text{госп}}$
	г	% КОНТ-ролю	г	% КОНТ-ролю	шт.	% КОНТ-ролю	
Миронівська 808 (В)	1,215	100	39,7	100	31	100	0,46
Миронівська 808 (Н)	0,755	62	31,5	79	24	77	0,41
Смуглянка (В)	1,643	100	45,0	100	37	100	0,54
Смуглянка (Н)	0,845	51	37,3	83	23	62	0,43
Фаворитка (В)	1,571	100	45,8	100	34	100	0,53
Фаворитка (Н)	0,981	62	34,1	74	29	85	0,46
НІР _{0,05}	0,112	—	2,6	—	3	—	—

Господарська ефективність урожаю ($K_{\text{госп}}$) у рослин високоінтенсивних сортів була вищою, ніж у сорту Миронівська 808 (див. табл. 1). Зниження рівня мінерального живлення спричинило зменшення $K_{\text{госп}}$ у всіх сортів, але в сортів Смуглянка і Фаворитка він залишився вищим порівняно із сортом Миронівська 808. Зменшення $K_{\text{госп}}$ свідчить, що нестача живлення сильніше впливає на зернову продуктивність, ніж на вегетативний ріст рослин пшениці. Можливо, це зумовлено поступовим посиленням дефіциту елементів живлення протягом вегетації рослин за низького фону.

Зниження рівня мінерального живлення, в тому числі азотного, призвело до зменшення відносного вмісту (%) цього елемента в усіх органах пагона пшениці у фазу цвітіння порівняно з високим рівнем живлення (табл. 2). Особливо істотним це зменшення було у рослин сорту

ТАБЛИЦЯ 2. Вміст загального азоту (% маси сухої речовини) в частинах головного пагона рослин озимої пшениці різних сортів за умов високого (В) та низького (Н) рівнів мінерального живлення

Сорт, варіант	Листки	Стебло	Колос, полова	Зерно
Цвітіння				
Миронівська 808 (В)	3,00±0,09	1,54±0,05	2,25±0,08	—
Миронівська 808 (Н)	1,12±0,04	0,78±0,02	1,18±0,04	—
Смуглянка (В)	3,49±0,10	1,77±0,05	2,15±0,06	—
Смуглянка (Н)	1,86±0,06	0,76±0,02	2,03±0,06	—
Фаворитка (В)	3,70±0,11	1,72±0,05	2,13±0,06	—
Фаворитка (Н)	2,32±0,07	0,71±0,02	1,60±0,05	—
Повна стиглість				
Миронівська 808 (В)	1,08±0,03	0,70±0,02	0,88±0,03	2,40±0,07
Миронівська 808 (Н)	0,72±0,02	0,47±0,01	0,55±0,02	1,58±0,05
Смуглянка (В)	1,20±0,04	0,57±0,02	0,78±0,02	2,46±0,07
Смуглянка (Н)	0,86±0,03	0,58±0,02	0,76±0,02	1,75±0,05
Фаворитка (В)	1,14±0,03	0,60±0,02	0,87±0,03	2,52±0,08
Фаворитка (Н)	0,87±0,03	0,50±0,02	0,78±0,02	1,88±0,06

Миронівська 808. За повної стиглості вміст азоту у вегетативних частинах, особливо листках, знизився порівняно із фазою цвітіння внаслідок деградації білків фотосинтетичного апарату та реутилізації азотовмісних сполук у зерно. Загалом за вмістом азоту в листках високоінтенсивні сорти переважали сорт Миронівська 808, що пов'язано з потужністю їх фотосинтетичного апарату [1].

Якщо у фазу цвітіння найвищий вміст азоту фіксується в листках рослин, то за повної стиглості головна його частка зосереджена в зерні у вигляді запасних білків. Нестача азоту за низького рівня мінерального живлення призвела до падіння його вмісту в зерні, причому цей ефект сильніше виявився у сорту Миронівська 808. За високого рівня забезпеченості азотом різниця між сортами за вмістом цього елемента була неістотною.

Згідно з розрахунками валових кількостей азоту в частинах пагона, в період цвітіння головним депо цього елемента є стебло (рис. 2). Це зумовлено тим, що хоча відносний вміст азоту в листках більший, ніж у стеблі, їх маса значно менша (див. рис. 1). Аналогічний результат щодо провідної ролі стебла в накопиченні азоту в період цвітіння отримано при дослідженні 20 сортів озимої пшениці на Ротамстедській дослідній станції (Велика Британія) [10]. Разом з тим у літературі є дані, що вміст азоту в прапорцевому листку в період цвітіння добре корелює з білковістю зерна [22]. Британські й французькі дослідники вважають, що добір на накопичення азоту в прапорцевому листку в період цвітіння та на його подальшу ремобілізацію може бути важливим у селекційних програмах з оптимізації тривалості старіння, поліпшення врожайності, ефективності використання азоту та білковості зерна [16]. З цим узгоджуються результати наших дослідів, зокрема отримані на рослинах, вирощуваних за зниженого рівня мінерального живлення. За таких умов валова кількість азоту в листках нових сортів у період цвітіння дорівнювала або переважала цей показник для стебла (див. рис. 2).

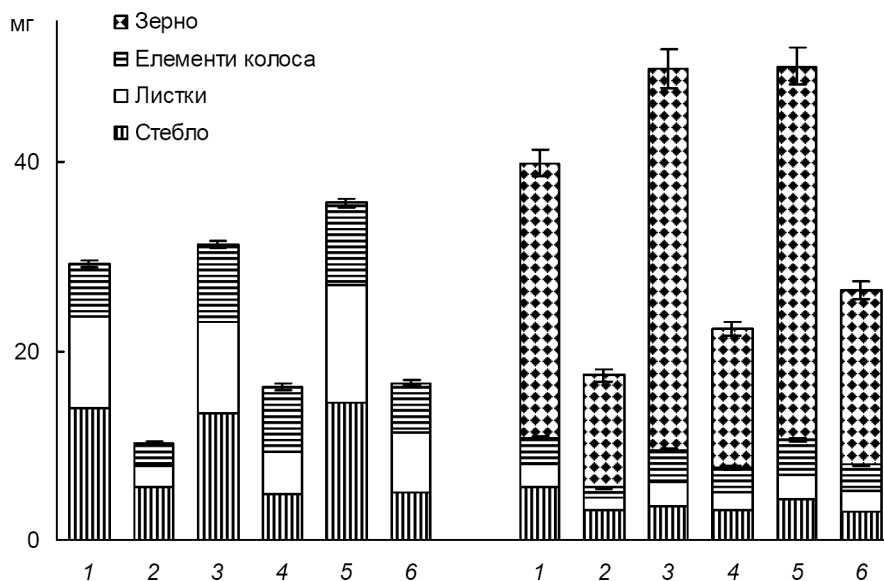


Рис. 2. Загальна кількість азоту (мг) у частинах головного пагона рослин озимої пшениці різних сортів за умов високого та низького рівнів мінерального живлення

Коефіцієнти реутилізації азоту в процесі наливання зерна (K_p), розраховані для цілого пагона, у рослин нових сортів за високого рівня мінерального живлення були вищими, ніж у сорту Миронівська 808 (рис. 3). Зниження рівня живлення призвело до зменшення K_p у всіх сортів приблизно на чверть, однак перевага високоінтенсивних сортів над сортом Миронівська 808 за цим показником збереглась. Показник K_{p3} за низького рівня мінерального живлення у сортів Фаворитка і Смуг-

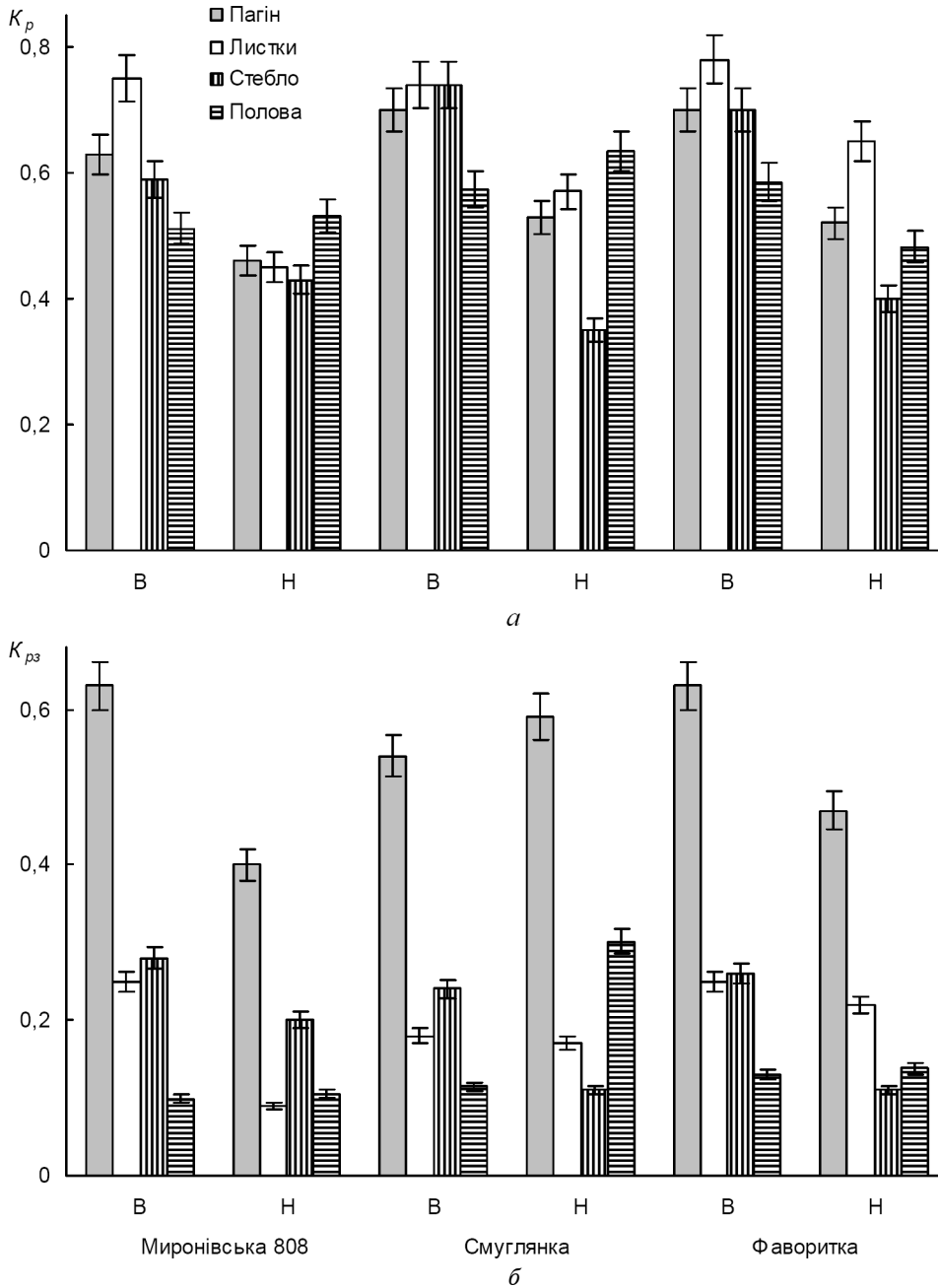


Рис. 3. Коефіцієнти реутилізації азоту з частин головного пагона рослин озимої пшениці різних сортів за умов високого (В) та низького (Н) рівнів мінерального живлення (а) і внесок окремих частин пагона у накопичення азоту в зерні (б)

лянка був меншим, ніж K_p , а у сорту Миронівська 808 таким самим. Це означає, що за таких умов нові сорти мали певні додаткові резерви для забезпечення зерна азотом, крім тих, які були накопичені в пагоні у період цвітіння. Це може бути ліпше використання азоту з ґрунту, про що непрямо свідчить вищий вміст азоту в сухій речовині пагонів нових сортів, ніж у сорту Миронівська 808, за низького рівня мінерального живлення (див. табл. 2). За літературними даними, внесок коренів у реобілізацію цього елемента на порядок нижчий, ніж органів пагона [7]. Першорядне значення має їх вбирна здатність та її підтримання протягом періоду наливання зерна на високому рівні.

Розрахунки коефіцієнтів реутилізації азоту для окремих вегетативних органів підтвердили, що для листків усіх сортів за обох рівнів живлення показник K_p був вищим, ніж для стебла й цілого пагона (див. рис. 3). Це пов'язано переважно з високим вмістом азоту в листках у фазу цвітіння. Отримані результати добре узгоджуються з літературними даними щодо вирішального внеску листків у забезпечення зерна пшениці азотом [28]. Разом з тим за високого рівня мінерального живлення різниця між сортами за K_p для листків була не такою значною, як для цілого пагона. Проте за цим показником для стебел нові сорти значно перевищували сорт Миронівська 808. Отже, перевага нових сортів за ефективністю реутилізації азоту з цілого пагона зумовлена ліпшим використанням резервів стебла.

Зниження рівня мінерального живлення призводило до зменшення K_p як для листків, так і для стебел, однак у різних сортів по-різному. За цих умов K_p для листків нових сортів були вищими, ніж для сорту Миронівська 808, однак для стебел такої переваги не виявлено. За нестачі живлення внесок листків у забезпечення зерна азотом у нових сортів був більший, ніж у старого, а внесок стебла — менший.

Таким чином, за результатами досліджень сортових особливостей реутилізації азоту в процесі наливання зерна у рослин, вирощених за різних рівнів мінерального живлення, можна дійти висновку, що в нових високоінтенсивних сортів озимої пшениці Фаворитка і Смуглянка ефективність реутилізації азоту вища, ніж у старого сорту Миронівська 808. За зниженого рівня мінерального живлення коефіцієнт реутилізації азоту менший, але нові сорти зберігають перевагу над старим за цим показником. За високого рівня мінерального живлення рослини сортів Фаворитка і Смуглянка краще використовують резервний азот стебла, ніж сорту Миронівська 808.

1. Киризий Д.А., Стасик О.О., Прядкина Г.А., Шадчина Т.М. Фотосинтез. Т. 2. Ассимиляция CO_2 и механизмы ее регуляции. — К.: Логос, 2014. — 480 с.
2. Клуб 100 центнеров. Сорти озимої пшениці Інституту фізіології рослин і генетики НАН України та система захисту компанії «Сингента» / В.В. Моргун, С.В. Санін, В.В. Швартау та ін. — К.: Логос, 2011. — 122 с.
3. Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков // Физиология и биохимия культ. растений. — 2010. — 42, № 5. — С. 371—392.
4. Павлов А.Н. Физиологические причины, определяющие уровень накопления белка в зерне различных генотипов пшеницы // Физиология растений. — 1982. — 24, № 4. — С. 767—780.
5. Починок В.М., Кірізі́й Д.А. Продуктивність і якість зерна пшениці у зв'язку з особливостями розподілу азоту в рослині // Физиология и биохимия культ. растений. — 2010. — 42, № 5. — С. 393—402.
6. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. — Киев: Наук. думка, 1976. — 333 с.

7. Allard V., Martre P., Gouis J. Genetic variability in biomass allocation to roots in wheat is mainly related to crop tillering dynamics and nitrogen status // Eur. J. Agr. — 2013. — **46**. — P. 68–76.
8. Aranjuelo I., Cabrera-Bosquet L., Araus J.L., Nogues S. Carbon and nitrogen partitioning during the post-anthesis period is conditioned by N fertilisation and sink strength in three cereals // Plant Biol. — 2013. — **15**, N 1. — P. 135–143.
9. Barbottin A., Lecomte C., Bouchard C., Jeuffroy M.H. Nitrogen remobilization during grain filling in wheat: Genotypic and environmental effects // Crop Sci. — 2005. — **45**, N 3. — P. 1141–1150.
10. Barraclough P.B., Lopez-Bellido R., Hawkesford M.J. Genotypic variation in the uptake, partitioning and remobilisation of nitrogen during grain-filling in wheat // Field Crops Res. — 2014. — **156**. — P. 242–248.
11. Berthelot J., Andrieu B., Fournier C., Martre P. A process-based model to simulate nitrogen distribution in wheat (*Triticum aestivum*) during grain-filling // Funct. Plant Biol. — 2008. — **35**, N 9-10. — P. 781–796.
12. Berthelot J., Martre P., Andrieu B. Dynamics of light and nitrogen distribution during grain filling within wheat canopy // Plant Physiol. — 2008. — **148**, N 3. — P. 1707–1720.
13. Cormier F., Faure S., Dubreuil P. et al. A multi-environmental study of recent breeding progress on nitrogen use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) // Theor. Appl. Genet. — 2013. — **126**, N 12. — P. 3035–3048.
14. Diekmann F., Fischbeck G. Differences in wheat cultivar response to nitrogen supply. II. Differences in N-metabolism-related traits // J. Agr. Crop Sci. — 2005. — **191**, N 5. — P. 362–376.
15. Dordas C. Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation, partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source-sink relations // Eur. J. Agr. — 2009. — **30**, N 2. — P. 129–139.
16. Gaju O., Allard V., Martre P. et al. Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars // Field Crops Res. — 2014. — **155**. — P. 213–223.
17. Gooding M.J., Gregory P.J., Ford K.E., Pepler S. Fungicide and cultivar affect post-anthesis patterns of nitrogen uptake, remobilization and utilization efficiency in wheat // J. Agr. Sci. — 2005. — **143**. — P. 503–518.
18. Kade M.A., Barneix J., Olmos S., Dubcovsky J. Nitrogen uptake and remobilization in tetraploid 'Langdon' durum wheat and a recombinant substitution line with the high grain protein gene Gpc-B1 // Plant Breed. — 2005. — **124**, N 4. — P. 343–349.
19. Kindred D.R., Gooding M.J. Heterotic and seed rate effects on nitrogen efficiencies in wheat // J. Agr. Sci. — 2004. — **142**. — P. 639–657.
20. Kong L.G., Wang F.H., Zhang R.T. High nitrogen rate inhibits proteolysis and decreases the export of leaf pre-stored proteins to grains in wheat (*Triticum aestivum*) // Int. J. Agr. Biol. — 2012. — **14**, N 6. — P. 1009–1013.
21. Muurinen S., Kleemola J., Peltonen-Sainio P. Accumulation and translocation of nitrogen in spring cereal cultivars differing in nitrogen use efficiency // Agr. J. — 2007. — **99**, N 2. — P. 441–449.
22. Shi R.L., Tong Y.P., Jing R.L. et al. Characterization of quantitative trait loci for grain minerals in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) // J. Integr. Agricult. — 2013. — **12**, N 9. — P. 1512–1521.
23. Triboi E., Martre P., Girousse C. Unravelling environmental and genetic relationships between grain yield and nitrogen concentration for wheat // Eur. J. Agr. — 2006. — **25**, N 2. — P. 108–118.
24. Vaguseviciene I., Burbulis N., Jonytiene V., Vasinauskiene R. Influence of nitrogen fertilization on winter wheat physiological parameters and productivity // J. Food Agricult. Environ. — 2012. — **10**, N 3–4. — P. 733–736.
25. Wang H., McCaig T.N., DePauw R.M. et al. Flag leaf physiological traits in two high-yielding Canada Western Red Spring wheat cultivars // Can. J. Plant Sci. — 2008. — **88**, N 1. — P. 35–42.
26. Wang Z.J., Wang J.H., Zhao C.J. Vertical distribution of nitrogen in different layers of leaf and stem and their relationship with grain quality of winter wheat // J. Plant Nutr. — 2005. — **28**, N 1. — P. 73–91.
27. Xu Z.Z., Yu Z.W., Wang D., Zhang Y.L. Nitrogen accumulation and translocation for winter wheat under different irrigation regimes // J. Agr. Crop Sci. — 2005. — **191**, N 6. — P. 439–449.
28. Zhang Y.H., Sun N.N., Hong J.P. et al. Effect of source-sink manipulation on photosynthetic characteristics of flag leaf and the remobilization of dry mass and nitrogen in vegetative organs of wheat // J. Integr. Agricult. — 2014. — **13**, N 8. — P. 1680–1690.

Отримано 13.01.2016

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕУТИЛИЗАЦИИ АЗОТА ИЗ ВЕГЕТАТИВНЫХ ЧАСТЕЙ ПОБЕГА ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Д.А. Киризий, П.Л. Рыжикова

Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

Растения озимой пшеницы трех сортов (Фаворитка, Смуглянка, Мироновская 808) выращивали в вегетационном опыте на двух фонах минерального питания: $N_{160}P_{160}K_{160}$ и $N_{32}P_{32}K_{32}$ мг/кг почвы. В фазы цветения и полной спелости определяли массу сухого вещества органов главного побега, содержание в нем азота, элементы зерновой продуктивности, содержание азота в зерне. По полученным данным рассчитаны коэффициенты реутилизации азота в период налива зерна для целого побега и отдельных его частей. Показано, что у растений озимой пшеницы новых высокоинтенсивных сортов Фаворитка и Смуглянка эффективность реутилизации азота из вегетативных частей побега в зерно выше, чем у сорта Мироновская 808. При пониженном уровне минерального питания коэффициенты реутилизации были меньше, однако новые сорта сохраняли преимущество по этому показателю. При высоком фоне минерального питания растения сортов Фаворитка и Смуглянка лучше использовали резервный азот стебля, чем растения сорта Мироновская 808.

VARIETAL PECULIARITIES OF NITROGEN REMOBILIZATION FROM THE VEGETATIVE PARTS OF WHEAT SHOOT UNDER DIFFERENT LEVELS OF MINERAL NUTRITION

D.A. Kiriziy, P.L. Ryzhikova

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

Plants of three winter wheat varieties (Favoritka, Smuglianka, Mironovskaya 808) were grown in a pot experiment on two levels of mineral nutrition — $N_{160}P_{160}K_{160}$ and $N_{32}P_{32}K_{32}$ mg/kg of soil. In the phase of flowering and at full ripeness dry weight of the main shoot organs, their nitrogen content, elements of grain productivity and grain nitrogen content were determined. Ratios of nitrogen remobilization during grain filling for the whole shoot and its individual parts have been calculated. It was shown that in new winter wheat varieties Favoritka and Smuglianka efficiency of nitrogen remobilization from vegetative parts to the grain was higher than in the old variety Mironovskaya 808 plants. Under low level of mineral nutrition remobilization ratios were less, but new varieties retain an advantage in this index. At the high level of mineral nutrition varieties Favoritka and Smuglianka used stem nitrogen better than Mironovskaya 808.

Key words: *Triticum aestivum* L., wheat, mineral nutrition, nitrogen, remobilization.