

УДК 631.171:631.84:581.13.1.1.035.2

О.Г. Любчик, кандидат сільськогосподарських наук
ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА УААН»

ВПЛИВ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ТА УРОЖАЙНІСТЬ ПРОСА

Листок – основний орган фотосинтезу у рослин. У житті листка, підкреслював К.А. Тімірязєв, виражено саму суть життя рослини, „рослина – це листок” [4]. Ефективне засвоєння сонячної енергії є запорукою одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур. Вирішальною умовою для цього є створення раціональної за розмірами і максимально працездатної листкової поверхні, яка забезпечувала б фотосинтез високої продуктивності і ефективності. На інтенсивність проходження процесів фотосинтезу впливають багато факторів, серед яких найдоступнішим для регулювання людиною є система живлення. За даними ряду авторів [1-3; 5], особливе місце у процесах фотосинтезу належить азоту, як елементу хлорофілу. Пошук оптимальної площі листкової поверхні, яка забезпечуватиме найвищу ефективність роботи фотосинтезуючого апарату і відповідно урожайність культури за конкретних умов, є основною задачею агрономічної науки.

Мета досліджень – дослідити динаміку формування площі листкової поверхні, її площу та термін життєздатності під впливом застосування азотних добрив і виявити параметри (індекс листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів), які забезпечують формування високих урожаїв проса сорту Київське 87.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились у

© О.Г. Любчик, 2010

дослідному господарстві “Чабани” ННЦ “Інститут землеробства УААН”. Грунт сірий лісовий опідзолений легкосуглинковий і характеризується такими показниками родючості: вміст гумусу (за Тюріним) – 1,0-1,2%, загального азоту – 0,04-0,06%, азоту, що легкогідролізується – 5,4-6,5 мг/100г ґрунту, рухомого фосфору – 11,4-14,6, обмінного калію – 8,0-10,0 мг/100 г ґрунту; рН_{сол.} – 5,2-5,6; сума увібраних основ – 6,5-6,9 мг-екв./100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 63-68%.

Схема досліду включала основне внесення азотних добрив у дозі N₄₅, N₆₀ і N₉₀ кг/га одноразово під першу весняну культивуацію та роздрібно на III, VII і IX етапах органогенезу проса на фоні P₆₀K₆₀. Контролем у досліді служив варіант без добрив. Загальна площа ділянки становила 12 м², облікова – 10 м². Повторність варіантів у досліді чотирикратна. Розміщення варіантів і повторень у досліді – систематичне зі зміщенням. Методика проведення досліджень загальноприйнята в Україні.

Результати досліджень. Дослідженнями встановлено, що формування площі листової поверхні у проса сорту Київське 87 найінтенсивніше відбувається у міжфазні періоди від кушіння до викидання волоті (табл. 1). Аналіз результатів показав, що на початкових етапах розвитку культури значної різниці у площі листя по варіантах удобрення не спостерігалось.

Таблиця 1. Індекс листової поверхні (ІЛП) проса сорту Київське 87 залежно від фаз розвитку та системи внесення азотних добрив, м²/м² (середнє за 2001-2003рр.)

Система удобрення	Фаза вегетації			Збереженість листя, %
	кушіння	викидання волоті	дозрівання	
Без добрив	1,45	3,09	2,10	67,8
P ₆₀ K ₆₀	1,54	4,18	2,84	67,9
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	1,27	3,51	2,55	72,6
P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅ (III)+N ₁₅ (VII)+N ₁₅ (IX)	1,40	4,46	3,28	73,3
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ (III)+ N ₁₅ (VII)	1,52	4,05	2,97	75,9
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ (III)+ N ₁₅ (IX)	1,27	3,90	2,75	70,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,50	4,83	3,35	69,2
P ₆₀ K ₆₀ +N ₂₀ (III)+N ₂₀ (VII)+N ₂₀ (IX)	1,39	3,14	2,21	70,5
P ₆₀ K ₆₀ +N ₄₀ (III)+ N ₂₀ (VII)	1,49	3,85	2,95	76,8
P ₆₀ K ₆₀ +N ₄₀ (III)+ N ₂₀ (IX)	1,61	3,37	2,35	69,7
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	1,46	3,54	2,58	72,8
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ (III)+N ₃₀ (VII)+N ₃₀ (IX)	1,63	3,84	2,70	70,4
P ₆₀ K ₆₀ +N ₆₀ (III)+ N ₃₀ (VII)	1,68	3,70	2,75	74,2
P ₆₀ K ₆₀ +N ₆₀ (III)+ N ₃₀ (IX)	1,71	4,50	3,23	71,8

Незначні зміни цих показників у фазі куцїння більше викликані густиною стеблостою, ніж системою удобрення. Особливості формування листової поверхнї залежно від досліджуваних факторів проявились у фазі викидання волотей. Так, на варіанті без добрив ІЛП становив $3,09 \text{ м}^2/\text{м}^2$, тоді як за фосфорного і калійного удобрення ($\text{P}_{60}\text{K}_{60}$) він зростав на $1,09 \text{ м}^2/\text{м}^2$ або 35%. Істотні зміни цього показника відбувались також за внесення азотних добрив. За системи удобрення сорту, яка включала внесення мінеральних добрив під першу весняну культивуацію в дозах $\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ і $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$, індекс листової поверхнї порівняно з контролем становив $3,51\text{-}3,54 \text{ м}^2/\text{м}^2$ або зріс на 12,0-14,6%. Найбільша площа листя у рослин ($4,83 \text{ м}^2/\text{м}^2$) формувалася у варіанті із загальноприйнятою системою удобрення – $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$.

За застосування азоту у підживлення культури розвиток і термін функціонування листового апарату в більшій мірі залежали від доз, ніж строків внесення елемента. За підживлення проса азотом на III, VII, IX етапах органогенезу (по N_{15}), площа листя становила $4,46 \text{ м}^2/\text{м}^2$. За аналогічних строків внесення по N_{20} і N_{30} вона знижувалася відповідно на 30 і 14%. За внесення такої ж сумарної кількості азотних добрив лише у два строки (III, VII етапи органогенезу) ІЛП зменшувався до $3,70\text{-}4,05 \text{ м}^2/\text{м}^2$. При цьому між індексом листової поверхнї і дозами азоту спостерігалась зворотна кореляційна залежність: зі збільшенням дози азоту від 45 до 90 кг/га індекс листової поверхнї зменшувався по варіантах удобрення в середньому від 3,98 до $3,89 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

Визначення площі листя у фазі дозрівання проса показало, що цей показник, порівняно з попереднім періодом знизився по досліді в середньому на 1,08 і становив $2,74 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Найбільше збереглося листя у цей період на варіанті з внесенням $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ в основне удобрення ($3,35 \text{ м}^2/\text{м}^2$). Мінімальне значення ІЛП зафіксовано у варіанті без добрив ($2,10 \text{ м}^2/\text{м}^2$), що на нашу думку, пов'язано з передчасним старінням рослин та скороченням терміну функціонування фотосинтетичного апарату.

У фазі дозрівання найвищий індекс листової поверхнї ($3,96 \text{ м}^2/\text{м}^2$) забезпечила система удобрення, яка включала внесення $\text{P}_{60}\text{K}_{60} + \text{N}_{40}(\text{III}) + \text{N}_{20}(\text{IX})$ і порівняно до контролю, без добрив, збільшувала ІЛП на 39%, а по фоні $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ – на 30%. Особливо значну роль у збереженні площі листового апарату у цей період відіграв азот внесений під кінець вегетації (IX етап органогенезу). За такої системи удобрення індекс листової

поверхні коливався у межах від 2,35 до 3,28 м²/м². За проведення останнього підживлення азотом на VII етапі органогенезу площа листя на період дозрівання культури знижувалася до 2,75-2,97 м²/м².

Про тривалість функціонування фотосинтетичного апарату можна судити по кількості збереженого листя під кінець вегетації культури. Як показують результати досліджень, різні системи застосування азотних добрив під просо істотно впливали на тривалість функціонування листової поверхні. Так, на період дозрівання проса найбільша фотосинтезуюча поверхня за всіх доз азоту була у варіантах, де його вносили за етапами органогенезу (67,9-74,2%). Важливим показником фотосинтезуючої діяльності рослин є визначення сумарної величини площі листя на одиниці площі, яка приймала участь у процесах акумуляції органічної речовини (фотосинтетичний потенціал посіву). З цим показником у прямому і тісному зв'язку знаходиться продуктивність посівів.

У середньому за три роки досліджень найбільший ФПП забезпечувало внесення азотних добрив у період вегетації культури (рис.). Максимальний ФПП (3,50 млн м²/га днів) формувався на варіанті з внесенням P₆₀K₆₀ в основне удобрення та підживленням азотом на III (N₄₀) і на IX (N₂₀) етапах органогенезу. У варіанті без добрив цей показник був значно нижчий і становив відповідно 1,86 млн м²/га днів. За внесення лише фосфорних і калійних добрив (P₆₀K₆₀) фотосинтетичний потенціал посівів проса, порівняно до контролю (без добрив) хоч і зростав, але був значно нижчим порівняно з варіантами, на яких вносилися азот.

Зниження ФПП відбувалося також за внесення в основне удобрення низьких (N₄₅) доз азотних добрив. Так, у варіанті з N₄₅P₆₀K₆₀ цей показник становив лише 2,32 млн м²/га днів, тоді як за такої ж кількості азоту, але внесеної за етапами органогенезу (III, VII і IX) він зріс до 3,25 млн м²/га днів або на 40%.

За внесення N₄₅ у період вегетації проса в два строки, показник ФПП зменшувався і становив 2,79-2,99 млн м²/га днів. Аналогічна залежність спостерігалася і за використання помірних (N₆₀) і навіть високих (N₉₀) доз азотних добрив.

Із даних таблиці 2 видно, що величина фотосинтезуючої поверхні мала істотний вплив на продуктивність проса. Найвищу врожайність (45,8-47,0 ц/га) сорт Київське 87 формував на варіантах з удобренням за схемою: P₆₀K₆₀+N₃₀₋₄₀(III)+ N₁₅₋₂₀(VII). На цих варіантах також спостерігався кращий розвиток листової

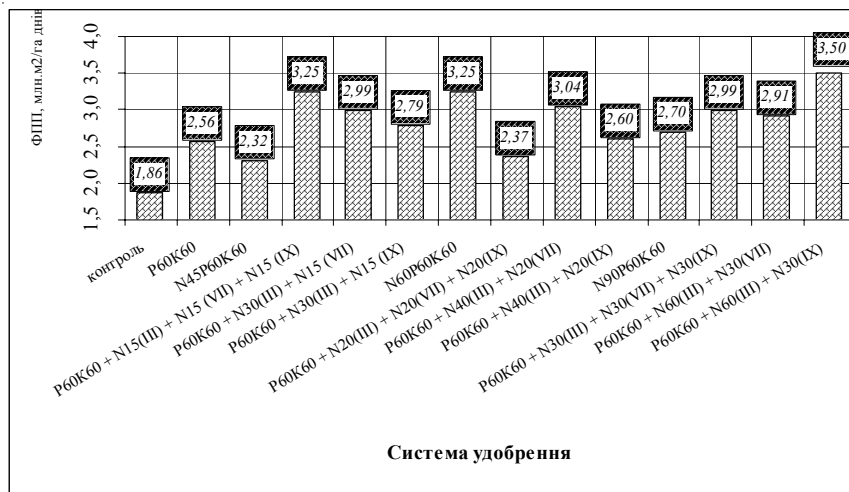


Рис. Фотосинтетичний потенціал посівів проса, млн м²/га днів (середнє за 2001-2003рр.)

Таблиця 2. Урожайність проса за різних систем застосування азотних добрив, ц/га (середнє за 2001-2003 рр.)

Система удобрення	Урожайність, ц/га	+/- до контролю	
		ц/га	%
Без добрив	29,4	-	-
P ₆₀ K ₆₀	35,2	+5,8	+19,7
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	39,2	+9,8	+33,3
P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅ (III)+N ₁₅ (VII)+N ₁₅ (IX)	43,2	+13,8	+46,9
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ (III)+N ₁₅ (VII)	45,8	+16,4	+55,8
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ (III)+N ₁₅ (IX)	43,2	+13,8	+46,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	42,4	+13,0	+44,2
P ₆₀ K ₆₀ +N ₂₀ (III)+N ₂₀ (VII)+N ₂₀ (IX)	46,1	+16,7	+56,8
P ₆₀ K ₆₀ +N ₄₀ (III)+N ₂₀ (VII)	47,0	+17,6	+59,9
P ₆₀ K ₆₀ +N ₄₀ (III)+N ₂₀ (IX)	44,6	+15,2	+51,7
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	43,9	+14,5	+49,3
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ (III)+N ₃₀ (VII)+N ₃₀ (IX)	46,4	+17,0	+57,8
P ₆₀ K ₆₀ +N ₆₀ (III)+N ₃₀ (VII)	42,8	+13,4	+45,6
P ₆₀ K ₆₀ +N ₆₀ (III)+N ₃₀ (IX)	44,0	+14,6	+49,7
<i>НІР_{0,5} для усіх середніх</i>	2,36	-	-

поверхні. Внесення сумарної дози азоту 45-60 кг/га в основне удобрення пригальмувало розвиток листя і зменшувало урожайність на 0,9-4,6 ц/га, що могло бути спричинено дефіцитом доступного азоту у період активного розвитку рослин проса. На

урожайність істотний вплив мав і термін функціонування листків. За результатами досліджень виявлено пряму кореляційну залежність між тривалістю функціонування листкового апарату та урожайністю, коефіцієнт кореляції між цими двома показниками становив 0,62.

Тому, за результатами представленого матеріалу можна стверджувати, що оптимальна площа листкового апарату проса сорту Київське 87 за суцільного способу сівби, яка забезпечила найвищу продуктивність (45,8-47,0 ц/га), знаходилася у межах 38-41 тис.м²/га. За такої площі листя фотосинтетичний потенціал посівів коливався від 3,04 до 3,25 млн м²/га днів.

Висновки. Таким чином, за результатами обрахунків індексу листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу посівів проса можна зробити такі висновки:

1. Темпи наростання і термін функціонування листкового апарату залежали від стадійного розвитку, фізіологічного віку рослин, системи застосування азотних добрив.

2. Найбільшу листову поверхню (4,83 м²/м²) формувало просо у фазі викидання волотей за внесення N₆₀P₆₀K₆₀ в основне удобрення. Внесення азотних добрив у підживлення культури продовжувало термін функціонування листкового апарату. Найбільша кількість життєздатного листя збереглася за підживлення N₆₀ у два етапи – 40 кг/га на III і 20 – на IX етапах органогенезу.

3. Найвищий фотосинтетичний потенціал посіву (3,50 млн м²/га днів) просо розвивало за внесення N₆₀ на III і N₃₀ на IX етапах органогенезу, проте найвища продуктивність (45,8-47,0 ц/га) формувалася за площі листкового апарату 38-41 тис.м²/га і фотосинтетичного потенціалу посівів у межах від 3,04 до 3,25 млн м²/га днів.

1. Конащук, І.О. Площа листової поверхні озимого та ярого тритикале залежно від добрив. / І.О. Конащук. // Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб. – Херсон: Айлант, 2007. – Вип. 48. – С. 59-62.

2. Мусієнко, М.М. Фізіологія рослин. / М.М. Мусієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.

3. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и урожай. / А.А. Ничипорович. – М.: Знание. - 1966. – 48с.

4. Тимирязев, К.А. Жизнь растения. Десять общедоступных лекций / К.А. Тимирязев. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 464 с.

5. Туркова, Н.С. Физиология сельскохозяйственных растений. Том VI:

Зернобобовые растения. Многолетние травы. Хлебные злаки (рожь, ячмень, овес, просо) и гречиха. / отв. ред. Н.С. Туркова. – М.: Изд.-во МГУ. – 1970. – 653 с.

У статті відображені результати досліджень з питання розвитку листової поверхні проса залежно від системи застосування азотних добрив. Експериментально визначено оптимальні параметри площі листової поверхні для формування урожаю.

Ключові слова: азотні добрива, дози добрив, етапи органогенезу, індекс листової поверхні, просо, урожайність проса, фотосинтетичний потенціал.

В статье отображены результаты исследований по вопросу развития листовой поверхности проса в зависимости от системы применения азотных удобрений. Экспериментально определены оптимальные параметры площади листовой поверхности для формирования урожая.

Ключевые слова: азотные удобрения, дозы удобрений, этапы органогенеза, индекс листовой поверхности, просо, урожайность проса, фотосинтетический потенциал.

The article reflects the research results on a question of the millet leaf area development depending on the nitric fertilizer system application. The optimum parameters of leaf area for the yield formation are experimentally determined.

Key words: nitric fertilizers, fertilizer doses, stages of organogenesis, leaf area index, millet, millet yield, photosynthetic potential.