

УДК 633.16:581.111:631.82

## ТРАНСПОРТ ПЛАСТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ЦВЕТЕНИЯ ДО СОЗРЕВАНИЯ ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

И. С. ШАТИЛОВ, А. Г. ЗАМАРАЕВ, А. В. КОРНИЕНКО

(Кафедра растениеводства)

**В период от цветения до созревания ячменя определяли изменение массы отдельных органов растений за ночь, происходящее в результате транспорта ассимилятов и расхода их на дыхание. Показано изменение доли некоторых органов в общей массе растения за этот период времени. Определена эффективность работы флагового и предфлагового листьев в формировании урожая при разных уровнях плодородия почвы и минерального питания посевов.**

Для создания технологий, обеспечивающих правильное рациональное питание сельскохозяйственных культур, тщательно изучаются процессы синтеза, депонирования, транспорта ре- и утилизации пластических веществ у растений в онтогенезе [2, 4, 7, 10—12, 18—19], а также роль отдельных органов растения в процессе формирования урожая [1, 8, 9, 6, 14, 12, 16, 17, 21].

В задачу нашего исследования входило выявление процессов суммарного транспорта ассимилятов у ячменя в период после цветения (конец выхода в трубку — начало колошения) до созревания с целью определения влияния на этот процесс уровня минерального питания и роли отдельных органов в формировании урожая.

### Методика

Как известно, у растений в момент достижения компенсационного пункта (КП) количество образуемых в процессе фотосинтеза пластических веществ равно расходам их на дыхание. В год проведения опыта по данным, полученным с помощью углекислотного газоанализатора марки ГИП-10 [3, 15, 20], КП в посевах ячменя наступал в июле—августе в зависимости от фазы в периоды от 20 ч 30 мин до 21 ч и от 5 ч до 5 ч 30 мин. В последующей работе момент прекращения фотосинтеза

был принят за 21 ч, а возобновления — 5 ч. Можно предположить, что изменение массы органов растений в течение ночи (от 21 до 5 ч) связано в значительной мере с дыханием и транспортом ассимилятов, т. е. потерю или прибавку массы отдельного органа можно объяснить этими двумя процессами.

Опыт проводился в 1987 г. на опытном поле сектора программирования урожая межфакультетской лаборатории Тимирязевской академии в посевах ячменя на 4 фонах пита-

ния. В вариантах 1—3 почва хорошо окультуренная: гумус по Тюрину — 3%; рН 6,5; содержание  $P_2O_5$  — 30 мг,  $K_2O$  — 25, N — 12—14 мг на 100 г. В варианте 1 удобрения не вносили, во 2-м вносили 120N45P77, 3K; в 3-м — 45N45P45K. В варианте 4 почва слабоокультуренная: гумус — 1,43%; рН 4,5;  $P_2O_5$  — 3,3 мг,  $K_2O$  — 6,4, N — 6 мг на 100 г; удобрения не вносились.

Пробы растений (по 10 шт.) брали в 21 и 5 ч 7, 17, 22 и 27 июля, 3 и 8 августа. Растения срезали и немедленно отделяли колосья, 3 верхних листа (отдельно каждый), стебли, боковые непродуктивные побеги и взвешивали с точностью до 0,01 г. От-

дельные части растений высушивали в сушильном шкафу при 80 °С до постоянной массы и взвешивали. Для уменьшения ошибки выборки утром и вечером выбирали наиболее выравненные растения в одном рядке.

У части растений в 21 ч удаляли боковые непродуктивные побеги (предполагалось подойти к выяснению их роли при избыточном кушении), а утром в каждом варианте срезали 2 пары растений. Из-за несоизмеримо малых изменений массы растений без боковых побегов по сравнению с массой 10 растений для уменьшения ошибки опыта взяты средние значения утренней массы ( $W_p^5$ ).

## Результаты

Из табл. 1 следует, что при использованном в опыте отборе образцов данные сильно варьируют и сравнивать значения массы, полученные таким образом, или говорить об изменениях массы частей растений за ночь невозможно.

Если анализировать суммарную массу органов утром ( $W_p^5$ ) и вечером ( $W_p^{21}$ ), а также суммарное изменение массы за ночь

Таблица 1

Содержание абсолютно сухого вещества (г на 10 растений; числитель—вечер, 21 ч; знаменатель—утро, 5 ч) в колосе (К), флаговом ( $L_1$ ) и предфлаговом ( $L_2$ ) листьях и в стебле (S)

Количество дней от начала цветения (Г)	К	$L_1$	$L_2$	S	$W_p$	sum	$K^*$	$L_1^*$	$L_2^*$	$S^*$
7	$\frac{2,56}{2,58}$	$\frac{0,21}{0,18}$	$\frac{0,53}{0,47}$	$\frac{7,52}{6,8}$	$\frac{10,82}{10,03}$	-0,79	—	—	—	—
	—	—	—	—	—					
17	$\frac{4,59}{3,86}$	$\frac{0,22}{0,16}$	$\frac{0,52}{0,41}$	$\frac{9,48}{9,77}$	$\frac{14,81}{14,2}$	-0,61	—	—	—	—
	—	—	—	—	—					
22	$\frac{6,76}{6,38}$	$\frac{0,2}{0,23}$	$\frac{0,56}{0,52}$	$\frac{9,17}{9,18}$	$\frac{16,69}{16,31}$	-0,38	—	—	—	—
	—	—	—	—	—					
27	$\frac{9,62}{9,25}$	$\frac{0,21}{0,2}$	$\frac{0,5}{0,48}$	$\frac{9,08}{8,98}$	$\frac{19,41}{18,91}$	-0,5	—	—	—	—
	—	—	—	—	—					
34	$\frac{10,89}{11,96}$	$\frac{0,13}{0,17}$	$\frac{0,3}{0,34}$	$\frac{6,9}{5,93}$	$\frac{18,22}{18,4}$	+0,18	—	—	—	—
	—	—	—	—	—					
49	$\frac{13,82}{14,07}$	$\frac{0,11}{0,11}$	$\frac{0,32}{0,3}$	$\frac{7,02}{6,67}$	$\frac{21,27}{21,15}$	-0,12	—	—	—	—
	—	—	—	—	—					

Вариант 1

Количество дней от на- чала цвете- ния (Т)						sum				
	K	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	S	W <sub>p</sub>		K*	L <sub>1</sub> *	L <sub>2</sub> *	S*

## Вариант 2

7	2,57	0,27	0,62	6,51	9,97	+0,05	—	—	—	—
	2,46	0,36	0,65	6,55	10,02		2,63	0,3	0,53	7,44
17	4,25	0,25	0,65	9,14	14,29	+0,42	—	—	—	—
	4,45	0,23	0,55	9,48	14,71		4,57	0,33	0,71	9,9
22	6,92	0,37	0,74	9,75	17,78	-2,02	—	—	—	—
	5,73	0,29	0,64	9,1	15,76		6,81	0,47	0,74	8,73
27	9,16	0,16	0,5	8,5	18,32	-3,58	—	—	—	—
	7,79	0,19	0,4	6,36	14,74		7,94	0,3	0,5	7,5
34	11,6	0,2	0,33	6,95	19,08	-0,16	—	—	—	—
	11,5	0,27	0,44	6,71	18,92		10,68	0,2	0,2	7,25
49	13,05	0,11	0,29	6,1	19,55	-0,7	—	—	—	—
	12,55	0,14	0,29	5,87	18,85		12,15	0,13	0,13	5,75

## Вариант 3

7	2,51	0,29	0,53	7,02	10,35	-0,02	—	—	—	—
	2,37	0,24	0,51	7,21	10,33		2,27	0,28	0,67	5,84
17	4,77	0,38	0,67	10,18	16,0	-2,49	—	—	—	—
	3,85	0,28	0,65	8,73	13,51		4,1	0,27	0,61	8,44
22	5,81	0,42	0,72	9,42	16,37	-2,49	—	—	—	—
	5,59	0,25	0,54	7,5	13,88		5,9	0,33	0,77	8,55
27	8,4	0,3	0,53	9,02	18,25	-0,68	—	—	—	—
	9,02	0,17	0,48	7,9	17,57		6,3	0,29	0,61	8,9
34	10,76	0,27	0,4	6,72	18,15	+0,07	—	—	—	—
	11,03	0,2	0,39	6,6	18,22		10,28	0,2	0,5	6,9
49	13,52	0,18	0,34	7,25	21,29	-0,12	—	—	—	—
	13,63	0,21	0,43	6,9	21,17		12,56	0,13	0,39	6,38

## Вариант 4

7	2,34	0,17	0,42	5,92	8,85	+0,7	—	—	—	—
	2,25	0,09	0,34	6,87	9,55		2,01	0,1	0,32	5,39
17	3,42	0,13	0,4	7,6	11,55	-0,31	—	—	—	—
	3,27	0,08	0,27	7,62	11,24		3,93	0,14	0,34	8,0
22	4,44	0,16	0,48	8,55	13,63	+1,18	—	—	—	—
	4,9	0,22	0,52	9,17	14,81		5,14	0,23	0,53	8,8
27	6,39	0,09	0,44	7,82	14,74	+2,84	—	—	—	—
	7,99	0,18	0,46	8,95	17,58		7,94	0,13	0,5	8,9
34	9,39	0,05	0,28	5,48	15,2	+0,85	—	—	—	—
	10,13	0,09	0,26	5,57	16,05		10,11	0,11	0,29	5,6
49	11,14	0,105	0,22	6,35	17,815	+2,49	—	—	—	—
	13,73	0,1	0,21	6,27	20,31		13,18	0,1	0,3	6,58

\* Вечером удалены побеги.

(sum), то можно получить представление о некоторых его тенденциях, но делать какие-либо выводы по крайней мере затруднительно.

Для сведения к минимуму ошибки опыта, ее фильтрации массу отдельного органа мы выражали через его долю в общей массе растения.

Например, для колоса

$$\Delta K(T) = DK(T) \cdot \text{sum} + Q_K,$$

где  $\Delta K(T)$  — изменение массы колоса за ночь, г;  $DK(T)$  — доля колоса в общей массе;  $\text{sum}$  — общее изменение массы растения за ночь, г;  $Q_K$  — изменение массы колоса в результате дыхания и транспортных процессов.

Сначала находим долю колоса в общей массе ( $DK$ ):

$$DK = (K^5 + K^{21}) : W_p,$$

где  $K^5$  и  $K^{21}$  — масса колоса соответственно утром и вечером;  $W_p$  — суммарная масса органов растений ( $W_p = W_p^5 + W_p^{21}$ ).

Таблица 2

Доля колоса, флагового, предфлагового листа и стебля в общей массе сухого вещества этих органов

T	$W_p$	DK	DL <sub>1</sub>	DL <sub>2</sub>	DS
<i>Вариант 1</i>					
7	20,95	0,248	0,021	0,049	0,682
17	29,17	0,303	0,012	0,031	0,654
22	32,79	0,399	0,013	0,032	0,556
27	36,54	0,493	0,011	0,026	0,470
34	36,35	0,609	0,007	0,018	0,366
49	42,51	0,655	0,005	0,016	0,324
<i>Вариант 2</i>					
7	19,64	0,251	0,029	0,059	0,661
17	27,95	0,298	0,018	0,044	0,640
22	32,75	0,388	0,022	0,042	0,548
27	35,07	0,509	0,012	0,028	0,451
34	37,46	0,601	0,012	0,020	0,367
49	38,85	0,666	0,007	0,015	0,312
<i>Вариант 3</i>					
7	20,05	0,241	0,027	0,056	0,676
17	29,48	0,297	0,022	0,044	0,637
22	31,1	0,372	0,023	0,044	0,561
27	36,09	0,473	0,015	0,030	0,482
34	36,21	0,592	0,013	0,023	0,372
49	41,61	0,640	0,008	0,013	0,334
<i>Вариант 4</i>					
7	17,54	0,255	0,015	0,43	0,687
17	23,38	0,301	0,010	0,030	0,659
22	28,37	0,333	0,014	0,036	0,617
27	32,28	0,445	0,008	0,029	0,518
34	31,29	0,624	0,005	0,018	0,353
49	36,07	0,646	0,005	0,013	0,33

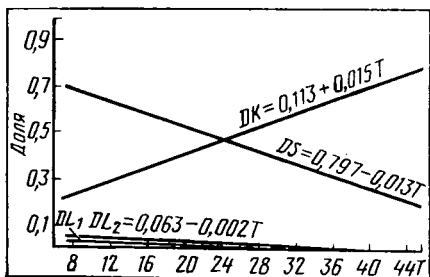


Рис. 1. Изменение доли отдельного органа в общей массе растения.  $DL_1 = 0,028 - 0,001T$ .

Таблица 3  
Изменение массы (г/100) некоторых органов 10 растений

Т	К	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	S
---	---	----------------	----------------	---

Вариант 1

7	+2	-3	-6	-72
17	-74	-6	-11	+29
22	-38	+3	-4	+1
27	-37	-1	-2	-10
34	+107	+4	+4	-97
49	+25	0	-2	-35

Вариант 2

7	-11	+9	+3	+4
17	+20	-2	-10	+34
22	-119	-8	-10	-65
27	-137	+3	-10	-179
34	-10	+7	+11	-24
49	-50	+3	0	-23

Вариант 9

7	-14	-5	-2	+19
17	-92	-10	-2	-145
22	-22	-17	-18	-192
27	+62	-13	-5	-112
34	+27	-7	-1	-12
49	+11	+3	+9	-35

Вариант 4

7	-9	-8	-8	+95
17	-15	-5	-13	+2
22	+46	+6	+4	+62
27	+160	+9	+2	+113
34	+74	+4	-2	+9
49	+259	-1		

Вариант 4

7	-9	-8	-8	+95
17	-15	-5	-13	+2
22	+46	+6	+4	+62
27	+160	+9	+2	+113
34	+74	+4	-2	+9
49	+259	-1	-12	-8

Аналогично рассчитывалась доля в общей массе других органов растения (табл. 2)

Само изменение доли каждого органа в общей массе можно выразить в виде функции от времени  $f(T)$ , где  $T$  — количество дней от начала цветения (30 июня) — 7, 17, 22, 27, 34, 49-й.

Далее пользуемся не самой функцией, а ее разложением в степенной ряд, так как изменение массы растения в ходе онтогенеза или отдельных его органов наиболее полно описывается кривой [5].

В случае колоса

$$DK(T) = c + bT + aT^2,$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  — коэффициенты, определяемые статистическим методом при помощи ЭВМ; при  $a=0$  линия прямая (рис. 1);  $T$  — время, сут.

Для изучения транспортных процессов в растении определяется разница в массе при утреннем и вечернем взвешивании каждого органа:

$$W_i^5 - W_i^{21} = \text{sum}_i.$$

Для удобства сотую часть грамма принимаем за единицу. Если разница положительная, то за ночь произошел прирост массы, если отрицательная — потеря (табл. 3).

Используя ранее описанное выражение массы отдельного органа растения через его долю в суммарной массе, изменение массы за ночь выразим следующим уравнением (в примере с колосом):

$$\Delta K(T) = q(DK(T) \cdot \text{sum}) + c + bT + aT^2,$$

где  $\Delta K(T)$  — изменение (прирост или потеря) массы колоса за ночь, г;  $DK(T)$  — изменение доли колоса в общей массе растения во времени;  $\text{sum}$  — общее изменение массы за ночь;  $T$  — количество дней от начала цветения;  $a, b, c, q$  — искомые коэффициенты.

Определив коэффициенты,  $a, b, c, q$ , рассчитываем изменение массы любого органа растения ячменя за ночь на любую дату  $T$  (рис. 2).

Наиболее достоверная разница изменения массы по вариантам будет у таких органов, как флаговый и предфлаговый листья, доля которых в суммарной массе наименьшая, а у колоса и стебля ошибка будет значительно больше из-за большей их массы.

Изменение массы листьев ( $L_1$  и  $L_2$ ) во времени выражается уравнением

$$\Delta L = c + bT + aT^2.$$

Нетрудно найти точку максимального отклонения кривой ( $T_{\text{акс}}$ ). На практике эта точка соответствует дате максимальных прироста или потери массы. Для этого дифференцируем уравнение  $\frac{d\Delta L}{dT}$  и приравниваем производную к нулю

$$\frac{d\Delta L}{dT} = b + 2aT,$$

отсюда

$$T_{\text{акс}} = -b : 2a.$$

За весь период наблюдений суммарное изменение массы листа ( $P_{\text{сум}}$ ) можно найти, интегрируя то же уравнение, при изменении  $T$  от 7-го дня после цветения до 49-го:

$$P_{\text{сум}} = \int_7^{49} (aT^2 + bT + c) dT = \frac{49}{7} \frac{a}{3} T^3 + \frac{b}{2} T^2 + cT = \frac{a}{3} (49^3 - 7^3) + \frac{b}{2} (49^2 - 7^2) + c(49 - 7) = 39102a + 1176b + 42c.$$

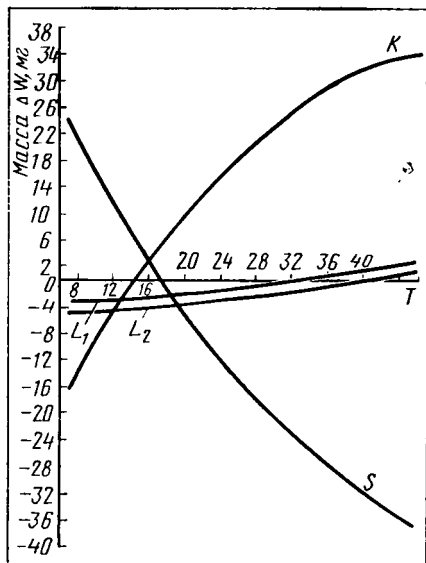


Рис. 2. Изменение массы некоторых органов растения за ночь.

Сводная таблица данных для флагового листа по вариантам опыта

Показатель	Вариант			
	1	2	3	4
<i>Расчет значений а, b, с, T<sub>экс</sub> и P<sub>сум</sub></i>				
a	-0,05	+0,011	+0,024	-0,021
b	+0,364	-0,634	-1,184	+1,491
c	-5,831	+5,862	-19,824	+19,824
T <sub>экс</sub>	36,4 (5/VIII)	28,8 (29/VII)	24,6 (25/VII)	35,5 (4/VIII)
P <sub>сум</sub> , мг на 1 растение	+8,65	-69,26	-207,73	+99,67
<i>Изменение массы за ночь (ΔL<sub>1</sub>) мг на 1 растение</i>				
T:				
7	-3,03	+1,96	-1,25	-10,42
17	-0,59	-1,74	-7,33	-0,55
22	+0,26	-2,76	-8,57	+2,8
27	+0,85	-3,24	-8,61	+5,12
34	+1,27	-2,98	-6,65	+6,59
49	+0,5	+1,21	+5,47	+2,81

Определив коэффициенты а, b, с при помощи ЭВМ и рассчитав P<sub>сум</sub> и T<sub>экс</sub>, получаем данные табл. 4 и 5, используемые для построения графиков (рис. 3 и 4).

Говоря о процессах, приводящих к ночным потерям или прибавкам массы, мы пользовались термином «транспорт», хотя в самом начале указали, что значение Q<sub>1</sub> — сумма изменений массы органа в результате транспортных процессов и ночного дыхания.

Чтобы определить, какая часть этой суммы приходилась на дыхание, с помощью газоанализатора ГИП-10 в указанные ни-

Таблица 5

Сводная таблица данных для предфлагового листа (L<sub>2</sub>) по вариантам опыта

Показатель	Вариант			
	1	2	3	4
<i>Расчет значений а, b, с, T<sub>экс</sub> и P<sub>сум</sub></i>				
a	-0,003	+0,006	+0,019	-0,016
b	+0,261	-0,239	-0,876	+1,104
c	-6,887	-0,961	+5,276	-19,902
T <sub>экс</sub>	43,5 (13/VIII)	19,9 (20/VII)	23,1 (23/VII)	34,5 (4/VIII)
P <sub>сум</sub> , мг на 1 растение	-99,62	-86,81	-65,65	-163,21
<i>Изменение массы за ночь (ΔL<sub>2</sub>) мг на 1 растение</i>				
T:				
7	-5,21	-2,34	+0,08	-12,96
17	-3,32	-3,29	-4,13	-5,76
22	-2,60	-3,32	-4,80	-3,36
27	-2,03	-3,04	-4,53	-1,75
34	-1,48	-2,15	-2,54	-0,86
49	-1,30	+1,73	+7,9	-4,22

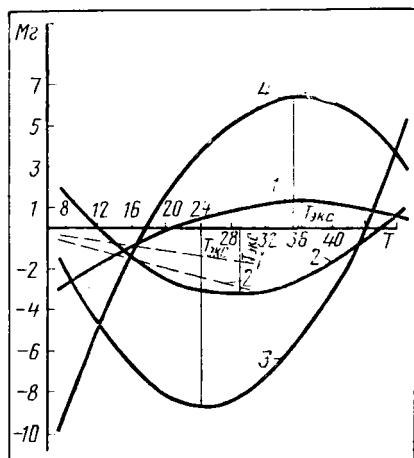


Рис. 3. Изменение сухой массы и ночного дыхания (п у н к т и р) флагового листа за ночь.

1-4 — соответственно варианты 1-4.

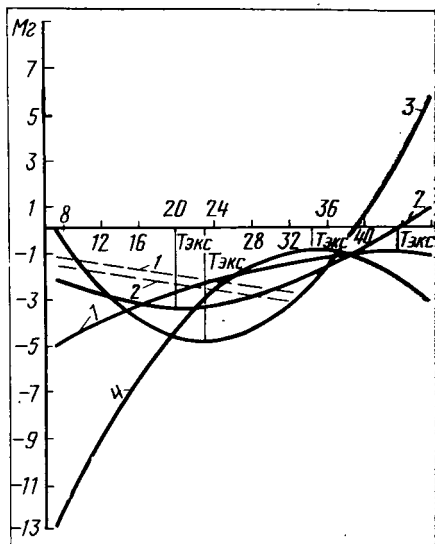


Рис. 4. Изменение сухой массы и ночного дыхания предфлагового листа за ночь.

Обозначения те же, что на рис. 3.

же даты в вариантах 1 и 2 определяли суточную динамику интенсивности фотосинтеза и рассчитывали значения видимого фотосинтеза и ночного дыхания ( $\text{мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$ ). В табл. 6 приведены значения ночного дыхания в других единицах — в  $\text{мг}$  сухого вещества за ночь (с 21 до 5 ч), что необходимо для сравнения.

Если представить ночное дыхание ( $N$ ) как функцию от времени  $f(T)$  и разложить ее в степенной ряд, то функция достаточно достоверно (коэффициент корреляции  $> 0,96$ ) выразится уравнением прямой

$$N(T) = bT + c.$$

Таблица 6

Расходы на ночное дыхание у одного листа ( $\text{мг}$  сухого вещества за ночь)

Т	Флаговый лист		Предфлаговый лист	
	Вариант			
	В-1	В-2	В-1	В-2
7	—	0,62	1,59	1,22
17	0,83	1,11	—	1,82
22	—	2,44	2,74	—
27	—	—	2,79	2,51
31	1,66	3,10	—	—

Таблица 7

Ночное дыхание у одного листа ( $\text{мг}$  сухого вещества за ночь)

Т	Флаговый лист		Предфлаговый лист	
	Вариант			
	В-1	В-2	В-1	В-2
7	0,24	0,47	1,63	1,21
17	0,83	1,56	2,27	1,85
22	1,13	2,11	2,58	2,17
27	1,42	2,66	2,90	2,49
31	1,66	3,10	3,16	2,75



После подбора коэффициентов  $b$  и  $c$  уравнение примет вид: для флагового листа в вариантах 1 и 2 соответственно

$$N_1(T) = 0,593T - 1,797 \text{ и } N_1(T) = 1,097T - 3,012;$$

для предфлагового листа

$$N_2(T) = 0,635T + 11,876 \text{ и } N_2(T) = 0,643T + 7,579.$$

Подставляя значения  $T$ , рассчитали данные, представленные в табл. 7 и использованные для построения графиков (рис. 3 и 4).

Проанализировав полученные таким образом данные, мы пришли к следующим выводам.

1. Ассимиляция у колоса превышала расходы на дыхание. Отток ассимилятов до 15 июля (2 нед после цветения) был направлен в другие органы растения. Колос являлся ассимилирующим органом и почти не накапливал пластических веществ. После этой даты направление транспорта стало противоположным. С 20 июля колос одного растения стал получать более 10 мг сухого вещества за ночь, а к концу наблюдений — в 3 раза больше (30—34 мг за ночь).

2. Запасающим органом, очевидно, является стебель. В начале наблюдений его масса увеличивалась более чем на 20 мг сухого вещества за ночь, а после 18 июля (за 2 дня до наступления фазы молочной спелости) пластические вещества, наоборот, направлялись в колос (более 30 мг за ночь в конце наблюдений).

3. После 31 июля из флагового листа и 8 августа из предфлагового (соответственно за 12 и 4 дня до фазы восковой спелости) транспорт ассимилятов прекратился.

4. Флаговый лист, формирующий менее 5 % фотосинтетического потенциала растения, наиболее продуктивно работал в варианте 3. Здесь он раньше достиг даты максимальной отдачи ( $T_{\text{экс}}$  25 июля), и абсолютное количество оттранспортированных им пластических веществ ( $P_{\text{сум}}$ ) составило — 207,73 мг, или 394,7 кг/га, за весь период наблюдений, т. е. в среднем по 4,946 мг в ночь. В варианте 2  $T_{\text{экс}}$  наступила 29 июля, а  $P_{\text{сум}}$  составило — 69,26 мг, или 145,4 кг/га, т. е. по — 1,649 мг в ночь за период наблюдений.

5. Мы считаем рискованным делать какие-либо выводы о транспортных процессах из флагового листа в вариантах 1 и 4 при полученном дисбалансе расхода ассимилятов: соответственно 8,65 и 99,67 мг за период наблюдений. Возможно, это объясняется недостаточной точностью приближения на краях изученного интервала. Не исключается возможность некоторого накопления в запас пластических веществ. Однако наиболее вероятно, что у такого высокоурожайного сорта интенсивного типа, как Зазерский 85, при острой недостатке основных элементов питания (варианты 1 и 4 без удобрений) флаговый лист не справляется со своей задачей и начинает некоторое время в

период интенсивного налива зерна паразитировать. Особенно убедительно это предположение выглядит для варианта 4.

6. Префлаговый лист в варианте 2 ( $T_{\text{экс}}$  20 июня, фаза молочной спелости,  $P_{\text{сум}}$  — 86,81 мг, или 182,3 кг/га) работал интенсивнее, чем в варианте 3 ( $T_{\text{экс}}$  23 июня,  $P_{\text{сум}}$  — 65,65 мг, или 124,7 кг/га). У листьев вариантов 1 и 4 отток ассимилятов начинался гораздо раньше, и трудно судить о его максимальных значениях в рассмотренном интервале времени.

Предфлаговые листья в вариантах без удобрений выполняли большую работу по транспорту пластических веществ, чем листья в вариантах, обеспеченных минеральным питанием.

7. Расход на ночное дыхание увеличивался по мере старения листьев, а также возрастала его часть в суммарном изменении массы листа за ночь ( $Q_L$ ). С 7 по 27 июля меньше других расходовал пластических веществ на ночное дыхание префлаговый лист в варианте 2 (64 % от  $Q_L$ ), больше других — флаговый лист в варианте 1 (76 % от  $Q_L$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балтага С. В., Чайковская Л. Т. Изменение содержания и состав гемицеллюлоз стеблей пшеницы в онтогенезе. Растительные полисахариды. — Кишинев, 1970. — 2. Булатова Т. А., Веселов А. П. Распределение фитогормонов в онтогенезе растений в связи с направленностью транспорта ассимилятов. — Тез. докл. III Всесоюз. конф. по вопросам фотосинтеза. — Фрунзе, 1983. — 3. Ваулин А. В. Об использовании ассимиляционных камер при определении фотосинтеза в полевых условиях. — С.-х. биол., 1975, т. 10, № 3, с. 434—437. — 4. Гуляев Б. И., Ильяшук Е. М., Митрофанов Б. А. Фотосинтез и продуктивный процесс. — Киев: Наукова думка, 1983. — 5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 6. Заблуда Г. В., Простева М. И. Влияние листьев разных ярусов на рост и развитие растений. — Докл. АН СССР, 1947, т. 57, с. 723—726. — 7. Казарян В. О., Ленацакян Л. А. О влиянии дефлорации на передвижение ассимилятов к корням. — Вопр. индивидуального развития высших растений. — Ереван, 1977. — 8. Кондратьев М. Н., Костюкович М. Ф., Третьяков Н. Н. Особенности функционирования надземных органов ячменя при высокой обеспеченности элементами пита-
- ния. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 4, с. 90—94. — 9. Кравцова Б. И. Исследование роли листьев отдельных ярусов в формировании органов плодоношения яровой пшеницы. — Докл. АН СССР, 1967, т. 15, № 4, с. 822—825. — 10. Курсанов А. Л. Транспорт ассимилятов в растении. — М.: Наука, 1976. — 11. Кумаков В. А. Селекция на повышение фотосинтетической продуктивности растений. — Итоги науки и техники. Сер. физиол. раст. — 1977, т. 3, с. 108—126. — 12. Кумаков В. А. Физиология яровой пшеницы. — М.: Колос, 1980. — 13. Ламан Н. А., Стасенко Н. Н., Каллер С. А. Биологический потенциал ячменя. — Минск: Наука и техника, 1984. — 14. Лимарь Р. С., Англиголова Н. Н. Динамика транспорта углерода  $^{14}\text{C}$  в растениях яровой пшеницы. — Бюл. ВНИИ растениеводства. — М., 1979, № 87, с. 55—58. — 15. Малюфеев В. М., Шатилов И. С. и др. Автоматическая установка для непрерывной регистрации фотосинтеза и дыхания растений в полевых условиях. — Изв. ТСХА, 1970, вып. 2, с. 33—40. — 16. Нальборчик Э. Роль различных органов фотосинтеза в формировании урожая хлебных злаков. — Вопросы селекции и генетики зерновых культур. — М., 1983, с. 224—230. — 17. Тарчевский И. А., Иванова А. П., Биктемиро-

ва У. А. К вопросу о передвижении ассимилятов у пшеницы и влияние минерального питания на этот процесс. — Тр. Биол.-почв. ин-та. — Владивосток, 1974, т. 20, с. 174—178. — 18. Чиков В. И., Чемикосова С. Б. и др. Влияние удаления части колоса или листьев на транспорт ассимилятов и фотосинтетическую продуктивность яровой пшеницы. — Физиол. раст., 1984, т. 31, № 3, с. 475—481. — 19. Чиков В. И., Яргуннов В. Г. и др. Влияние интенсив-

ности экспорта ассимилятов на фотосинтетический метаболизм листа. — Фотосинтетический метаболизм углерода. — Свердловск, 1983, с. 68—73. — 20. Шатилов И. С. Научные основы программирования урожая с.-х. культур. — М.: Колос, 1978. — 21. Шатилов И. С., Шаров А. Ф. Фотосинтетический потенциал, интенсивность фотосинтеза и роль отдельных органов растений пшеницы на разных агрофонах. — С.-х. биология, 1983, т. 13, № 1, с. 36—43.

*Статья поступила 3 марта 1989 г.*

### SUMMARY

In the period from blooming to ripening of barley, variations in weight in certain organs of barley plants during one night resulting from transportation of assimilates and their consumption for respiration were determined. Variations in the portion of certain organs in the whole mass of the plant during this period are shown. The efficiency of flag leaf and pre-flag leaf activity in yield formation under different levels of soil fertility and of mineral nutrition of stands has been determined.