



# Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.16:631.8:631.524.82  
© 2013

*О.С. Гораи,*  
доктор сільсько-  
господарських наук

*Р.І. Климишена,*  
кандидат сільсько-  
господарських наук  
Подільський  
державний аграрно-  
технічний університет

## **ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ТА НАКОПИЧЕННЯ СУХОЇ РЕЧОВИНИ РОСЛИНАМИ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ**

*Висвітлено окремі питання продукційного процесу ячменю озимого. Установлено залежність інтенсифікації формування площі листкової поверхні та накопичення маси сухої речовини рослинами від норм застосованих мінеральних добрив. Показано наростаючу динаміку параметрів зазначених показників за результатами досліджень у період від початку виходу в трубку до настання активного росту зернівки. Доведено взаємозв'язок між масою сухої речовини та площею листкової поверхні.*

**Ключові слова:** ячмінь озимий, норма внесення мінеральних добрив, площа листкової поверхні, маса сухої речовини.

До найважливіших біологічних процесів життєздатності рослин належить фотосинтез, у результаті якого з простих речовин утворюються багаті енергією складні та різноманітні за хімічним складом органічні сполуки. Це фактично найбільш поширений процес асиміляції, який має глобальне значення. Під час фотосинтезу рослинами виробляється 90–95% сухої речовин [7]. Саме від процесу фотосинтезу передусім залежить ріст та розвиток рослин, а в кінці вегетації і рівень урожайності. Продуктивність фотосинтезу рослин визначають за двома основними показниками — сумарною площею листкової поверхні та інтенсивністю фотосинтетичних процесів. Важливими чинниками величини асимілювальної поверхні є фактори технологічного спрямування та вегетації [4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженнями вітчизняних і зарубіжних учених установлено, що фотосинтетична продуктивність рослин виявляється в приростах сухої речовини, за використання ними сонячної енергії внаслідок функціональної трансформації її в

енергію хімічних зв'язків органічних речовин. Чим більшу площу листкової поверхні формують рослини, тим вони, як правило, продуктивніші. Фотосинтез — важливий процес асиміляції, який у загальному продукційному процесі рослин є важливим аргументом у формуванні врожаю сільськогосподарських культур.

Часто дослідники зазначають, що за сприятливих умов у посівах єдиним фактором, який обмежує ріст і накопичення біомаси рослин, є сонячна радіація. Саме в процесі вегетації рослин відбувається конкуренція за світло. Фотосинтетична діяльність рослин посилюється до настання конкуренції за світло, унаслідок чого деякі нижні листки починають відмирати. Основною умовою досягнення високої врожайності є сприятлива структура посіву, за якої відбувається інтенсивне формування фотосинтетичного апарату, що ефективно поглинає енергію квантів сонячних променів. Одним із важливих чинників підвищення продуктивності посіву є швидке наростання асимілювальної поверхні на початку вегетації. До певного періоду його поверхня і структура досягає оптиму-

**1. Залежність площі листової поверхні ячменю озимого від норм унесених мінеральних добрив (середнє за 2010–2012 рр.), см<sup>2</sup>/рослину**

Норма добрив, кг/га д.р.	Строк визначення			
	1-й	2-й	3-й	4-й
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	78,27	114,74	149,74	180,30
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	115,24	150,53	183,21	212,04
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	149,00	180,91	209,32	232,28
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	172,53	202,26	228,56	250,08
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	190,20	217,40	242,52	262,68

му. Цей період є коротким і триває до тих пір, поки не розпочинається масове відмирання старих листків [1]. Важливим технологічним чинником впливу на формування листової поверхні та накопичення сухої речовини рослинами є внесені мінеральні добрива.

**Мета досліджень** — визначити залежність площі листової поверхні і маси сухої речовини рослин ячменю озимого від впливу застосовуваних мінеральних добрив.

**Методика досліджень.** Норми застосування мінеральних добрив: N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> (контроль), N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>. Норма висіву насіння — 350 шт./м<sup>2</sup>. Площу листової поверхні визначали методом висічок, сирю біомасу рослин — зважуванням на вазі ВЛКТ-500, масу сухої речовини — термогравіметричним методом [3, 6]. Аналізи проводили 4 рази в динаміці через кожних 10 днів на рівні параметрів індивідуальної рослини (1-й раз — на початку виходу в трубку, 2-й — через 10 днів, 3-й — через 20, 4-й — через 30 днів). Ґрунти дослідних ділянок — чорноземи опідзолені. Об'єкт досліджень — сорт 2-рядного ячменю озимого Вінтмальт.

**Результати досліджень.** У сільськогосподарському виробництві завдання управління ростом і розвитком має вирішуватися на основі розуміння закономірностей функціонування біологічних систем, як на рівні посівів, так і на рівні індивідуального розвитку рослин. У проведених нами дослідженнях площа листової поверхні ячменю озимого функціонально залежала від норм унесених мінеральних добрив. За результатами аналізів встановлено, що в середньому за 3 роки за 1-го визначення — фаза початку виходу в трубку — площа листової поверхні в контрольному варіанті була найменшою — 78,3 см<sup>2</sup>/рослину (табл. 1).

Із застосуванням мінеральних добрив за

норм унесення N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> площа листової поверхні ячменю озимого збільшувалася, середні значення становили 115,2 см<sup>2</sup>/рослину; 149,0; 172,5; 190,2 см<sup>2</sup>/рослину відповідно. Така закономірність спостерігалася щороку. Скажімо, у 2010 р. цей показник на контролі порівняно з показником у варіанті N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> був меншим на 37,8 см<sup>2</sup>/рослину за НІР<sub>0,05</sub> — 2,8; 2011 р. різниця між даними цих варіантів становила 36,6 см<sup>2</sup>/рослину, НІР<sub>0,05</sub> — 2,1; 2012 р. — 36,5 см<sup>2</sup>/рослину, НІР<sub>0,05</sub> — 2,6. Кожне внесення мінеральних добрив за умови зростаючих норм сприяло істотному збільшенню асиміляційної поверхні рослин. Так, за порівняння варіантів N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> і N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> у 2010 р. показник площі листової поверхні ячменю озимого збільшився на 32,2 см<sup>2</sup>/рослину за НІР<sub>0,05</sub> — 3,0; 2011 р. — 34,1 см<sup>2</sup>/рослину, НІР<sub>0,05</sub> — 2,8; 2012 р. — 35,0 см<sup>2</sup>/рослину, НІР<sub>0,05</sub> — 2,2. Застосування норми мінеральних добрив N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> порівняно з нормою N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> сприяло збільшенню площі листової поверхні рослин у 2010 р. — на 24,4 см<sup>2</sup>/рослину, НІР<sub>0,05</sub> — 2,5; 2011 р. — 22,5 см<sup>2</sup>/рослину, НІР<sub>0,05</sub> — 2,9; 2012 р. — на 23,8 см<sup>2</sup>/рослину, НІР<sub>0,05</sub> — 2,1. За порівняння варіантів N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> і N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> різниця між показниками становила у 2010 р. 18,7 см<sup>2</sup>/рослину за НІР<sub>0,05</sub> — 2,6; 2011 р. — 17,9 см<sup>2</sup>/рослину, НІР<sub>0,05</sub> — 2,5; 2012 р. — 16,5 см<sup>2</sup>/рослину, НІР<sub>0,05</sub> — 2,6.

Подібний результат залежності площі листової поверхні від мінеральних добрив встановлено для кожного строку визначення, що підтверджується коефіцієнтами кореляції і рівнянням регресії. Статистичний аналіз показав закономірну сильну достовірну кореляційну залежність площі листової поверхні від застосованих мінеральних добрив (r=0,98) для кожного строку досліджень.

**2. Залежність маси сухої речовини рослини ячменю озимого від норм унесених мінеральних добрив (середнє за 2010–2012 рр.), г/рослину**

Норма добрив, кг/га д.р.	Строк визначення			
	1-й	2-й	3-й	4-й
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,50	0,87	1,47	2,42
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	0,99	1,56	2,30	3,50
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,39	2,11	2,95	4,28
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1,70	2,51	3,47	4,87
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	1,96	2,83	3,90	5,32

Чеські дослідники вважають, що інтенсифікація фотосинтезу є значним резервом у рослинництві за умов створення оптимальних умов живлення рослин. Швидкість фотосинтезу — вирішальний фактор у формуванні врожаїв лише тоді, коли усунуто лімітувальну дію більшості інших чинників, таких, як вологозабезпечення, родючість ґрунту, строки сівби. Установлено, що від інтенсивності фотосинтезу залежить накопичення сухої речовини посівом [5]. В озимих культур за низьких температур початкові темпи приросту сухої речовини повільні, у ярих — швидкі. Проте повільний ріст восени і рано навесні озимим дає певну перевагу над ярими зерновими, оскільки в них краще розвивається коренева система, що пов'язано з куцінням і тривалішим періодом формування колоса. Особливістю ячменю озимого є те, що в нього накопичення сухої речовини навесні відбувається швидше, ніж у пшениці [8].

За результатами досліджень встановлено залежність маси сухої речовини рослин від норм унесених мінеральних добрив відповідно в усі строки проведення аналізу (табл. 2). За норми мінеральних добрив N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> відбувалося збільшення маси сухої речовини рослин порівняно з контролем залежно від строку визначення на 0,49–1,08 г. За додаткового внесення по 30 кг/га д.р. NPK (варіант N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) підвищувалася маса сухої речовини до 1,39–4,28 г, що на 0,40–0,78 г більше порівняно з варіантом N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>. Подальше підвищення норм унесених мінеральних добрив N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> і N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> сприяло збільшенню маси сухої речовини рослин до 1,70–4,87 г та 1,96–5,32 г відповідно до проведеного аналізу в динаміці. Такі результати свідчать про інтенсифікацію процесів асиміляції, або пластичного обміну під впливом застосованих мінеральних добрив. Слід звернути увагу на теоретичну основу та-

ких результатів: азот є структурним елементом ДНК, РНК, ферментів, які відіграють важливу роль в обміні речовин. Азот також входить до складу молекул хлорофілу. Роль фосфору в інтенсифікації процесів обміну речовин полягає в накопиченні ним енергії в макроергозв'язках, яка використовується далі для забезпечення синтезу складних молекулярних органічних речовин. Калій сприяє життєздатності клітин і поліпшує фізико-хімічні властивості протоплазми. Установлено позитивну дію калію на синтез моносахаридів та полісахаридів [2].

Динаміку наростання площі листової поверхні та маси сухої речовини показано за період, що фактично відповідає тривалості IV, V, VI та VII етапів органогенезу. Це період, коли розпочинають формуватися і функціонувати біологічно генеративні органи. Відбувається процес мікро- і макроспорогенезу, гаметогенезу та зиготогенезу. З початком диференціації зародка VII етап завершується. Слід зазначити, що в період IV–VII етапів органогенезу можуть відбуватися також і процеси редукції, що однаково стосується колосків у колосі і квіток у колоску колоса ячменю. Ці органи закінчують свій розвиток без реалізації біологічного потенціалу, тобто фактично атрофують. Дослідження цього біологічного періоду стосовно фітомаси рослин, маси окремих органів рослин, площі листової поверхні рослин, кількості листків, товщини стебла, висоти, маси сухої речовини рослин дають певне пояснення щодо забезпечення функціональної здатності рослин та їх продукційного процесу загалом. Отримані закономірності за результатами проведених досліджень фактично додають в обґрунтування продукційного процесу рослин ячменю озимого нові знання щодо впливу мінеральних добрив на цей процес. Потрібно звернути увагу на те, що період IV–VII етапів органогенезу, — це пері-

од росту і розвитку, який потребує інтенсивного формування асимілювальної поверхні та її активної функціональної діяльності [9].

Здійснений кореляційний аналіз свідчить про те, що між параметрами сухої речовини в наростаючій динаміці та площею листової поверхні в паралельному динамічному значенні даних існує статистично достовірний зв'язок  $r=0,94$ . Це свідчить про залежність площі листової поверхні рослини і її сухої речовини від технологічного фактора — мінеральних добрив. Такими даними також можна характеризувати рослину ячменю в контексті реалізації біологічного потенціалу. Установлено істотну різницю між показниками площі листової поверхні за всіх строків визначення параметрів, що аналогічно показникам сухої речовини однієї рослини. Отримані наукові результати пояснюють механізм управління функцією рос-

лин, процесом метаболізму і вносять певну частку в теоретичне обґрунтування щодо можливості ефективного управління в рослинництві. Це підтверджує наочна залежність асиміляційного процесу рослин за показником співвідношення маси сухої речовини рослини до площі листової поверхні, яке інтерпретується як індекс співвідношення. Це фактично параметр, який показує кількість сухої речовини, що припадає на 1 см<sup>2</sup> площі листової поверхні, і свідчить про інтенсифікацію процесів асиміляції. За експериментальними даними, кожна норма внесення мінеральних добрив є впливвою. Скажімо, за 1-го строку визначення показник становив на контролі 6,4, за норм унесення N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> — 8,6 г/см<sup>2</sup>; N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> — 9,3; N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> — 9,9; N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> — 10,3 г/см<sup>2</sup>. Закономірність спостерігається для 2-го, 3- і 4-го строків визначення.

## Висновки

*Установлено залежність інтенсифікації процесів формування площі листової поверхні, накопичення маси сухої речовини рослинами від норм унесених мінеральних добрив. Показано взаємозв'язок між масою сухої ре-*

*човини рослин ячменю та площею листової поверхні ( $r=0,94$ ) за аналізом у динаміці, проведеним у період від початку виходу в трубку до настання активного росту зернівки, що відповідає IV–VII етапам органогенезу.*

## Бібліографія

1. Вроч Ф. Морфологическая структура отдельного растения и высокопродуктивного посева/Ф. Вроч//Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур; пер. с чеш. З.К. Благовещенской. — М.: Колос, 1984. — С. 58–62.
2. Городний Н.М. Агрохимия/Н.М. Городний. — К.: Выща шк., 1990. — С. 57–73.
3. Грицаєнко З.М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів/З.М. Грицаєнко, А.О. Грицаєнко, В.П. Карпенко. — К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. — С. 17–18.
4. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин: підручник/Ю.А. Злобін. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. — 464 с.
5. Натр Л. Эффективное использование поглощенной энергии на формирование сухого вещества/Л. Натр//Формирование урожая основных сельскохо-

зяйственных культур; пер. с чеш. З.К. Благовещенской. — М.: Колос, 1984. — С. 53–56.

6. Ничипорович А.А. Основы фотосинтетической продуктивности. Современные проблемы фотосинтеза в растениеводстве/А.А. Ничипорович. — М.: Изд-во МГУ, 1973. — С. 17–43.

7. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев/А.А. Ничипорович. — М.: Изд-во АН СССР, 1956. — 94 с.

8. Петр И. Образование и распределение сухого вещества/И. Петр//Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур; пер. с чеш. З.К. Благовещенской. — М.: Колос, 1984. — С. 102–104.

9. Šesták Z. Metody studia fotosyntetické produkce rostlin/Z. Šesták, J. Čarský. — Academia Praha, 1966. — P. 15–19.

Надійшла 7.10.2013.