

ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

А. В. Черенков, доктор сільськогосподарських наук;

О. І. Желязков, С. А. Хорішко, кандидати сільськогосподарських наук;

О. М. Козельський

ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України

Наведено результати досліджень з впливу технологічних прийомів вирощування на фотосинтез рослин пшениці озимої в умовах північного Степу України. Експериментально доведено, що найбільші показники площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу посівів та сумарної кількості хлорофілів "а" і "b" в рослин пшениці були у варіантах з внесенням фонового мінерального добрива і наступним підживленням посівів карбамідно-аміачною сумішшю (КАС) у фазі куцнення навесні. При вирощуванні по чорному пару вказані показники досягали найбільших значень у сорту Скарбниця, після гороху та соняшнику – у сорту Писанка. Встановлено позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,601-0,638$) між площею листкової поверхні рослин пшениці озимої та урожайністю.

***Ключові слова:** пшениця озима, попередник, вміст хлорофілів, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал посівів.*

Фотосинтетична діяльність – основна складова процесу формування вегетативних та генеративних органів у рослин. Інтенсивність фотосинтезу визначається площею асиміляційної поверхні листків, яка в свою чергу залежить від умов вирощування [1, 2]. Дослідники у своїх працях вказують на існування взаємозв'язку між розмірами листкової поверхні та продуктивністю рослин озимини. Сучасні сорти пшениці озимої за сприятливих умов вирощування здатні формувати площу листкової поверхні на рівні 50–60 тис. м²/га, що є оптимальним показником для найкращої реалізації продуктивного потенціалу посівів [3, 4]. Зменшення асимілюючої поверхні призводить до зниження урожайності [5].

Проведені вченими розрахунки свідчать, що найсприятливіші умови для формування врожаю багатьох сільськогосподарських культур складаються при перевищенні загальною площею листя площі земельної ділянки, зайнятої посівами, у 4–5 разів. Значна площа листкової поверхні сприяє кращому газообміну в посівах та більш повному поглинанню рослинами світла [6]. Проте А. О. Ничипорович стверджував, що занадто велика площа листя (70–80 тис. м²/га) не є корисною, оскільки має місце зниження середньої інтенсивності фотосинтезу [7].

Метою наших досліджень було встановлення параметрів фотосинтетичної діяльності сучасних сортів пшениці озимої (Писанка, Скарбниця, Апогей Луганський) залежно від попередників та рівня мінерального живлення. Згідно зі схемою досліду посіви підживлювали аміачною селітрою та карбамідно-аміачною сумішшю (КАС) у фазі куцнення восени і навесні, а також по мерзлоталому ґрунту (МТГ). У фазі колосіння рослини підживлювали позакоренево розчином КАС та карбаміду.

Досліди закладали в 2006–2010 рр. у дослідному господарстві „Дніпро” ДУ Інституту сільського господарства степової зони. Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – чорнозем звичайний малогумусний слабоеродований. Вміст загального азоту в орному шарі ґрунту становить 0,17–0,18 %, рухомого фосфору – 125–144 мг/кг, обмінного калію – 69–118 мг/кг абсолютно сухого ґрунту (за Чириковим). Вміст гумусу – 3,1–3,3 %. Дослідження проводили у польовому трифакторному досліді, закладеному методом послідовних ділянок систематичним способом. Площа ділянок дорівнювала: елементарної – 80 м², облікової – 60 м². Повторність – триразова.

Доза внесення мінеральних добрив під передпосівну культивуацію (фон) становила: по чорному пару – N₃₀P₃₀K₃₀, після гороху – N₄₅P₄₅K₄₅, соняшнику – N₆₀P₆₀K₆₀. Посівний матеріал протруювали препаратом вітавакс 200 ФФ – 3 л/т насіння. Облік врожаю проводили методом суцільного обмолоту всієї площі облікової ділянки комбайном "Sampro-500" у період повної стиглості зерна. Технологія вирощування пшениці озимої, крім

поставлених на вивчення елементів, – загальноприйнята для північної частини Степу України. У ході досліджень користувалися загальноприйнятими методиками та рекомендаціями [8–10].

Гідротермічні умови в період вегетації пшениці озимої у роки проведення досліджень характеризувалися значною мінливістю. Сумарна кількість опадів з вересня по липень у 2006/2007 вегетаційному році становила 72,1 % середньої багаторічної норми. У 2007/2008, 2008/2009 та 2009/2010 вегетаційних роках вона була значно вищою і досягала відповідно 106,2; 103,8 та 144,0 % норми. Разом з тим розподіл опадів протягом вегетаційного періоду озимини був нерівномірним, зокрема з березня по травень 2007 р. випало тільки 41,9 % норми, в той час як 2008 р. – 147,3 %. Слід зазначити, що опади істотно впливають на фотосинтетичну діяльність пшениці озимої.

У наших дослідках на розміри асиміляційної поверхні рослин пшениці також суттєво впливали технологічні прийоми. При вирощуванні озимини по різних попередниках умови для вегетації культури різнилися, що безпосередньо позначилося на процесах формування листової поверхні. Найбільша площа листя була у варіантах, де сіяли озимину по паровому попереднику. В розрізі окремих років формування асиміляційної поверхні у рослин під впливом технологічних прийомів і погодних умов мало ознаки індивідуального характеру. Наприклад, у фазі весняного кушення листовка поверхня рослин залежно від сорту і рівня мінерального живлення становила: 2007 р. – 17,2–24,3 тис. м²/га; 2008 р. – 17,0–21,3; 2009 р. – 17,5–20,7; 2010 р. – 17,6–20,9 тис. м²/га; при вирощуванні озимої пшениці після соняшнику та гороху значення цього показника дорівнювали: 16,0–19,4; 12,6–14,7; 13,8–14,4; 13,9–14,6 та 16,6–19,8; 13,1–15,2; 14,2–15,8; 14,9–15,9 тис. м²/га відповідно.

Найбільшу площу листя рослини пшениці сформували у фазі колосіння. Проте на завершальних етапах органогенезу мало місце поступове зменшення асиміляційної поверхні у рослин за рахунок відмирання нижніх листків, а згодом і верхніх (табл. 1).

1. Площа листової поверхні рослин пшениці озимої (тис. м²/га) у фазі колосіння залежно від умов вирощування (середнє за 2007–2010 рр.)

Попередник	Без внесення добрив (контроль)	Період внесення, добриво							
		фон	фон + КАС в період кушення восени	фон + внесення по МТГ (N ₃₀)		фон + внесення у фазі кушення навесні (N ₃₀)		фон + внесення у фазі колосіння (N ₂₀)	
				аміачна селітра	КАС	аміачна селітра	КАС	карбамід	КАС
Сорт Писанка									
Чорний пар	43,1	50,9	53,2	53,1	55,4	55,1	57,2	50,9	50,9
Горох	40,2	45,4	47,0	47,1	49,0	49,7	51,8	45,4	45,4
Соняшник	37,0	40,1	42,3	42,6	44,7	43,9	45,9	40,2	40,1
Сорт Скарбниця									
Чорний пар	45,6	52,0	55,3	55,2	57,1	56,2	58,3	52,1	52,1
Горох	38,0	44,0	45,8	45,3	47,7	47,2	49,6	44,0	44,0
Соняшник	35,1	39,3	41,1	41,4	43,7	42,8	45,5	39,3	39,3
Сорт Апогей Луганський									
Чорний пар	42,8	48,7	51,9	52,2	54,2	54,8	56,5	48,6	48,7
Горох	37,1	38,8	44,4	44,4	46,9	46,3	48,8	38,8	38,8
Соняшник	34,4	38,0	40,2	40,1	43,2	41,3	45,0	38,0	38,0

Від початку відновлення весняної вегетації до фази колосіння найбільшу площу листової поверхні сформували рослини пшениці озимої у варіантах з фоновим внесенням мінеральних добрив у вигляді карбамідно-аміачної суміші (КАС) і наступним підживленням КАС у фазі кушення навесні. Так, у середньому за роки досліджень на вказаних вище ділянках найбільшу площу листя по чорному пару сформував сорт Скарбниця, а після гороху та соняшнику – сорт Писанка. Площа асиміляційної поверхні при цьому становила 58,3; 51,8 та 45,9 тис. м²/га.

Слід зазначити, що при внесенні аміачної селітри на фоні даного рівня мінерального живлення, площа листової поверхні також була значною. За вирощування озимини по чорному пару найбільша площа листя (56,2 тис. м²/га) сформувалася у посівах сорту Скарбниця, після гороху (49,7 тис. м²/га) та соняшнику (43,9 тис. м²/га) – у сорту Писанка.

Серед сортів мінімальну площу листової поверхні у фазі колосіння сформували рослини сорту Апогей Луганський.

Порівнюючи асиміляційну площу листової поверхні пшениці озимої у варіантах з різними рівнями мінерального живлення встановлено, що найменші значення даного показника були у контрольному варіанті без внесення мінеральних добрив. У середньому за роки дос-ліджень площа листя залежно від сорту на ділянках з чорним паром коливалась у межах 42,8–45,6 тис. м²/га, після гороху – 37,1–40,2 тис. м²/га, соняшнику – 34,4–37,0 тис. м²/га.

Структура та оптичні властивості листків, а також вміст хлорофілів у листі впливають на процес поглинання рослинами сонячної енергії. З метою більш глибокого вивчення фотосинтетичної діяльності посівів озимини нами проведено визначення сумарного вмісту хлорофілів “а” і “b” у тканинах рослин і на основі отриманих даних встановлено залежність між цим показником і сортовими особливостями рослин, попередником, рівнем мінерального живлення.

За результатами наших досліджень найвищий вміст хлорофілів виявлено у рослинах пшениці озимої, вирощених по паровому попереднику. Слід відмітити, що більша кількість хлорофілів “а” і “b” по чорному пару була в усі фази розвитку рослин протягом весняно-літньої вегетації. Так, у період весняного кушення у сортів Писанка, Скарбниця, Апогей Луганський залежно від рівня мінерального живлення вміст хлорофілів становив 8,80–9,30; 8,27–10,03; 9,39–9,80 мг/г відповідно. При вирощуванні після гороху значення цього показника досягали відповідно: 7,59–8,50; 8,27–8,78; 8,39–8,55 мг/г, а після соняшнику – 7,59–8,12; 7,96–8,25; 7,90–8,14 мг/г.

Дальший розвиток рослин пшениці супроводжувався поступовим зростанням вмісту хлорофілів “а” і “b”. Найбільші показники сумарної кількості хлорофілів у листках були в фазі колосіння у варіантах з внесенням фонового мінерального добрива і наступним підживленням посівів КАС у фазі кушення навесні. Так, у середньому за роки досліджень при вирощуванні по паровому попереднику сорту Писанка значення вказаного показника становили 12,53 мг/г, а в сортів Скарбниця та Апогей Луганський – 12,57 та 12,47 мг/г відповідно. За вирощування озимини після гороху та соняшнику вміст у листках хлорофілів “а” і “b” у даних варіантах досліду дорівнював 10,85; 10,61; 10,53 та 10,17; 10,07; 9,98 мг/г відповідно сортам (табл. 2).

У ході досліджень встановлено, що при вирощуванні пшениці озимої по паровому попереднику, найбільший вміст хлорофілів був у листках рослин сорту Скарбниця, після непарових попередників – Писанка. Кількість хлорофілів “а” і “b” у листі рослин пшениці озимої сорту Апогей Луганський виявилася найменшою порівняно з рештою сортів.

Встановлено суттєвий вплив рівня мінерального живлення на вміст хлорофілів “а” і “b” у листках рослин. Так, при вирощуванні сорту Апогей Луганський після соняшнику значення даного показника у рослин в фазі колосіння у контрольному варіанті досліду становили 9,62 мг/г. Внесення фонового добрива сприяло зростанню вмісту хлорофілів на 1,3 %, а при додатковому підживленні рослин навесні у фазі кушення КАС – на 3,6 %. У сортів Писанка та Скарбниця приріст вмісту хлорофілів у листках при цьому становив 1,2; 4,1 та 1,4; 4,1 % відповідно.

При вирощуванні озимини по чорному пару різниця за сумарним вмістом хлорофілів “а” і “b” між варіантами з фоновим внесенням + КАС у фазі кушення навесні та контролем (без добрив) була меншою, ніж при вирощуванні її після соняшнику. У рослин сортів Писанка і Скарбниця у фазі колосіння вона становила 2,7 %, а сорту Апогей Луганський – 2,9 %.

Для визначення фотосинтетичної діяльності посівів пшениці озимої спираються на такий

показник, як фотосинтетичний потенціал посіву (ФПП). Він означає сумарну листкову поверхню, яка брала участь у фотосинтезі від початку вегетації до її закінчення.

2. Сумарна кількість хлорофілів "а" і "b" в листках рослин сортів пшениці озимої (мг/г) в різні фази розвитку (середнє за 2007–2010 рр.)

Попередник	Внесення добрив	Писанка			Скарбниця			Апогей Луганський		
		період (фаза) розвитку*								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Чорний пар	Без добрив (контроль)	8,80	11,78	12,19	9,37	11,87	12,23	9,39	11,68	12,11
	Фон	9,02	11,90	12,31	9,83	12,02	12,37	9,66	11,82	12,26
	Фон + КАС в фазі кушення восени	9,30	12,00	12,37	10,03	12,13	12,42	9,80	11,91	12,31
	Фон + аміачна селітра по МТГ	9,08	12,04	12,42	9,90	12,17	12,46	9,72	11,98	12,34
	Фон + КАС по МТГ	9,10	12,08	12,44	9,92	12,19	12,50	9,73	12,02	12,38
	Фон + аміачна селітра в фазі кушення навесні	9,02	11,90	12,50	9,83	12,02	12,54	9,66	11,82	12,42
	Фон + КАС в фазі кушення навесні	9,02	11,90	12,53	9,83	12,02	12,57	9,66	11,82	12,47
	Фон + карбамід в фазі колосіння	9,02	11,90	12,31	9,83	12,02	12,37	9,66	11,82	12,26
	Фон + КАС в фазі колосіння	9,02	11,90	12,31	9,83	12,02	12,37	9,66	11,82	12,26
Горох	Без добрив (контроль)	8,03	10,21	10,43	8,27	10,08	10,26	8,39	10,04	10,17
	Фон	8,33	10,35	10,51	8,59	10,19	10,38	8,55	10,15	10,28
	Фон + КАС в фазі кушення восени	8,50	10,41	10,54	8,78	10,27	10,43	8,66	10,24	10,33
	Фон + аміачна селітра по МТГ	8,42	10,46	10,57	8,73	10,33	10,46	8,69	10,27	10,35
	Фон + КАС по МТГ	8,42	10,48	10,62	8,73	10,35	10,49	8,70	10,30	10,38
	Фон + аміачна селітра в фазі кушення навесні	8,33	10,35	10,77	8,59	10,20	10,55	8,55	10,15	10,49
	Фон + КАС в фазі кушення навесні	8,33	10,35	10,85	8,59	10,20	10,61	8,55	10,15	10,53
	Фон + карбамід в фазі колосіння	8,33	10,35	10,51	8,59	10,20	10,38	8,55	10,15	10,28
	Фон + КАС в фазі колосіння	8,33	10,35	10,51	8,59	10,20	10,38	8,55	10,15	10,28
Соняшник	Без добрив (контроль)	7,59	9,61	9,75	7,96	9,53	9,66	7,90	9,49	9,62
	Фон	7,86	9,75	9,87	8,12	9,67	9,80	8,07	9,63	9,75
	Фон + КАС в фазі кушення восени	8,12	9,84	9,93	8,25	9,73	9,86	8,11	9,69	9,80
	Фон + аміачна селітра по МТГ	8,00	9,88	10,01	8,18	9,79	9,94	8,14	9,72	9,85
	Фон + КАС по МТГ	8,01	9,90	10,03	8,19	9,81	9,96	8,16	9,75	9,87
	Фон + аміачна селітра в фазі кушення навесні	7,86	9,75	10,12	8,12	9,67	10,03	8,07	9,63	9,94
	Фон + КАС в фазі кушення навесні	7,86	9,75	10,17	8,12	9,67	10,07	8,07	9,63	9,98
	Фон + карбамід в фазі колосіння	7,86	9,75	9,87	8,12	9,67	9,80	8,07	9,63	9,75
	Фон + КАС в фазі колосіння	7,86	9,75	9,87	8,12	9,67	9,80	8,07	9,63	9,75

*1 – весняне кушення; 2 – вихід у трубку; 3 – колосіння.

У середньому за роки досліджень найвищі значення фотосинтетичного потенціалу встановлено у варіантах з внесенням фонового мінерального добрива і наступним підживленням рослин азотом у фазі кушення навесні. Серед азотних добрив більшу ефективність у даному випадку показала карбамідно-аміачна суміш (табл. 3). За такого рівня мінерального живлення і вирощування озимини по чорному пару фотосинтетичний потенціал був найвищим у посівів сорту Скарбниця – 2,64 млн м²-днів/га, після гороху та соняшнику – у сорту Писанка – відповідно 2,21 та 2,15 млн м²-днів/га.

Мінімальні значення фотосинтетичного потенціалу встановлено у контрольних варіантах без внесення добрив.

За результатами досліджень встановлено достовірний зв'язок між фотосинтетичним потенціалом та урожайністю пшениці озимої ($r = 0,601-0,638$), показники якої суттєво залежали від сорту, попередника і рівня мінерального живлення.

3. Фотосинтетичний потенціал посівів пшениці озимої (млн м²-днів/га) у період весняно-літньої вегетації залежно від умов вирощування (середнє за 2007–2010 рр.)

Попередник	Без внесення добрив (контроль)	Період внесення добрив							
		фон	фон + КАС в період кушення восени	фон + внесення по МТГ (N ₃₀)		фон + внесення у фазі кушення навесні (N ₃₀)		фон + внесення у фазі колосіння (N ₂₀)	
				аміачна селітра	КАС	аміачна селітра	КАС	карбамід	КАС
Сорт Писанка									
Чорний пар	2,18	2,30	2,40	2,47	2,55	2,53	2,60	2,32	2,33
Горох	1,92	1,98	2,04	2,11	2,16	2,17	2,21	2,00	2,01
Соняшник	1,85	1,93	1,98	2,05	2,10	2,09	2,15	1,95	1,97
Сорт Скарбниця									
Чорний пар	2,23	2,32	2,44	2,51	2,58	2,57	2,64	2,34	2,36
Горох	1,84	1,90	2,00	2,08	2,11	2,14	2,18	1,91	1,92
Соняшник	1,79	1,87	1,91	1,95	2,05	2,01	2,11	1,89	1,90
Сорт Апогей Луганський									
Чорний пар	2,16	2,26	2,37	2,44	2,51	2,50	2,57	2,27	2,28
Горох	1,80	1,87	1,96	2,03	2,09	2,12	2,15	1,89	1,90
Соняшник	1,75	1,80	1,86	1,93	2,00	1,98	2,06	1,82	1,83

Отже, на підставі досліджень з'ясовано, що найбільшу площу листкової поверхні і найвищий фотосинтетичний потенціал забезпечують фонове внесення мінеральних добрив і наступне підживлення рослин озимої пшениці КАС (N₃₀) у фазі кушення навесні.

Бібліографічний список

1. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А. А. Ничипорович // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 5–36.
2. Серета І. І. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин пшениці озимої залежно від умов вирощування / І. І. Серета // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва НААН України. – 2011. – № 40. – С. 144–147.
3. Білоножко М. А. Фотосинтез і продуктивність інтенсивних сортів озимої пшениці залежно від удобрення / М. А. Білоножко, М. Ф. Калівошко // Вісн. с.-г. науки. – 1979. – № 5. – С. 18–20.
4. Замараев А. Г. Фотосинтетическая деятельность озимой пшеницы при различном уровне минерального питания / А. Г. Замараев, Г. В. Чаповская, В. Б. Смоленцев // Изв. ТСХА. – 1986. – № 1. – С. 45–52.
5. Лебедев С. И. Физиолого-биохимические изменения у растений озимой пшеницы при разных условиях произрастания / С. И. Лебедев [и др.] // Вопросы физиологии пшеницы. – Кишинев, 1981. – С. 36–40.
6. Ван-дер-Вин Р. Свет и рост растений / Р. Ван-дер-Вин, Г. Мейер. – М., 1962. – 200 с.
7. Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений / А. А. Ничипорович // Физиология фотосинтеза. – М., 1982. – С. 7–33.
8. Доспехов Б. А. Методика опытного дела / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 336 с.
9. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с зерновыми, зернобобовыми и кормовыми культурами / Под ред. В. С. Цикова и Г. Р. Пикуша. – Днепропетровск, 1983. – 46 с.
10. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / За ред. В. В. Вовкодава. – К., 2001. – 65 с. – (Вип. другий).