

УДК 633.112.1«321»:581.132

ФОРМУВАННЯ ПІГМЕНТІВ ФОТОСИНТЕЗУ У ЛИСТКАХ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

С. Каленська, О. Шутий

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Представлені результати трирічних досліджень (2012–2014 рр.) щодо визначення динаміки формування пігментів фотосинтезу в рослинах пшениці твердої ярої за дії різних варіантів удобрення. Встановлено значний вплив досліджуваних елементів технології на вміст хлорофілів у листках рослин. Встановлено, що застосування позакореневого підживлення на фоні основного удобрення має позитивний вплив на продуктивність та якість досліджуваних сортів. Обґрунтовано роль системи живлення рослин, яка дає можливість управляти формуванням пігментів фотосинтезу у листках рослин пшениці твердої ярої. Встановлено, що оптимізація режиму живлення забезпечує повніше розкриття ресурсного потенціалу рослин, за рахунок чого зростає врожайність.

Ключові слова: *пшениця тверда яра, пігменти, фотосинтез, продуктивність, система удобрення, підживлення.*

Суть проблеми. Збільшення виробництва зерна у світі є нагальною проблемою сьогодення [1]. Потреба у забезпеченні населення продуктами харчування, тварин - якісними кормами, промисловості - сировиною зростає постійно, висуваючи сільськогосподарському виробництву нові виклики [2].

Зернові культури, які розвиваються за ярим типом, надходять озимим зерновим за урожайністю, проте вони, як правило, мають значну перевагу щодо якості зерна. Власне завдяки підвищеній якості зерна ярим формам приділяється значна увага [3]. Зерно пшениці твердої ярої характеризується особливим хімічним складом, що дозволяє використовувати його для виробництва продуктів харчування, які не можливо виробляти з зерна інших зернових культур без втрати їхньої якості [4, 5]. Зерно пшениці твердої ярої є цінною зерновою культурою, яка за продовольчим значенням та масштабами виробництва повинна займати чільне місце. Зазвичай зерно пшениці твердої (*Triticum durum Desf.*) використовується для виготовлення макаронних виробів, круп, а також може діяти як поліпшувач для випікання хліба [6].

Визначення накопичення пігментів у листках рослин має суттєве значення, оскільки їх вміст впливає на інтенсивність фотосинтезу та інші фізіологічні процеси. Дослідження спрямовані на встановлення особливостей

накопичення й метаболізму пігментів фотосинтезу, особливості формування пігментного апарату листка в онтогенезі мають першочергове значення в оцінці впливу компонентів технологічних елементів на продуктивність рослин [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із ключових та впливових чинників, які впливають на урожайність та якість є елементи живлення, форми їхніх сполук та способи застосування. Збільшення врожайності та покращення якості зерна належить мінеральному живленню за рахунок збільшення в ґрунті доступних елементів. Добрива сприяють формуванню більшої площі та ефективності функціонування асиміляційного апарату, зростанню та нагромадженню сухої речовини, збільшенні продуктивності фотосинтезу, підвищенню продуктивності рослин [7].

Нові сорти інтенсивного типу з високим потенціалом урожайності потребує поглибленого вивчення всіх елементів фотосинтетичної діяльності на різних рівнях організації асиміляційного апарату – від ценозу до клітин, хлоропластів.

Зв'язок фотосинтезу з іншими фізіологічними функціями рослин, насамперед з ростом і розвитком органів рослин [4, 8]. В онтогенезі пшениці під впливом комплексу ендогенних факторів здійснюється постійна корекція міжметамерних відносин, що реалізується у функціях росту й розвитку елементів фітомерів і забезпечує продуктивність.

У процесі фотосинтезу відбувається утворення органічних речовин. Для проходження фотосинтезу необхідна наявність у клітинах рослин пігментів – хлорофілів і каротиноїдів [3, 7]. Вміст пігментів у структурі фотосинтетичного апарату рослин впливає на продуктивність та інтенсивність фотосинтезу, а отже, й на врожайність.

Пігментний комплекс рослинного організму є дуже чутливим до зміни умов навколишнього середовища [2, 5, 8], тому його слід віднести до тих критеріїв, які визначають ступінь адаптації рослин до природних та антропогенних чинників навколишнього середовища. Виявлення зміни вмісту пігментного складу листків пшениці твердої ярої надасть можливість управління процесами розвитку посівів, формування органічної речовини рослинами та їх зернової продуктивності [8].

Мета дослідження полягала у встановленні впливу різних сортових особливостей та різних варіантів мінерального живлення на зміну вмісту пігментів фотосинтезу в листках рослин, оскільки їхній вміст впливає на інтенсивність фізіологічних процесів, насамперед характеру проходження процесів фотосинтезу та формування зернової продуктивності посівів за рахунок використання макро- та мікроелементів для отримання високоякісного зерна за одночасного підвищення врожайності.

Матеріали і методика дослідження. Дослідження проводились у 2012-2014 рр. у стаціонарному досліді кафедри рослинництва в ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне Васильківського району

Київської області). Схема досліду передбачала визначення впливу основного удобрення і позакореневого підживлення рослин азотом та мікроелементами на урожайність і якість зерна сортів пшениці твердої ярої. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний, середньосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі 4,3–4,5 %, забезпеченість ґрунту легкогідролізованим азотом – середня, рухомим фосфором – вище середнього, обмінного калію – середня. Попередник – соя. Площа елементарної ділянки – 60 м², облікової – 30 м², повторність досліду чотириразова, розміщення варіантів систематичне (табл.1).

Таблиця 1 – Схема досліду

Сорт чинник А	Система удобрення , кг/га д.р. чинник В						
	Скорочене позначення ¹	Основне удобрення			Підживлення ²		
		P ₂ O ₅	K ₂ O	N	IV	VI	X
Харківська – 27(st) Харківська – 41 Жізель Ізольда	B1 (к1)	Без добрив (контроль 1)					
	B2	75	75	50	-	-	-
	B3 (к2)	75	75	75	-	-	-
	B4	75	75	100	-	-	-
	B5	75	75	75	N12,5	N12,5	-
	B6	75	75	75	N12,5+P3, PM.	N12,5+PP, PM.	-
	B7	75	75	75	N8,3	N8,3	N8,3
	B8	75	75	75	N8.3+ P3, PM.	N8.3+ PP, PM	N8.3+P3

Примітки:

¹ к1 – контроль1 (без добрив); к2 - контроль 2 (рекомендована система удобрення для виробництва);

² P.З. – Росток зерновий ; P.М. – Росток макро; P. П. – Росток плодоношення; N – азот

Підживлення рослин проводили відповідно до схеми досліду, використовуючи різні за складом добрива Росток: Росток зерновий – норма внесення 2,5 л/га; Росток макро – 1 л/га та Росток плодоношення – 2,5 л/га.

Фосфорні та калійні добрива використовували у вигляді гранульованого суперфосфату та калійної солі, які вносили згідно зі схемою досліду під основний обробіток ґрунту, азотні добрива – навесні під передпосівну культивуацію. У позакореневе підживлення за етапами органогенезу вносили карбамід та мікродобриво Росток.

Мікродобриво «РОСТОК» містить макро- та мікроелементів на халатній основі, які застосовуються для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин та в системах фертигації. Як відомо, для нормального розвитку рослин необхідні не тільки макро- а й мікроелементи, найважливішими мікроелементами для зернових культур є Cu, MgO, Fe, Zn які містяться в мікродобриві «Росток» Зерновий та Макро.

Результати дослідження. Аналіз впливу досліджуваних агротехнічних факторів свідчить, що більших змін показник вмісту пігментів у листках рослин зазнавав за різних норм добрив. Ця закономірність була відзначена за всіма фазами розвитку, в які проводили визначення. Так, якщо у фазу цвітіння концентрація хлорофілу *a* у середньому за три роки досліджень за дії чинника А (сорт) коливалася від 3,9 до 5,7 %, то за дії чинника В (система удобрення) – від 11,7 до 24,5 %.

Максимальний вміст пігментів фотосинтезу в листках рослин пшениці твердої ярої у середньому за три роки досліджень був у фазу колосіння (рисунок 1, табл. 2). Помітне зниження концентрації усіх груп пігментів від фази колосіння до фаз цвітіння та молочно-воскової стиглості було у контрольних варіантах, оскільки добрива забезпечують більшу тривалість фізіологічних процесів фотосинтезу.

Зменшення вмісту пігментів фотосинтезу в листках рослин пшениці твердої ярої від фази цвітіння є закономірним процесом, коли йде втрата води, хлоропласти розпадаються на гранули і в результаті чого відбувається їхня деструкція.

Усі дослідження варіанти підживлень забезпечували істотне збільшення вмісту хлорофілу *a* у листі порівняно із контрольним варіантом (рисунок). Найбільш результативним було комплексне підживлення азотом та мікродобривами «Росток» Зерновий і Макро. Вміст хлорофілу *a* у листі у середньому за три роки досліджень на 2,14-2,75 мг/г у фазу колосіння, на 2,24-2,85 мг/г – у фазу цвітіння, і на 2,28-2,89 мг/г – у фазу молочно-воскової стиглості.

Щодо показників вмісту хлорофілу *b* у листі закономірність була схожою. Вміст хлорофілу *a* у листі у середньому за три роки досліджень на 1,14-1,48 мг/г у фазу колосіння, на 1,18-1,52 мг/г – у фазу цвітіння, і на 1,20-1,53 мг/г – у фазу молочно-воскової стиглості.

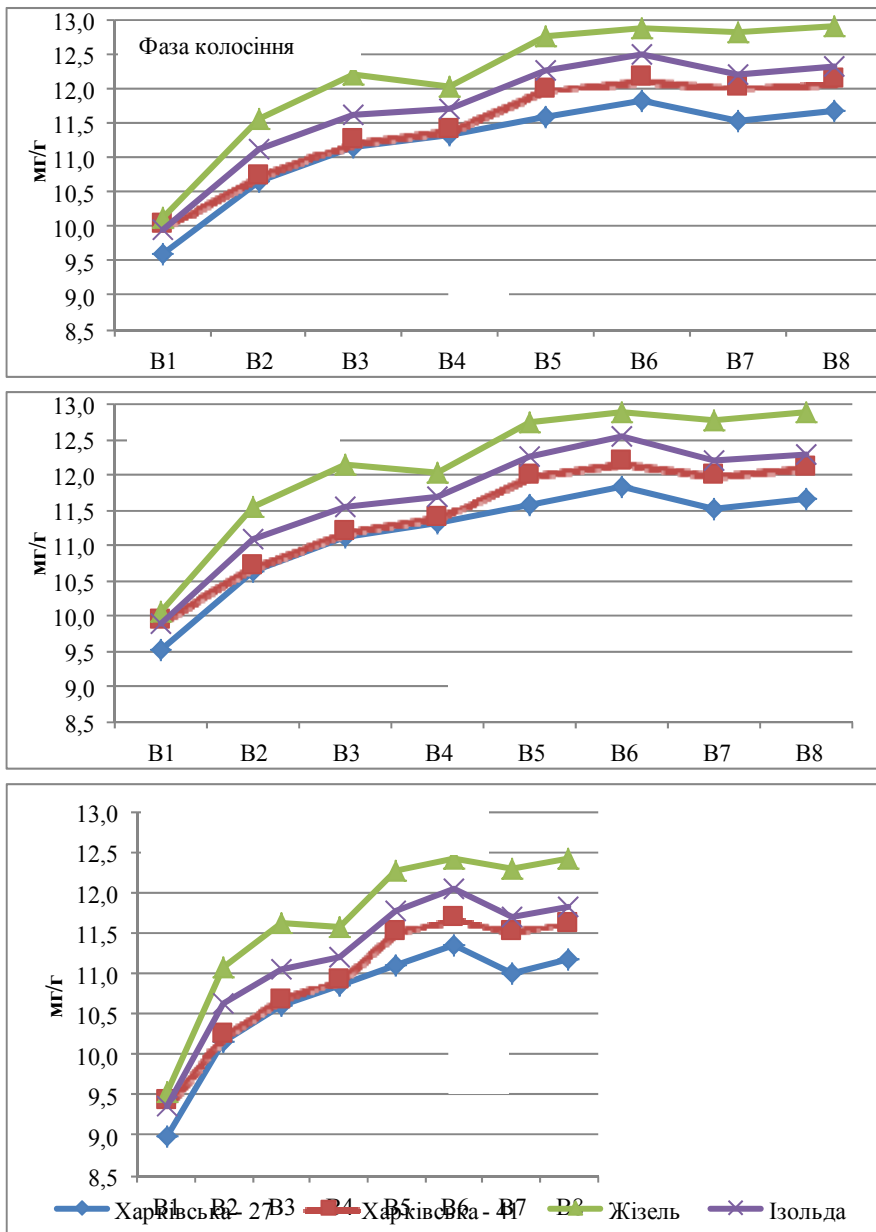


Рисунок 1 – Вплив мінерального живлення на вміст хлорофілу *a* у листках рослин пшениці ярої (середнє за 2012–2014 рр.)

Таблиця 2 – Вміст хлорофілу *b* у листках рослин пшениці твердої ярої за різного мінерального живлення (середнє за 2012–2014 рр.), мг/г

Фаза росту та розвитку	Варіант удобрення	Сорт			
		Харківська 27	Харківська 41	Жізіель	Ізольда
Колосіння	B1	2,73	2,97	2,67	2,9
	B2	3,59	3,69	3,71	3,86
	B3	3,61	3,72	3,84	3,96
	B4	3,78	3,75	3,99	3,98
	B5	3,85	3,96	4,01	4,00
	B6	3,88	4,11	4,05	4,03
	B7	3,93	3,98	4,07	4,06
	B8	3,97	4,08	4,15	4,07
Цвітіння	B1	2,59	2,83	2,53	2,76
	B2	3,46	3,56	3,58	3,73
	B3	3,52	3,63	3,75	3,87
	B4	3,67	3,64	3,88	3,87
	B5	3,73	3,84	3,89	3,88
	B6	3,78	4,01	3,95	3,93
	B7	3,83	3,88	3,97	3,96
	B8	3,87	3,98	4,05	3,97
Молочно-воскова стиглість	B1	2,39	2,63	2,33	2,56
	B2	3,25	3,35	3,37	3,52
	B3	3,34	3,45	3,57	3,69
	B4	3,48	3,45	3,69	3,68
	B5	3,55	3,66	3,71	3,7
	B6	3,6	3,83	3,77	3,75
	B7	3,64	3,69	3,78	3,77
	B8	3,68	3,79	3,86	3,78
<i>НІР05 для чинника «сорт»</i>			0,11		
<i>НІР05 для чинника «удобрення»</i>			0,42		

Урожайність пшениці твердої ярої суттєво змінювалась за роками проведення досліджень, залежно від системи удобрення та відслідковувалась сортова реакція рослин на застосування різних доз макро- та мікроелементів – від 1,43 до 5,20 т/га в розрізі всіх досліджуваних чинників (табл. 3).

Ефективність удобрення визначається комплексом абіотичних і технологічних чинників. Ефективність підживлень значно зростала із використанням комплексних мікродобрих «Росток».

Таблиця 3 – Урожайність пшениці твердої ярої, т/га

Варіант досліджу	сорт Харківська -27				сорт Харківська-41			
	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє
B1(к1)	1,68	1,43	1,61	1,61	2,09	1,87	2,18	2,05
B2	2,76	2,28	2,67	2,67	2,95	2,17	3,19	2,77
B3(к2)	3,25	2,96	3,19	3,19	3,39	2,73	3,72	3,28
B4	3,34	3,27	3,36	3,36	3,54	2,85	3,90	3,43
B5	3,76	3,42	3,63	3,63	4,28	3,69	4,16	4,04
B6	3,98	3,49	3,84	3,84	4,42	3,85	4,30	4,19
B7	3,57	3,50	3,56	3,56	3,93	3,76	4,48	4,06
B8	3,71	3,66	3,71	3,71	4,05	3,81	4,61	4,16
сорт Жізель					сорт Ізольда			
B1(к1)	2,13	1,83	2,50	2,15	1,98	1,59	2,37	1,98
B2	3,48	3,53	3,75	3,59	3,43	2,62	3,37	3,14
B3(к2)	4,19	4,21	4,27	4,22	3,89	3,31	3,73	3,64
B4	4,01	4,19	4,02	4,07	3,91	3,31	3,93	3,72
B5	4,62	4,65	5,10	4,79	4,73	3,46	4,73	4,30
B6	4,72	4,79	5,20	4,90	4,82	3,85	4,95	4,54
B7	4,84	4,73	4,96	4,84	4,34	3,94	4,45	4,24
B8	4,93	4,82	5,11	4,95	4,42	4,05	4,59	4,35
<i>НІР₀₅ для чинника «сорт»</i>					0,49			
<i>НІР₀₅ для чинника «удобрення»</i>					0,84			
<i>НІР₀₅ для чинника «погодні умови»</i>					0,47			

Встановлено доцільність поєднання азотних добрив та мікродобрива Росток, які за значно меншої дози за ефектом були рівноцінними мінеральним азотним формам добрив. Так, у сорту Харківська 27 застосування мінеральних добрив мало позитивний вплив на формування урожайності, що варіювала залежно від варіанту удобрення від 2,67 до 3,84 т/га за урожайності у контрольному варіанті (без добрив) 1,61т/га. Застосування азотних добрив у підживлення за етапами органогенезу сприяло зростанню урожайності від 0,37 до 0,66 т/га порівняно з варіантом за внесення цієї ж норми добрив у передпосівну культивуацію.

Аналогічна закономірність спостерігалася у сорту Харківська 41 урожайність була на рівні від 2,77 до 4,19 т/га, що на 0,72-2,14 т/га вище за контроль (без добрив). Найвищу урожайність було отримано у варіанті B6, яка становила 4,19 т/га.

У сорту пшениці твердої Ізольда удобрення та проведення підживлення мікродобривом Росток мало позитивний вплив на формування урожайності. Показники урожайності змінювалися залежно від варіантів удобрення від 3,14 до 4,35 т/га, за урожайності у контрольному варіанті - 1,98 т/га.

Найвищу урожайність серед досліджуваних сортів було отримано у сорту Жізель у варіанті В8 і становила 4,95 т/га, що на 2,86 т/га більше порівняно з контролем. Таким чином, на основі одержаних нами результатів можна стверджувати, що позакореневе підживлення водорозчинними добривами з мікроелементами значною мірою мало вплив на підвищення врожайності пшениці твердої ярої.

Отже, позакореневі підживлення – вагомий резерв для повного розкриття ресурсного потенціалу зернової продуктивності посівів пшениці твердої ярої нових сортів інтенсивного типу – Ізольда та Жізель.

Висновки. Система удобрення посівів пшениці твердої ярої у цілому забезпечує істотне збільшення показників вмісту пігментів фотосинтезу у листках. Оптимізація режиму живлення забезпечує більш повне розкриття ресурсного потенціалу рослин за рахунок чого зростає врожайність. Встановлено, що нові високопродуктивні сорти - Жізель та Ізольда розкривають свій зерновий потенціал на варіантах з позакореневим підживленням по етапах органогенезу на фоні основного удобрення N₇₅P₇₅K₇₅.

Література

1. Антал Т. В. Продуктивність пшениці ярої твердої залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. к. с.-г. н. / Т. В. Антал – К.: НУБіП – 2010. – 22 с.

2. Каленська С.М. Плакса В.М. Вплив норм висіву, мінеральних та водорозчинних добрив на ріст і розвиток тритикале ярого/ С. М Каленська. В.М. Плакса // Науковий вісник НУБіП України . – 2009. – № 141.– С. 123-129.

3. Управління продуктивністю посівів пшениці твердої ярої в Лівобережному та Північному Лісостепу України / Рожков А.О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л.М. Бобро М.А., Чигрин О.В. Антал Т.В./ Х.: Майдан, 2015. □ 432 с.

4. Committee of World Food Security. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

www.yara.ua/crop-nutrition/crops/wheat/key-facts/world-wheat-production

5. Franzen D.W. Fertilizing hard red spring Wheat and durum / NDSU extension service, 2014. 8p.: <https://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/soilfert/sf712.pdf>

6. Robertson E. I. Significant Changes in Cell and Chloroplast Development in Young Wheat leaves (Triticumaestivum w Hereward) Grown in Elevated CO₂ /

E. I. Robertson, M. Rachel, R. M. Leech // *Plant Physiol.*, 1995. – Vol. 107. – P. 63–71.

7. Sims D. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species. Leaf structures and developmental stages / D. A. Sims, I. A. Gramon // *Remote Sensing of Environment*, 2002. – Vol. 81. – P. 337-354.

8. Thomas H. Chlorophyll: a symptom and a regulator of plastid development / H. Thomas // *New Phytologist*, 1997. – Vol. 136. – P. 163–181.

Аннотация

Представлены результаты трехлетних исследований (2012-2014 гг.) по определению динамики формирования пигмента фотосинтеза в растениях пшеницы твердой яровой при действии различных вариантов удобрения. Установлено значительное влияние исследуемых элементов технологии на содержание хлорофиллов в листьях растений. Установлено, что применение внекорневой подкормки на фоне основного удобрения положительно влияет на производительность и качество исследуемых сортов. Обосновано роль системы питания растений, которая дает возможность управлять формированием пигментов фотосинтеза в листьях растений пшеницы твердой яровой. Оптимизирован режим питания, который обеспечивает более полное раскрытие ресурсного потенциала растений, за счет чего повышается урожайность.

Summary

The results of the three-year study (2012-2014) to determine the dynamics of formation photosynthesis pigment in spring hard wheat plants under various fertilization options. Significant effect on the studied elements of the technology content of chlorophyll in the leaves of plants is established. It is established that the use of foliar feeding on the background of the main fertilizer has a positive impact on productivity and quality of the studied varieties. The role of plant nutrition systems that enable to control the formation of photosynthetic pigments in leaves of spring hard wheat plants is grounded. It was established that the optimization mode power supply provides a more complete disclosure of the resource potential of plants thereby increasing yield.