

УДК 633.11«324»:581.144

Г. Ф. Ольховський

*Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва***ДИНАМІКА МАСИ ОРГАНІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ
В РЕПРОДУКТИВНИЙ ПЕРІОД**

Протягом трьох вегетаційних періодів у пробах озимої пшениці, відібраних на ділянках з урожаєм зерна ~6 т/га, вивчали динаміку маси сухих речовин у листках, міжвузлях, колосах і зерні. З'ясовано, що маса сухих речовин в органах збільшується з підвищення яруса; листки завершують ріст у фазі цвітіння, у подальші фази їх маса зменшується; міжвузля закінчують ріст у різні строки, нижніх ярусів – раніше, двох верхніх – у молочній стиглості зерна. Найбільший відтік пластичних речовин відмічено із міжвузлів, листків третього-четвертого ярусів, колосів. Половина маси зерна створилася за рахунок реутилізації пластичних речовин.

Ключові слова: органи стебла, маса, ріст, пластичні речовини, утилізація, зерно.

Урожайність озимої пшениці в Україні в виробничих умовах коливається в межах 30–50 ц/га, а на дослідних полях наукових установ досягає 70–90 ц/га [1]. Відтворення високих урожаїв, їх стабілізація за роками вимагає поглиблених знань біології розвитку різних сортів пшениці і дотримання прогресивних технологій їх вирощування.

На початкових етапах росту в рослинах озимої пшениці відбувається нагромадження маси вегетативних органів, чим кращі умови мінерального, повітряного живлення і забезпечення вологою, тим інтенсивніший ріст [2, 3]. Тому бажано знати зв'язки між масою цих органів і врожаєм зерна. На роль окремих органів у наливі зерна звертали увагу багато дослідників. Так, Н.С. Петінов і А. Н. Павлов установили, що в кінці наливу зерна суха вага стебла зменшилася більше ніж у два рази від максимальної ваги, а затінення листків і колоса і зменшувало масу 1000 зерен. За рахунок листків і колоскових луг у зерні утворилося 15–25 % речовин [4]. У дослідях Масолова і Панова [5] зрізання листків після колосіння знизило врожай зерна на 20–30 %. Затемнення колосів зменшило масу 1000 зерен на 22 % [6]. У цьому ж досліді відтік пластичних речовин визначено в короткочасний період числом імпульсів випромінювання C^{14} ізотопу. Як відмічають І. С. Шатілов, А. В. Ваулін [7], вивчення динаміки і продуктивності фотосинтезу кожного органу рослин методом зрізання або затінення окремих асимілюючих органів призводить до суттєвого підвищення фотосинтезу органів, які залишилися. Як видно, застосовано різні підходи, а отримано малу кількість показників, які відобразили б повніше зміни в органах рослин у процесі наливу зерна озимої пшениці.

Ураховуючи обмеженість даних, нашим завданням було вивчення динаміки маси сухих речовин і елементів мінерального живлення в окремих органах озимої пшениці в період кінець трубкування – повна стиглість, визначити кількість реутилізованих речовин за різницею між максимальними і мінімальними значеннями маси органів. Дослідження проведені на дослідному полі ХНАУ. Об'єктом досліджень були рослини озимої пшениці у 2005–2006 р. сорту Харківська 105, у 2013 р. – Елегія. Обидва сорти середньорослі, вирощувались в

умовах, близьких до виробничих, після зернобобових культур. Для аналізів проби рослин відбирали з площадок $0,25\text{ м}^2$ у двократній повторності на добре виповнених рядках, щоб дослідження вести дійсно на високопродуктивних посівах, де більша ймовірність виявлення потенційних можливостей сортів. Густота рослин на ділянках $\sim 400\text{ кг/м}^2$, продуктивних стебел $550\text{--}600\text{ шт./м}^2$, біологічна врожайність зерна $\sim 600\text{ г/м}^2$.

Із відібраних проб рослин кожний раз вилучали по 50 головних стебел і розділяли на органи, починаючи з колоса. Органи стебел висушені при температурі $\sim 60^\circ\text{C}$ і два рази зважені. Вологість повітряно сухих проб при зберіганні в сухому приміщенні близька до 8 %.

Ґрунт – чорнозем типовий глибокий малогумусний слабоструктурний важкосуглинковий на лесі. Уміст гумусу в орному шарі в межах 4,4–4,7 %, рухомих форм фосфору (за Чириковим) 13,8; калію – 10,3 мг на 100 г ґрунту, забезпеченість мінеральним азотом на початку вегетаційного періоду низька та середня.

Для виявлення кількісних показників відтоку (реутилізації) органічних і мінеральних поживних речовин із окремих органів і в цілому із стебла необхідно перш за все мати інформацію про масу органів і її динаміку в період утворення зерна. Слід мати на увазі, що стебло, корінь – дві головні частини рослин виконують функції повітряного і кореневого живлення і їх постійний ріст забезпечує здійснення цих функцій [8]. Між стеблом і коренем існує тісний кореляційний зв'язок. Головними факторами корелятивних взаємозв'язків є фітогормони. Верхів'я пагонів і в меншій мірі молоді листки синтезують і поставляють ІУК, що відповідає за включення загальної генетичної програми коренеутворення і впливає на ріст і морфогенез кореня. У свою чергу кінчик кореня виробляє цитокиніни, які поступають у надземні частини. Вони відповідальні за включення програми пагоноутворення (при наявності ауксину), ріст і функціональну активність листків. Таким чином, між верхівкою пагона і кінчиком кореня з участю фітогормонів устанавлюється зв'язок, який лежить в основі саморозвитку цілого рослинного організму [8].

Результати обліку маси сухих речовин у надземних органах стебел озимої пшениці представлено в табл. 1.

Перший відбір проб зроблено в кінці фази виходу в трубку, коли колос знаходився в піхві верхнього листка. Маса листків разом з листковими піхвами, міжвузіль наведені в послідовності їх утворення на стеблі, тобто нумерація їх іде від старших органів до молодих.

Веgetативні органи закінчують ріст у різні строки – нижніх ярусів раніше, верхніх – пізніше, що узгоджується з даними А. І. Носатовського [9]. Для листків першого-третього ярусів максимум сухих речовин припадав на кінець фази виходу в трубку, але вважаємо, що це окремий випадок, імовірно, максимальна маса, особливо першого-другого листків, припадали на ранні дати, коли вони забезпечували ріст верхніх органів. У верхніх листках (четвертого і п'ятого ярусів) найбільша маса сухих речовин припала на фазу колосіння. Спостерігалися випадки збільшення маси цих органів (на 10–15 %) і в фазу формування зерна, можливо, за рахунок стовщення клітинних стінок [8].

Міжвузля (частини стебла) виділені без листкових піхв, як несуча, транспортна і запасуюча система. Хоча за методикою відбору проб для вивчення хімічного складу листкові піхви рекомендовано залишати на міжвузлях [10]. Але листкові піхви на живих рослинах зелені, багаті на хлорофіл, фотосинтетично активніші ніж міжвузля і за вмістом азоту, фосфору, калію ближчі до листкових пластинок.

**1. Динаміка маси органів озимої пшениці в репродуктивний період
(у грамах абсолютно сухої речовини на 100 стебел, середні дані за 2005–2006 рр.)**

Органи стебла	Фази росту						Зменшення маси	
	вихід у трубку	колосіння	цвітіння	формування зерна	молочна стиглість	повна стиглість	г	%
Листки								
<i>1-і</i>	<u>6,2</u>	3,9	2,7	1,4	1,4	1,4	4,8	77,4
<i>2-і</i>	8,6	6,0	5,5	5,4	4,9	4,7	3,9	45,3
<i>3-і</i>	14,4	13,1	13,0	11,8	11,4	10,6	3,8	26,4
<i>4-і</i>	20,2	20,1	18,0	17,1	16,9	15,1	5,1	25,2
<i>5-і</i>	21,2	<u>25,8</u>	24,8	24,5	22,2	20,4	5,4	20,9
Сума	70,6	68,9	64,0	60,2	56,8	52,2	18,4	-
Міжвузля								
<i>1-і</i>	10,2	<u>10,8</u>	8,3	8,1	6,7	5,5	5,3	49,1
<i>2-і</i>	16,4	17,0	<u>17,2</u>	16,4	15,2	13,9	3,3	19,2
<i>3-і</i>	13,7	23,4	24,6	<u>26,8</u>	25,5	18,3	8,5	31,7
<i>4-і</i>	3,9	31,9	34,0	37,7	<u>40,9</u>	28,4	12,5	30,6
<i>5-і</i>	0,3	15,1	21,2	28,3	<u>30,9</u>	24,6	6,3	20,4
Колоси	7,6	30,5	31,1	38,9	<u>42,4</u>	32,3	10,1	23,8
Сума	52,1	128,7	136,4	156,2	161,6	123,0	46,0	-
Зерно	-	-	3,6	31,3	73,0	114,6	-	-

Наведені в табл. 1 дані свідчать, що міжвузля досягли найбільшої маси пізніше, ніж листки, так перші міжвузля сформувалися в кінці фази виходу в трубку, другі – завершили ріст в час цвітіння, треті – у фазі формування зерна. Звертаємо увагу на міжвузля четвертого і п'ятого ярусів, які в кінці фази виходу в трубку інтенсивно росли, а їх ріст відбувався, як раніше інших міжвузиль, за участі регуляторів росту за рахунок притоку асимілятів із третього-п'ятого листків. Маса четвертих міжвузиль до завершення росту збільшилася в 10,5 разу, а ріст міжвузиль п'ятого ярусу тривав до молочної стиглості і їх маса збільшилася майже в сто разів.

Тому твердження, що рослини озимої пшениці закінчують ріст в фазі цвітіння [11] сумнівне, підлягає уточненню. За винятком п'ятих листків і міжвузиль, маса яких у посушливу погоду може бути меншою від маси органів попереднього ярусу, для всіх інших органів характерно збільшення їх розмірів і маси знизу доверху. Така особливість росту органів стебла пов'язана з ростом коренів. Дослідженнями В. І. Бондаренко [12] виявлено, що коренева система озимої

пшениці інтенсивно росте в час виходу в трубку і досягає найбільшої маси в період колосіння – молочна стиглість.

Максимальної інтенсивності фотосинтезу досягає незадовго до зупинки росту листків. Коли лист досягає приблизно 1/2 свого кінцевого розміру, продукція його фотосинтезу починає перевищувати свої потреби і лист перетворюється в донора асимілятів [8]. Зупинка росту листка є переломним моментом у його онтогенезі, з якого починається процес старіння. У цей період відбувається зміна балансу фітогормонів у листку – зменшується вміст гіберелінів, ауксина і цитокінінів, які сприяли синтетичній направленості обміну речовин, і збільшується кількість гормонів, які прискорюють старіння – абсцизової кислоти, етилену. Поступове зниження основної функції листа призводить до активізації гідролітичних процесів в клітинах і листок перетворюється в постачальника в молоді органи продуктів гідролізу полімерів клітини, які містять азот, фосфор, сірку, прості органічні сполуки й інші речовини.

У табл. 1 було відмічено приблизно строки зупинки росту окремих ярусів листків і міжвузіль за значеннями максимальних величин сухих речовин. Деякий час маса органів зменшується повільно, такий їх стан вважається стаціонарним, генетично обумовленим [13].

Старіння починається з нижніх листків і поступово поширюється на верхні, здійснюється упорядковано, під контролем внутрішніх факторів. Зовнішні його ознаки: втрата хлорофілу, води, пожовтіння верхнього кінчика листка, яке потім поширюється до вузла, лист висихає, стає крихким. Потім відмирають листові піхви і останніми – міжвузілья.

Кількість відтікаючих пластичних речовин умовно визначена як різниця між максимальними значеннями, які відмічені рискою, і мінімальними в повній стиглості, виражені в грамах і в відсотках на 100 головних стебел. Зменшення маси нижніх двох листків пов'язане як реутилізацією пластичних речовин, так і можливими втратами під впливом погодних умов, особливо з листових пластинок після раннього закінчення листками своїх функцій. Допускаємо деяку втрату маса на дихання тканин усіх органів. Більш точно відтік речовин визначено для листків трьох верхніх ярусів, які були діючими в період утворення зерна. Ці листки виконували головну роль у формуванні зерна, вони віддали пластичних речовин із перерахунку на суху речовину 20–26 %, крім того, вони забезпечували функції відповідних їм міжвузіль. Загальна сума реутилізованих речовин з цих листків дорівнювала 14,3 г в розрахунку на 100 стебел. Процес зерноутворення супроводжувався використанням складових компонентів спочатку листків, пізніше – міжвузіль, оскільки по їхніх провідних системах рухалися поживні речовини із листків до колоса. Віддача поживних речовин міжвузлями відбувалась в тій самій послідовності, як це було характерно для листків – від нижнього ярусу до верхнього. Останніми втрачають функції міжвузля п'ятого ярусу і колоси, коли зернівки досягли повної стиглості і припинився зв'язок з материнським стеблом.

Кількість реутилізованих речовин із міжвузіль значно більша порівняно з показниками для листків, знаходилася в межах 3,3–12,5 г, у середньому з усіх міжвузіль і колоса відтік склав 29 %. Найбільше поживних речовин відійшло із

міжвузіль третього, четвертого ярусів і колоса, дещо менше із верхнього ярусу (колосоносного стрижня). Помітно, що п'ятий ярус листків і міжвузіль уступає попередньому, можливо тому, що зернівки завершують налив раніше від закінчення перерозподілу пластичних речовин із цих органів. Сумарна реутилізація речовин із міжвузіль і колоса склала 45,8 г, а з урахуванням відтока з листків – 60,3 г (без нижніх двох листків). Абсолютно сухого зерна із 100 колосів отримано 114,6 г, значить, більше половини маси зерна (52,6 %) утворилося за рахунок перерозподілу пластичних речовин із вегетативних органів і колоса, інша частина – 54,9 г (47,4 %) створена поточним фотосинтезом і кореневим живленням.

Повторними дослідженнями у 2013 р. підтвердилися раніше отримані дані. Маса сухого зерна з такої ж кількості колосів дорівнювала 107,4 г, а загальний відтік пластичних речовин (при виключенні перших двох листків) склав 54,9 г. Ця сума забезпечила утворення 51 % маси зерна. У 2013 р. за сухої погоди маса стебел виявилася меншою, а за відносної (в %) відтік пластичних речовин був більшим.

2 Частка участі окремих органів стебла в забезпеченні зернівок пластичними речовинами за рахунок реутилізації

Одиниці виміру відтоку речовин	Листки			Міжвузля					Колоси	Сума
	3-і	4-і	5-і	1-і	2-і	3-і	4-і	5-і		
2005-2006 рр.										
Грам на 100 стебел	3,8	5,1	5,4	5,3	3,3	8,5	12,5	6,3	10,8	60,3
%	6,3	8,5	9,0	8,8	5,5	14,1	20,7	10,4	16,7	100
2013 р.										
Грам на 100 стебел	7,8	4,7	7,1	5,9	6,0	6,8	7,1	3,2	6,3	54,9
%	14,2	8,6	12,9	10,7	10,9	12,4	12,9	5,8	11,5	100

Дані табл. 2 відображають, що більша участь у формуванні зерна прийшла на міжвузлі третього-четвертого ярусів, листки – четвертого-п'ятого ярусів і колоса. У цілому ж всі органи стебла причетні до формування зерна.

Висновки. 1. Нагромадження сухих речовин у листках у більшості випадків завершується у фазі цвітіння. У подальші фази маса листків поступово зменшується.

2. Міжвузля завершують ріст у різні строки, нижні яруси раніше, два верхні і колос – у молочній стиглості.

3. При наливі зерна маса листків зменшується на 20–26 %, міжвузлів – на 20–31 %. Найбільший відтік пластичних речовин відбувається із міжвузіль і листків третього-четвертого ярусів та колосів.

4. Орієнтовно 51–52 % маси зерна створюється за рахунок реутилізації пластичних речовин із органів стебла.

Бібліографічний список: 1. Наукові основи ведення зернового господарства / [В. Ф. Сайко, М. Г. Лобас, І. В. Яшовський та ін.]; за ред. В. Ф. Сайка. – К.: Урожай, 1994. – 333 с. 2. Горшков П. А. Влияние систематического применения удобрений в севообороте на формирование урожая озимой пшеницы и его качество / П. А. Горшков, В. М. Макаренко // Агрохимия. – 1970. – № 6. – С. 41–50. 3. Горшков П. А. Влияние сочетания органических и

минеральных удобрений в севообороте на формирование урожая зерна озимой пшеницы и его качество / П. А. Горшков, В. М. Макаренко // Удобрение, урожай и качество сельскохозяйственной продукции: науч. тр. – К., 1979. – Вып. 228. – С. 3–11. 4. Мосолов И. В. Влияние стеблевых листьев на урожай и белковость зерна в зависимости от сорта / И. В. Мосолов, А. В. Панова // Физиология растений: ДАН СССР. – 1957. – Т. 48, № 1. – С. 161–163. 5. Петин Н. С. О роли отдельных органов в наливе зерна пшеницы / Н. С. Петин, А. Н. Павлов // Физиология растений: ДАН СССР. – 1957. – Т. 117, № 1. – С. 146–149. 6. Пелимбетова Ф. А. О поступлении пластических веществ в развивающееся зерно пшеницы / Ф. А. Пелимбетова, Я. К. Мамонов // Физиология растений. – 1967. – Т. 14, Вып. 1. – С. 29–31. 7. Шатилов И. С. Динамика ассимилирующей поверхности и роль отдельных органов растений в формирование урожая ячменя / И. С. Шатилов, А. В. Ваулин // Земледелие и растениеводство [«Известия ТСХА»]. – 1972. – Вып. 1. – С. 21–29. 8. Полевой В. В. Физиология роста и развитие растений: учеб. пособие / В. В. Полевой, Т. С. Соламатова. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. – 240 с. 9. Носатовский А. И. Пшеница / А. И. Носатовский // Биология. – [2-е изд., допол.]. – М.: Колос, 1965. – 588 с. 10. Методические указания по географической сети опытов с удобрениями. – М.: Колос, 1965. – Вып. 11. – 58 с. 11. Пруцков Ф. М. Озимая пшеница / Ф. М. Пруцков. – М.: Колос, 1965. – С. 67–75. 12. Пшеница / Коллектив авторов. – К.: Урожай, 1977. – 82 с. 13. Кефели В. И. Рост растений / В. И. Кефели; под ред. М. Х. Чайлахяна. – М.: Колос, 1973. – 8 с.

Г. Ф. Ольховский

ДИНАМИКА МАССЫ ОРГАНОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕПРОДУКТИВНЫЙ ПЕРИОД

В течение трех вегетационных периодов в пробах озимой пшеницы, отобранных на делянках с урожаем зерна ~6 т/га, изучали динамику массы сухих веществ в листьях, междоузлиях, колосьях и в зерне. Листья завершают рост в фазе цветения, в последующие фазы их масса уменьшается. Междоузлия заканчивают рост в разные сроки, нижних ярусов — раньше, двух верхних — в молочной спелости зерна. Наибольший отток пластических веществ наблюдался из междоузлий, листьев третьего-четвертого ярусов, колосьев. Половина массы зерна образовалась за счет реутилизации пластических веществ.

Ключевые слова: органы стебла, масса, рост, пластические вещества, реутилизация, зерно.

G. F. Olhovskiy

DYNAMICS OF MASS OF ORGANS OF WINTER WHEAT IN A GENESIAL PERIOD

During three vegetation periods in the tests of winter wheat, selected on areas with the harvest of grain ~of 6 m/and, studied the dynamics of mass of dry matters in sheets, between knot, ears and grain. That mass of dry matters in organs increases from the increase of tier; sheets complete a height in the phase of flowering, in further phases their mass diminishes; a merithallus is concluded height in different terms, understories - before, two overhead - in the suckling ripeness of grain. The most outflow of plastic matters is marked from between knot, sheets of third-fourth tiers, ears. The half of mass of grain was created due to reutilization of plastic matters.

Keywords: organs of stem, mass, height, plastic matters, reutilization, grain.