

УДК 581.1:633.11«321»:631.81.033

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ АЗОТА И КАЛИЯ У ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ГЕНЕРАТИВНЫЙ ПЕРИОД ПРИ ИХ ИСКЛЮЧЕНИИ ИЗ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Е. А. ЛУПАНОВ, М. Н. КОНДРАТЬЕВ, Е. Е. КРАСТИНА
(Кафедра физиологии растений)

У яровой пшеницы сорта Московская 21 при исключении азота и калия из питательной среды в течение 2 недель после выколашивания главного побега имеет место существенное перераспределение этих элементов между органами в пределах каждого побега. При этом донорами являются листья, акцептором азота — колос, акцепторами калия — колос и стебель. Но донорно-акцепторные связи между побегами разного порядка проявляются слабо в перераспределении азота (донор — главный побег, акцепторы — боковые побеги) и отсутствуют в перераспределении калия. Предполагается, что проявлению таких связей между побегами пшеницы препятствует сильная аттрагирующая функция колосьев.

Семенная продуктивность зерновых культур по-разному коррелирует со степенью кущения растений: при благоприятных условиях внешней среды корреляция положительная, при неблагоприятных — отрицательная. В связи с этим необходимо выяснить физиологические причины, лежащие в основе указанных корреляционных отношений между побегами разных порядков, в том числе донорно-акцепторные связи в системе целого растения.

В опытах с яровой пшеницей установлено отрицательное влияние боковых побегов на продуктивность главного побега, особенно при недостаточной водообеспеченности растений [1, 8, 15]. Это связывают с тем, что главный побег выступает в роли донора ассимилятов, а боковые побеги — их акцепторами [4, 6, 7]. Однако в некоторых случаях обнаруживаются и противоположные донорно-акцепторные отношения между главными и боковыми побегами пшеницы, например при удалении листьев на главном побеге [9].

Так как рост и продуктивность отдельных побегов зависят от обеспечения их не только фотоассимилятами, но и элементами минерального питания (в первую очередь азотом), большой интерес представляет изучение закономерностей распределения азота между главным и боковыми побегами пшеницы при разных уровнях азотного питания. Этот вопрос мало изучен, хотя имеются данные, что при исключении азота из корневой среды главный побег становится донором, а боковые — акцепторами азота [8].

Донорно-акцепторные отношения имеют место и между разными органами одного побега, причем их характер в онтогенезе меняется. В ряде работ [10, 12, 13, 19] установлено, что в фазы трубкования и колошения стебель пшеницы является органом, запасующим ассимиляты и азотсодержащие соединения, но с фазы молочной спелости зерна усиливается аттрагирующая способность колоса, в результате чего стебель становится донором азотсодержащих веществ. Последнее подтверждается тем, что у пшеницы при удалении колоса увеличивается накопление ассимилятов и азота в стебле [21]. При недостатке или отсутствии азота в корневой среде усиливается отток этого элемента из стебля в колос зерновых культур [5, 17, 18]. Однако остается открытым вопрос, какие органы главного побега пшеницы могут быть донорами азота для боковых побегов и, наоборот, какие органы боковых побегов могут быть донорами азота для главных побегов при проявлении донорно-акцеп-

торных отношений между побегами разного порядка (например, при исключении азота из среды).

Перераспределение азотсодержащих веществ между органами растения может зависеть и от сопутствующих условий дальнего транспорта, к которым, видимо, относится обеспеченность растений калием [14]. Так, известно, что у некоторых видов растений при дефиците калия отмечено ослабление транспорта аминокислот из листьев в другие органы или из клеток мезофилла в клетки обкладки проводящих пучков [11, 16]. Поэтому при изучении донорно-акцепторных отношений в азотном питании растений желательно учитывать их обеспеченность калием и распределение последнего между органами. Кроме того, представляет интерес вопрос, возможно ли перераспределение калия между главным и боковыми побегами при отсутствии его в среде. В опытах [3] с яровой мягкой пшеницей Московская 21 было показано, что снижение в 3,5 раза концентрации калия в питательном растворе тормозило появление и рост боковых побегов по сравнению с контролем. При этом несколько ускорилось развитие главного побега на VII этапе органогенеза, в результате чего растения скорее выколашивались.

Основной целью нашей работы было установить у яровой пшеницы наличие и характер донорно-акцепторных связей между органами и побегами разного порядка в перераспределении азота, а также сравнить распределение азота и калия в растениях при наличии и отсутствии этих элементов в питательной среде.

Методика

Опыты проводили в фотопериодических камерах с принудительной вентиляцией и искусственными источниками света (с двух сторон люминесцентные лампы ЛБЦ-30, сверху — такие же лампы в сочетании с лампами накаливания); облученность растений ФАР составляла 40 Вт/м², температура 20 °С, длина дня 18 ч. Объектом исследования была яровая мягкая пшеница *Triticum aestivum* L. сорта Московская 21. Растения выращивали в водной культуре на питательной смеси Кнопа с добавлением микроэлементов Fe, B, Zn, Si, Mn. Концентрация солей соответствовала 0,2—0,5 н. смеси в первую, вторую и 1 н. — в следующие недели выращивания растений. Смена растворов проводилась через 7 дней. Во всех вариантах было по 4 растения на литровый сосуд. Повторность опыта 4-кратная.

За неделю до колошения все растения переносили на 1 н. раствор Кнопа, содержащий K¹⁵NO₃. Обогащение соли изотопом ¹⁵N составляло 25,3 ат. %. На этой смеси растения выдерживали 7 дней. Затем была взята исходная проба, а оставшиеся растения выращивали в 1-м варианте на 1 н. Кнопа (контроль), во 2-м — на водопроводной воде (опыт). Через 7 и 14 дней

брали пробы для анализа содержания в растениях общего N, ¹⁵N и K⁺. Во второй срок растения обоих вариантов находились в фазе начала молочной спелости. Растения расчленились на главный побег, боковые побеги и корни. В пределах побегов вычленились колосья, стебель, листья с влагалищами. Пробы фиксировали при 105 °С, а затем высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали. Содержание ¹⁵N в растительных образцах определяли на масс-спектрометре после озольнения образцов по методу Кьельдаля. Количество поступившего ¹⁵N из питательной смеси рассчитывали по уравнению изотопного разведения

$$X = A_t \cdot B / A_0,$$

где X — количество азота удобрения в исследуемом образце, весовые единицы; A₀ — избыток ¹⁵N, содержащегося в смеси Кнопа, ат. %; A_t — избыток ¹⁵N в исследуемом образце, ат. %; B — содержание азота в образце, весовые единицы. Калий определяли на пламенном фотометре. Данные приведены в расчете на химические элементы. Полученные результаты статистически обработаны.

Результаты

В первую неделю после колошения сухая масса контрольных растений, выращиваемых на полной норме питательной смеси, заметно увеличилась (в 1,5 раза), а во вторую неделю повысилась незначительно. В варианте с водопроводной водой в первую неделю накопление сухой массы несколько затормозилось, но затем последняя приблизилась к контролю (табл. 1). Увеличение сухой массы у растений обоих вариантов происходило за счет роста всех органов. Соотношение массы вегетативных органов и колосьев у опытных и контрольных растений было

Сухая масса органов яровой пшеницы в фазу колошения (г на 4 растения)

Органы	23/X	30/X	6/XI	30/X	6/XI
		контроль		опыт	
Главный побег	4,83	6,99	7,26	6,33*	6,81
В т. ч.:					
колос	0,65	1,38	1,48	1,33	1,33
стебель	1,37	2,54	2,68	2,36	2,71
Листья	2,81	3,07	3,10	2,64*	2,77*
Боковые побеги	6,34	10,12	10,04	9,34*	10,07
В т. ч.:					
колосья	—	1,19	1,66	0,90*	1,72
стебли	1,88	2,95	3,19	3,28	3,37
листья	4,46	5,98	5,19	5,16*	4,98
Вся надземная часть	11,17	17,11	17,30	15,67*	16,88
Корневая система	1,47	2,08	2,15	1,77*	2,29
Целое растение	12,64	19,19	19,45	17,44*	19,17

Примечание. Здесь и в последующих таблицах звездочкой обозначено наличие существенной разницы между контрольными и опытными растениями при $P=0,95$.

практически одинаковым и ко второму сроку определения составило соответственно 4,53 и 4,51. Полученные результаты свидетельствуют о том, что к фазе колошения в растениях накопилось достаточное количество элементов минерального питания для обеспечения нормального роста вегетативных и генеративных органов в течение 2 недель отсутствия этих элементов в среде. В связи с этим представляет большой интерес перераспределение азота между органами опытных растений, так как оно должно показать, за счет каких органов обеспечиваются этим элементом растущие части.

В первую неделю после колошения общее содержание азота в контрольных растениях увеличивалось (за счет экзогенного источника) примерно на 10 %, а во вторую неделю — незначительно (табл. 2). Это соответствовало темпам накопления сухой массы. В разных органах и побегах контрольных растений наблюдались качественные различия в балансе азота. В главном побеге содержание азота в целом не изменялось, но наблюдалось перераспределение его по органам. В колосе шло накопление в оба срока, в стебле — в первую неделю, а в листьях этот показатель уменьшался особенно заметно в первую неделю (табл. 2). В боковых побегах контрольных растений наблюдалось значительное увеличение содержания азота, причем весь прирост содержания этого элемента за счет экзогенного источника приходился на колосья, тогда как в листьях имела тенденция к уменьшению содержания азота как в первую, так и во вторую неделю. В корнях отмечалось небольшое, но достоверное увеличение данного показателя в оба срока.

Таким образом, у контрольных растений не обнаружено донорно-акцепторных отношений между главным и боковым побегами в перераспределении общего азота. Но такие отношения наблюдались между органами в пределах главного побега: колос являлся акцептором, а листья — донорами азота. В изучаемые сроки не проявилась донорная функция стебля главного побега. У боковых побегов контрольных растений указанные донорно-акцепторные связи между листьями и колосом были выражены слабее, поскольку экзогенный азот являлся основным источником накопления этого элемента в колосьях данных побегов.

Замена питательной смеси водопроводной водой вызвала, видимо, выделение опытными растениями азота в среду, так как общее его содержание через неделю уменьшилось на 7,7 %. Но за вторую неделю оно практически не изменилось (табл. 2). В первую неделю потеря азота происходила за счет главного побега, уменьшение его содержания в боковых побегах не было достоверным. Однако содержание азота в ко-

Содержание общего азота в органах пшеницы (мг на 4 растения)

Органы	Содержание 23/X	Измененные содержания		
		30/X	6/X1	24/X—6/X1
Главный побег	124,8	$\frac{+6,0}{-20,1^*}$	$\frac{-1,4}{-5,8^*}$	$\frac{+4,6}{-25,9^*}$
В т. ч.:				
колос	14,7±0,8	$\frac{+8,6^*}{+6,9^*}$	$\frac{+4,2^*}{+1,5}$	$\frac{+12,8^*}{+8,4^*}$
стебель	16,9±1,4	$\frac{+7,5^*}{+1,4}$	$\frac{-0,6}{-3,5^*}$	$\frac{+6,9^*}{-2,1}$
листья	93,2±1,2	$\frac{-10,1^*}{-28,4^*}$	$\frac{-5,0}{-3,8^*}$	$\frac{-15,1^*}{-32,2^*}$
Боковые побеги	160,7	$\frac{+20,0^*}{-5,0}$	$\frac{+6,0}{+9,4}$	$\frac{+26,0^*}{+4,4}$
В т. ч.:				
колосья		$\frac{+25,7^*}{+18,3^*}$	$\frac{+11,4^*}{+10,3^*}$	$\frac{+37,1^*}{+28,6^*}$
стебли	28,7±1,2	$\frac{-1,7}{+3,0}$	$\frac{+2,6}{-4,0^*}$	$\frac{+0,9}{-1,0}$
листья	132,0±15,2	$\frac{-4,0}{-26,3^*}$	$\frac{-8,0}{+3,1}$	$\frac{-12,0}{-23,2^*}$
Вся надземная часть	285,5	$\frac{+26,0^*}{-25,1^*}$	$\frac{+4,6}{+3,6}$	$\frac{+30,6}{-21,5^*}$
Корневая система	37,1±0,5	$\frac{+5,5^*}{+0,3}$	$\frac{+4,1^*}{+0,7}$	$\frac{+9,6^*}{+1,0}$
Целое растение	322,6	$\frac{+31,5^*}{-24,8^*}$	$\frac{+8,7}{+4,3}$	$\frac{+40,2^*}{-20,5^*}$

Примечание. Здесь и в табл. 3 и 4 в числителе — контроль, в знаменателе — опыт.

лосьях всех побегов увеличивалось, а в стеблях практически не изменялось. При этом отток азота из листьев главного побега был значительно больше, чем приток его в колос данного побега. Видимо, потеря азота в среду происходила в основном за счет листьев главного побега.

Итак, в первую неделю не выявлены донорно-акцепторные связи между главными и боковыми побегами опытных растений в отношении перераспределения азота. Они наблюдались между органами побегов: акцептором был колос, донорами — листья.

Более интересные результаты получены во второй срок, когда у опытных растений уже не отмечалось потерь азота. За вторую неделю содержание азота в листьях и стебле главного побега уменьшилось в значительно большей степени, чем увеличилось в колосе данного побега. В боковых побегах, наоборот, содержание азота в колосьях увеличилось сильнее, чем снизилось в стеблях (в листьях не изменилось). В целом за это время в главном побеге уменьшилось, а в боковых побегах увеличилось содержание азота, т. е. первый был донором, а вторые — акцепторами этого элемента.

Стабильный изотоп азота ^{15}N получали все растения в течение 7 дней перед колосением. Затем часть их переводили на питательный раствор без ^{15}N , а часть — на водопроводную воду.

За две недели растения обоих вариантов теряли часть меченого азота (14 % в контроле и 20 % в опыте), что могло быть следствием изотопного обмена у контрольных растений и выделения его в среду у опытных растений. При этом потери происходили за счет боковых побегов и корней у контрольных растений и за счет главных побегов и корней у опытных растений (табл. 3).

Накопление ^{15}N в органах пшеницы (мг на 4 растения)

Органы	Исходное содержание ^{15}N	Изменение содержания ^{15}N		
		за 1-ю неделю	за 2-ю неделю	за 2 недели
Главный побег	27,0	-0,9 -2,2	+1,3 -11,4*	+0,4 -13,6*
В т. ч.:				
колос	4,7±0,3	+3,0* +2,1*	-0,3 -1,8*	+2,7* +0,3
стебель	2,5±0,2	+0,8* +0,5	+0,3* -0,5	+1,1* 0
листья	19,8±0,3	-4,7* -4,8*	+1,3 -9,1*	-3,4* -13,9*
Боковые побеги	57,6	-5,2* +1,4	-6,8* -1,3	-12,0* +0,1
В т. ч.:				
колосья	—	+4,3* +5,3*	+1,1* +7,2*	+5,4* +12,5*
стебли	6,9±0,3	-2,0* +3,9*	-1,3* -5,3*	-3,3* -1,4*
листья	50,7±5,7	-7,5 -7,8	-6,6* -3,2	-14,1* -11,0
Вся надземная часть	84,6	-6,1* -0,8	-5,5* -12,7	-11,6* -13,5*
Корневая система	12,1±0,2	+0,3 -0,3	-2,4* -5,5*	-2,1* -5,8*
Целое растение	96,7	-5,8* -1,1	-7,9* -18,2*	-13,7* -19,3*

Сравнение данных табл. 2 и 3 позволяет отметить, что в органах главного и боковых побегов исходных растений соотношение общего и поступившего в последние 7 дней меченого азота было неодинаковым. В стебле главного побега общего азота оказалось больше, чем в колосе, а меченого — наоборот, почти в 2 раза меньше. Листья боковых побегов содержали в 1,4 раза больше общего азота, чем листья главного побега, и в 2,6 раза больше меченого азота. Это свидетельствует о преимущественном накоплении вновь поступившего изотопа в растущих частях растений — в колосе главного побега и листьях боковых побегов. В последнюю неделю перед колошением главного побега в стебле повышена содержания азота не наблюдалось.

Через неделю после исключения ^{15}N из питательной смеси в главном побеге контрольных растений произошло перераспределение меченого азота: его содержание увеличилось в колосе и в стебле (во втором случае — менее значительно), но уменьшилось в листьях. Во вторую неделю этого не отмечалось. В боковых побегах контрольных растений в оба срока наблюдалось увеличение содержания меченого азота в колосьях и уменьшение его в стеблях и листьях (табл. 3). Как и при анализе общего азота, у контрольных растений не было обнаружено донорно-акцепторной связи между главным и боковыми побегами в отношении распределения меченого азота.

У опытных растений за первую неделю практически не наблюдалось потерь меченого азота, что позволило проследить его перераспределение между побегами и органами побегов (табл. 3). Содержание ^{15}N в колосе главного побега этих растений увеличивалось, но не так заметно, как уменьшалось его содержание в листьях; изменения этого показателя в стебле были недостоверными. В главном побеге опытных растений в целом содержание меченого азота было несколько меньше, чем у исходных растений, что свидетельствует о небольшом его оттоке из главного в боковые побеги. Содержание меченого азота в колосьях и стеблях боко-

Содержание калия в органах пшеницы (мг на 4 растения)

Органы	Содержание к 23/X	Изменение содержания		
		за 1-ю неделю 30/X	6/X I	24/X—6/XI
Главный побег	217	+64,4* -7,5	-17,9* -23,4*	+46,5* -30,9*
В т. ч.:				
колос	17,4±0,2	+19,1* +18,2*	0 -6,9	+19,1* +11,3*
стебель	29,0±2,7	+44,9* +21,7*	+4,3 +3,5	+49,2* +25,2*
листья	170,7±5,0	+0,4 -47,4*	-22,2* -20,0*	-21,8* -67,4*
Боковые побеги	313,3	+104,6* +12,4	-14,3 -17,4	+90,3* -5,0
В т. ч.:				
колосья	—	+28,6* +19,8*	+13,8* +18,2*	+42,4* +38,0*
стебли	46,4±1,6	+25,6* +16,7*	+20,2* -1,8	+45,8* +14,9*
листья	266,9±18,5	+50,4 -24,1	-48,3* -33,8	+2,1 -57,9*
Вся надземная часть	530,4	+169,0* +4,9	-32,2* -40,8*	+136,8* -35,9*
Корневая система	78,9±1,6	+13,6* -27,7*	+9,5* -2,7	+23,1* -30,4*
Целое растение	609,3	+182,6* -22,8*	-22,7* -43,5*	+159,9* -66,3*

вых побегов увеличивалось, причем значительно сильнее, чем уменьшалось в листьях. Следовательно, в первую неделю у опытных растений проявилась тенденция к оттоку меченого азота из главного в боковые побеги. Во вторую неделю во всех органах главного побега опытных растений наблюдалось уменьшение содержания меченого азота. Но это не было связано с его оттоком в боковые побеги. В последних лишь происходило перераспределение меченого азота между органами: его содержание сильно увеличивалось в колосьях, но уменьшалось в стеблях и листьях.

Таким образом, анализ содержания общего и меченого азота в разных органах пшеницы показал, что в период колошения — начало молочной спелости донорно-акцепторные связи проявляются сильнее между вегетативными и генеративными органами каждого побега, чем между побегами разного порядка. Последнее имеет место только при достаточно длительном отсутствии азота в питательной среде; в данном случае главный побег становится донором, а боковые побеги — акцепторами азота. Кстати, это было более заметным при анализе содержания общего азота, чем меченого. Очевидно, в боковые побеги азот оттекает в основном из старых листьев главного побега в порядке реутилизации этого элемента. Видимо, в старые листья перед колошением меченый азот не поступал, поэтому и не наблюдалось четкой донорно-акцепторной связи между главным и боковыми побегами, о чем свидетельствует анализ перераспределения стабильного изотопа азота.

Интенсивный рост контрольных растений в первую неделю после колошения и резкое его ослабление во вторую неделю отразились на балансе калия. В первый срок содержание калия увеличилось во всех органах, кроме листьев главного побега. Но во второй срок оно увеличилось только в корнях, колосьях и стеблях боковых побегов, тогда как в листьях всех побегов уменьшилось (табл. 4). Перераспределение ка-

**Концентрация общего N и K в органах пшеницы (мг на 1 г сухой массы)
через две недели после начала опыта**

Органы	Контроль		Опыт	
	N	K	N	K
Главный побег:				
колос	18,7±0,8	24,7±0,3	17,4±0,5	21,6±0,3
стебель	8,9±0,4	29,2±0,7	5,5±0,3	20,0±1,0
листья	25,2±0,9	48,0±0,6	22,0±0,2	37,3±0,7
Боковые побеги:				
колосья	22,4±0,8	25,5±0,2	16,6±0,2	22,1±0,1
стебли	9,3±0,3	28,9±0,4	8,2±0,1	18,2±0,3
листья	23,1±0,5	51,8±0,2	21,9±0,6	42,0±0,6
Корневая система	21,7±0,5	47,4±1,0	16,7±0,2	21,2±1,2

лия между органами отмечалось только у боковых побегов во вторую неделю после колошения, о чем свидетельствуют увеличение содержания этого элемента в колосьях и стеблях и уменьшение его в листьях на фоне небольшого отрицательного баланса калия в этих побегах. Суммарно за две недели у контрольных растений был положительный баланс калия в побегах и корневой системе.

Замена питательного раствора на водопроводную воду вызвала выделение калия из растений, причем в первую неделю его теряли только корни, а во вторую — надземная часть (табл. 4). Поэтому в первый срок четко выявилось перераспределение калия в пределах главного и боковых побегов: листья были донорами, а колосья и стебли — акцепторами этого элемента. Однако донорно-акцепторные отношения между главным и боковыми побегами отсутствовали, так как уменьшение содержания калия в главном побеге и его увеличение в боковых побегах не были достоверными. Во второй срок содержание калия существенно увеличилось лишь в колосьях боковых побегов; это увеличение обеспечивалось, видимо, за счет оттока калия из листьев данных побегов. В сумме за две недели опытные растения потеряли около 11 % калия, в том числе корни — 39, надземная часть — около 7 % (табл. 4).

Несмотря на различия в балансе калия между контрольными и опытными растениями (в первых за две недели его содержание повысилось на 40 мг, во вторых уменьшилось на 16,6 мг в расчете на 1 растение), у опытных растений не наблюдалось дефицита этого элемента. Об этом свидетельствуют данные о концентрации калия в органах (табл. 5) и о приросте сухой массы (табл. 1). К концу срока концентрация калия в листьях главного и боковых побегов опытных растений составляла соответственно 3,73 и 4,20 %, которая является достаточной для обеспечения высокой урожайности яровой пшеницы даже в более ранние сроки развития, например в фазу кущения [2]. Возможно, это и являлось причиной отсутствия донорно-акцепторных отношений в перераспределении калия между главным и боковыми побегами опытных растений.

Обсуждение результатов

Изучение баланса азота в органах яровой пшеницы показало, что между органами главного и боковых побегов происходит перераспределение этого элемента: колос является акцептором, а листья — донорами азота. У контрольных растений, постоянно снабжаемых экзогенным азотом, отсутствуют донорно-акцепторные связи в перераспределении этого элемента между побегами разного порядка. Такие связи возникают лишь при исключении азота из среды после колошения пшеницы, но они выражены слабо (во всяком случае, в изученный двухнедельный период). При этом донором азота является главный побег, а акцепторами — боковые побеги. Видимо, сильная аттрагирующая функция колоса

главного побега препятствует значительному оттоку азота из него в боковые побеги.

Полученные нами данные не противоречат результатам опыта с яровой пшеницей при изолированном питании азотом [8]. В этом опыте отток азота в боковые побеги от главного побега наблюдался в том случае, если он исключался только из зоны корней боковых побегов. Следовательно, у главного побега могло усиливаться поглощение азота из среды для обеспечения им боковых побегов. В нашем же опыте азот исключался из среды всей корневой системы пшеницы, поэтому главный побег отдавал боковым побегам незначительное количество азота.

У пшеницы ранее была установлена большая роль корневой системы в круговороте азота внутри растения при исключении его из среды в фазу формирования флагового листа. Более половины азота, реутилизированного из листьев, сначала перемещается в корневую систему, включается в ее обмен, а затем вновь транспортируется по ксилеме в побеги [20]. Сравнение данных, полученных нами при анализе содержания общего и меченого азота у опытных растений, дает возможность предположить, что в указанный круговорот включается азот нижних листьев пшеницы, накопленный до фазы колошения.

В условиях нашего опыта не обнаруживалось перераспределения калия между побегами разного порядка, в том числе и у опытных растений, находившихся на водопроводной воде с фазы колошения. Но у этих растений четко выявилось перераспределение калия между органами в пределах побега: листья были донорами, а колосья и стебли — акцепторами. Указанное явление отмечалось как у главного, так и боковых побегов.

Таким образом, наши исследования показали, что при достаточном и постоянном снабжении растений яровой пшеницы экзогенным азотом боковые побеги получают последний из среды и не влияют отрицательно на азотное питание главного побега. При отсутствии азота в среде с фазы колошения пшеницы уменьшается поступление азота в колос главного побега (табл. 2), что может отрицательно сказаться на его продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аболина Г. И. О значении некоторых факторов для формирования зерна яровой пшеницы в различных частях колоса. — Изв. АН СССР, сер. биол., 1960, № 2, с. 287—290. — 2. Болдырев Н. К. Диагностика условий питания яровой пшеницы в фазу кущения по валовому химическому анализу листьев. — Физиол. раст., 1963, т. 10, вып. 5, с. 561—570. — 3. Крастина Е. Е. Продуктивность яровой пшеницы в условиях пониженной интенсивности освещения при разных уровнях калийного питания. — Изв. ТСХА, 1985, вып. 2, с. 76—81. — 4. Кумак о в В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. — М.: Колос, 1985. — 5. Къдрев Т., Петков В. — Физиол. на раст., 1970, т. 1, с. 211—224. — 6. Матвиенко И. И. Влияние различной температуры и интенсивности света на транспорт ассимилятов в растениях яровой пшеницы. — Бюл. НИИ растениеводства, 1982, № 118, с. 21—22. — 7. Миллер М. С. Влияние боковых побегов на формирование колоса у яровой пшеницы. — Докл. АН СССР, 1949, т. 67, № 6, с. 1151—1154. — 8. Миллер М. С. К вопросу распределения поглощенного азота между побегами в кусте яровой пшеницы. — Ботанич. жури., 1950, т. 35, № 5, с. 469—474. — 9. Овчинников Н. Н., Шиханова Н. М. О взаимоотношении соцветия основного побега на разных этапах органогенеза с боковыми побегами у злаков. — В сб.: Морфогенез растений. М.: Изд-во МГУ, 1961, т. 1, с. 117—119. — 10. Павлов А. Н. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы. — М.: Наука, 1967. — 11. Barankiewicz T. J. Z. Pflanzenphysiol., 1978, Bd. 89, S. 11—20. — 12. Birecka H. — Bull. Acad. pol. Sci. Ser. sci. biol., 1968, vol. 16, N 7, p. 455—460. — 13. Carr D. J., Wardlaw I. F. — Austral. J. Biol. Sci., 1965, vol. 18, N 4, p. 711—719. — 14. Coic Y., Lesaint C. — Potassium Biochem. a. Physiol. Berne, 1971, p. 93—103. — 15. Kemp D. R., Whingwiri E. E. — Austral. J. Plant Physiol., 1980, vol. 7, N5, p. 501—510. — 16. Madhava R. K. V., Venkateswara R. K. — Int. Pigeonpea Newslett., 1984, N 3, p. 33—36. — 17. Neales T. F., Anderson M. J., Wardlaw J. F. — Austral. J. Agr. Res., 1963, vol. 14, N 6, p. 725—736. — 18. Palfi G. — Novenytermeles, 1964, K. 13, N 3, old. 221—228. — 19. Przemek E., Киске М. — Plant a. Soil., 1986, vol. 91, N 3, p. 405—410. — 20. Simpson R. J., Lambers H., Dalling M. J. — Plant Physiol., 1983, vol. 71, N 1, p. 7—14. — 21. Thorne G. N. — Ann. Appl. Biol., 1981, vol. 98, N 2, p. 355—363.

Статья поступила 3 июня 1987 г.

SUMMARY

Spring wheat *Triticum aestivum* L. was grown in water culture on Knop nutrient solution up to heading, and then — on tap water. During heading, 1 and 2 weeks after it, total amount of nitrogen and potassium in organs of the leading shoot, lateral shoots and in the roots was estimated. It has been found that there is considerable redistribution of nitrogen and potassium between leaves (source) and the ear (sink) within each shoot. But between plant shoots there was slight redistribution of nitrogen (source — leading shoot, sinks — lateral shoots), and there was no redistribution of potassium.