

УДК 633.162:631.81.033

СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ЛИСТЬЯХ РАЗЛИЧНЫХ ЯРУСОВ ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПИТАТЕЛЬНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

ШАТИЛОВ И. С., ОКНИНА Р. М.
(Кафедра растениеводства)

В многочисленных исследованиях отмечено, что содержание элементов питания в растениях находится в корреляционной зависимости от уровня обеспеченности их питательными веществами [1, 2, 3]. Доступность элементов питания, а следовательно, и уровень обеспеченности растений питательными веществами обуславливаются комплексом сложившихся условий в период роста и развития растений, а также генотипом возделываемых сельскохозяйственных культур. Ряд авторов считают, что выпадение осадков в июне и июле усиливает минерализацию почвенного азота [4]. Использование растениями фосфора и калия связано с уровнем обеспеченности их азотом [4].

Большинство исследователей полагает, что получение высокого урожая ячменя возможно только при наличии оптимального количества азота, так как избыток его может привести к полеганию посевов, а следовательно, снижению урожая [4].

В связи с этим мы изучали содержание элементов питания в листьях различных ярусов и других органах ячменя при разной обеспеченности азотом с целью определить оптимальный его уровень.

Условия и методика

Исследования проводились на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве в учхозе «Михайловское» Подольского района Московской области в 1969—1976 гг. с ячменем сорта Московский 121.

В 1969—1973 гг. работу вели в стационарных опытах при трех уровнях минерального питания. Схема, методика и условия опытов описаны ранее [5, 7, 8]. В 1975—1976 гг. исследования продолжали в мелкоделяночных опытах по тем же схеме и методике, но более детально изучалось влияние уровня обеспеченности растений азотом. Схема опыта: 1 — без удобрений; 2 — расчетные дозы удобрений на урожай зерна соответственно 35, 70, 26, 18 и 9 ц/га; 3 — расчетные дозы удобрений на урожай 35 ц/га при исключении одного из элементов (NP, PK, NK); 4 — рекомендованные дозы. Фосфорные и калийные удобрения вносили под предпосевную обработку в полной дозе согласно каждому варианту. В свою очередь, каждая делянка была разделена на 4 парцеллы в зависимости от количества внесенного азота: на 1-й — азот не вносили; на 2-й — вносили $\frac{1}{3}$ расчетной дозы для каждого варианта; на 3-й — $\frac{2}{3}$ дозы и на 4-й — полную дозу соответственно изучаемым вариантам.

Азот вносили под предпосевную обработку почвы во всех вариантах, кроме PK, где его применяли в виде подкормки согласно расчетной

дозе по парцеллам. Подкормку проводили в фазу 3-го листа, в период наиболее интенсивного потребления элементов питания и закладки колоса.

Размер делянок — 60 м². Повторность — 4-кратная. Содержание легкодоступного фосфора по Кирсанову — 18—24 мг, обменного калия по Масловой — 24—32 мг на 100 г сухой почвы.

Метеорологические условия значительно различались по годам исследований. Наиболее благоприятно для роста и развития ячменя они сложились в 1969 и 1975 гг. Однако засушливая погода мая 1975 г. в период кущения и роста стебля отразилась на числе колосков в колосе. 1972 год был сильно засушливым. 1976 год, напротив, избыточно влажным. Остальные годы можно отнести к частично засушливым.

В период вегетации определяли содержание нитратов, фосфора и калия в тканевом соке растений по фазам развития экспресс-методом по В. В. Церлинг. Отобрали растительные образцы, устанавливали валовое содержание азота, фосфора и калия в листьях различных ярусов и других органах методом Гинзбург и Щегловой.

Для определения структуры урожая отбирали снопы с площади 0,25 м² в 3-кратной повторности.

Результаты исследований

Урожай ячменя в стационарных опытах зависел от уровня минерального питания и погодных условий (табл. 1).

В благоприятном для роста и развития растений 1969 г. во всех вариантах получен высокий урожай. Самым низким он был в 1972—1973 гг., отличавшихся недостаточным количеством осадков в период вегетации.

При большем наборе доз удобрений и различном соотношении элементов питания в мелкоделяночном опыте, проводившемся в 1975—

Т а б л и ц а 1

Урожай ячменя в стационарных опытах в 1969—1973 гг.
(ц/га, при стандартной влажности зерна 14%)

Варианты	1969	1970	1971	1972	1973	1969— 1973	В сред- нем за год
Без удобрений	25,79	32,20	21,38	17,20	11,10	107,67	21,53
Рекомендованные дозы удобрений	36,86	37,00	33,60	24,70	19,60	151,76	30,35
Расчетные дозы удобрений	43,50	39,00	35,60	21,20	25,90	165,20	33,04

Т а б л и ц а 2

Урожай ячменя в мелкоделяночных опытах (ц/га при стандартной влажности зерна 14%)

Годы	Контроль без удобрений	Расчетные дозы				НСР ₀₅ , ц/га	
		РК	НРК		РК+двойная доза N		
			1	2	1		2
1975	28,6	34,6	47,9	48,6	36,5	33,4	4,8
1976	18,7	30,7	35,5	35,8	26,7	23,6	3,4

Примечание. Здесь и в табл. 3: 1 — азот внесен под предпосевную обработку; 2 — подкормка азотом в фазу 3-го листа.

Структура урожая ячменя при расчетных дозах удобрений, 1975—1976 гг.

Показатели	Контроль без удоб- рений	РК	NPK		РК+двойная доза N	
			1	2	1	2
Количество стеблей на 10 растений	12,5	19,9	27,2	28,3	36,1	37,8
в т. ч. продуктивных	12,4	18,0	21,5	22,7	20,7	19,3
с незрелыми колосьями	0,1	1,1	2,3	2,2	6,6	7,3
без колосьев	0	0,8	3,4	3,4	6,8	11,2
Продуктивные стебли, %	99,2	90,4	79,0	80,2	62,8	51,1
Количество колосков в колосе, шт.	21,8	23,7	25,9	25,8	24,6	24,3
в т. ч. с созревшими зернами	20,4	21,6	23,3	22,9	20,8	19,3
Созревшие зерна, %	93,5	91,1	90,0	88,7	84,5	79,4
Масса 1000 зерен, г	48,4	48,9	49,1	49,2	44,2	43,4
Высота растений, см	87,8	92,3	104,7	106,5	110,7	110,1
Масса 10 растений, г	31,8	41,9	49,0	51,3	44,2	42,7

1976 г., было выявлено 3 варианта, в которых значительная разница по величине урожая зависела от дозы азота (табл. 2).

Наибольший урожай в 1975 г. получен при внесении азотных удобрений на запланированный урожай 52 ц/га, а в 1976 г.— на 30 ц/га. Величина его, а следовательно, и использование элементов питания растениями обуславливались, видимо, различным количеством осадков. В 1975 г. за июнь—август выпало 259 мм осадков, тогда как в 1976 г.— 343 мм, что значительно превышало среднегодовую величину— 226 мм. Всего за период вегетации в 1975 г. выпало 296,0 мм осадков, а в 1976 г.— 456 мм.

Внесение азота в подкормку и под предпосевную обработку дало практически одинаковые результаты.

Т а б л и ц а 4

Содержание элементов питания в тканевом соке ячменя (баллы шкалы В. В. Церлинг) 1969—1973 гг.

Фазы развития	Нитраты	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений			
Кущение	4,1±0,7	2,5±0,4	3,8±0,3
Начало выхода в трубку	1,5±0,6	3,3±0,6	2,6±0,4
Выход в трубку	0,3±0,3	2,9±0,3	3,5±0,4
Колошение	0,3±0,3	3,2±0,4	3,2±0,3
Молочная спелость	0	2,8±0,6	3,0±0,3
Расчетные дозы удобрений			
Кущение	5,4±0,4	4,1±0,2	4,1±0,3
Начало выхода в трубку	4,5±0,8	3,1±0,6	4,2±0,6
Выход в трубку	4,5±0,6	3,4±0,3	3,6±0,6
Колошение	4,5±0,4	2,8±0,7	3,5±0,1
Молочная спелость	4,1±0,3	2,4±0,5	3,4±0,2
Рекомендованные дозы удобрений			
Кущение	4,8±1,1	4,3±0,7	4,1±0,8
Начало выхода в трубку	2,9±2,3	3,7±0,7	3,5±0,7
Выход в трубку	1,3±1,1	3,6±0,5	3,9±0,6
Колошение	1,0±1,0	3,4±0,5	3,3±0,6
Молочная спелость	0,5±0,4	3,0±0,5	2,9±0,6

Т а б л и ц а 5

Содержание элементов питания в тканевом соке ячменя (баллы шкалы В. В. Церлинг)

Фазы	РК			НРК			РК+двойная доза N		
	нитраты	P ₂ O ₅	K ₂ O	нитраты	P ₂ O ₅	K ₂ O	нитраты	P ₂ O ₅	K ₂ O
1975 г.									
3-го листа	2,8	4,9	4,5	5,0	4,8	4,9	5,7	4,6	4,6
Начало выхода в трубку	1,0	5,0	4,6	4,5	4,8	4,1	4,5	4,6	3,8
Выход в трубку	1,0	4,8	4,6	4,4	4,8	4,6	4,5	4,6	4,4
Колошение	0,1	4,5	4,6	3,3	4,7	4,9	3,5	4,2	5,0
Созревание	0	4,2	5,0	0,4	4,7	4,9	3,4	4,4	5,0
1976 г.									
3-го листа	2,2	3,6	3,3	4,7	3,6	3,4	5,1	3,7	3,5
Начало выхода в трубку	1,6	3,8	3,6	4,6	4,2	3,5	4,9	4,7	3,5
Выход в трубку	0,7	4,5	3,6	2,7	4,7	3,5	4,1	4,2	3,2
Колошение	0	4,9	3,6	Следы	4,7	3,5	2,1	4,8	3,2
Созревание	0	4,9	3,7	0	4,7	3,5	2,0	4,8	3,3

Т а б л и ц а 6

Содержание азота, фосфора и калия в растениях при разном уровне минерального питания (% на абсолютно сухое вещество)

Элементы питания	3-й лист	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	
					зерно	солома
В среднем за 1972—1973 гг. Без удобрений						
N	4,6	2,70	1,78	1,38	1,46	0,29
P ₂ O ₅	0,992	0,785	0,685	0,495	0,900	0,270
K ₂ O	2,81	2,88	2,00	1,20	0,70	1,00
Рекомендованные дозы удобрений						
N	4,54	3,18	1,98	1,62	1,90	0,33
P ₂ O ₅	1,181	0,913	0,703	0,540	0,920	0,270
K ₂ O	4,06	3,50	2,75	1,78	1,78	1,70
Расчетные дозы удобрений						
N	5,19	3,88	2,04	1,82	1,98	0,33
P ₂ O ₅	1,278	0,907	0,698	0,560	0,980	0,270
K ₂ O	4,27	3,73	2,62	1,80	0,78	2,00
В среднем за 1975—1976 гг. Без внесения азотных удобрений						
N	4,48	2,98	—	—	1,53	0,28
P ₂ O ₅	1,09	0,864	—	—	0,840	0,158
K ₂ O	4,22	3,36	—	—	0,53	1,30
НРК — расчетные дозы						
N	5,55	3,86	—	—	2,00	0,58
P ₂ O ₅	1,215	0,867	—	—	0,931	0,276
K ₂ O	4,48	3,53	—	—	0,540	1,79
РК + двойная доза N						
N	7,20	4,75	—	—	2,23	0,83
P ₂ O ₅	1,199	0,744	—	—	0,966	0,311
K ₂ O	4,27	3,75	—	—	0,55	2,13

Содержание азота, фосфора и калия в отдельных органах ячменя в зависимости от уровня минерального питания (% на абсолютно сухое вещество)

Органы	Кущение			Выход в трубку			Колошение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1969—1973 гг. Без удобрений									
Листья:									
1-й	2,71	0,595	1,94	0,53	0,930	0,55			
2-й	3,27	0,705	2,20	0,71	0,960	0,70			
3-й	3,79	0,743	2,25	1,80	0,978	1,70	0,24	0,390	0,55
4-й	3,66	0,897	2,53	2,36	1,093	2,00	1,04	0,398	0,59
5-й	4,35	1,302	2,70	2,96	1,164	2,24	1,77	0,530	0,80
6-й				3,12	1,238	2,34	2,20	0,920	1,50
7-й				3,21	1,320	2,35	2,36	1,058	1,65
Стебли	2,52	1,053	2,94	1,66	1,305	1,98	0,24	0,410	0,70
Рекомендованные дозы удобрений									
Листья:									
1-й	2,50	0,686	2,83	0,75	0,530	1,30			
2-й	3,23	0,889	3,57	0,80	0,560	1,45			
3-й	3,87	0,873	3,30	2,25	0,677	2,45	0,46	0,57	0,55
4-й	4,15	0,956	3,12	3,00	0,823	2,70	0,92	0,62	0,85
5-й	5,12	1,398	3,03	4,02	0,962	2,89	1,98	0,78	1,40
6-й				4,21	1,127	2,88	3,06	0,88	1,80
7-й				5,00	1,543	2,55	3,05	0,97	1,80
Стебли	2,73	1,330	3,64	1,88	1,257	2,53	0,48	0,43	1,40
Расчетные дозы удобрений									
Листья:									
1-й	3,10	0,577	3,38	0,88	0,530	1,60			
2-й	4,01	0,672	3,89	0,84	0,530	1,65			
3-й	4,26	0,734	3,64	2,68	0,699	2,79	0,94	0,52	1,13
4-й	4,41	1,043	3,58	2,98	0,774	2,75	1,55	0,60	1,36
5-й	4,80	1,390	3,50	4,34	0,969	2,65	2,24	0,79	2,10
6-й				4,78	1,075	2,40	3,49	0,88	2,38
7-й				4,72	1,110	2,26	3,50	0,98	2,00
Стебли	2,87	1,213	3,82	1,94	1,249	2,74	0,98	0,51	1,65
1975—1976 гг. Без внесения N									
Листья:									
1-й	2,60	0,430	2,73	0,73	0,423	1,83			
2-й	2,61	0,460	2,90						
3-й	3,32	0,655	2,85	1,36	0,575	2,55	0,51	0,273	1,90
4-й	3,44	0,710	2,95	2,88	0,715	3,15			
5-й	4,20	1,053	3,25	3,32	0,748	3,35	1,14	0,393	1,65
6-й				3,42	0,823	3,25			
7-й				3,44	0,825	3,25			
Стебли	2,42	0,895	2,83	1,46	0,870	2,90	0,33	0,171	1,71
NPK — расчетные дозы									
Листья:									
1-й	3,60	0,502	3,63	1,26	0,462	2,15			
2-й	4,32	0,581	4,04						
3-й	4,65	0,652	3,91	2,01	0,580	2,94	0,86	0,386	0,89
4-й	4,65	0,716	3,40	3,30	0,772	3,25			
5-й	5,05	0,999	3,49	4,57	0,862	3,33	1,89	0,508	1,95
6-й				4,63	0,966	3,05			
7-й				4,59	1,132	2,78			
Стебли	3,40	1,028	4,10	1,65	0,965	3,22	0,34	0,172	1,95

Органы	Кущение			Выход в трубку			Колошение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
PK + двойная доза N									
Листья:									
1-й	4,72	0,475	4,05	1,88	0,533	2,01	1,06	0,371	0,88
2-й	4,82	0,498	4,38						
3-й	5,27	0,643	4,20	3,45	0,596	2,76			
4-й	5,27	0,648	3,68	4,39	0,771	3,14			
5-й	5,89	0,985	3,65	4,95	0,893	3,23			
6-й				5,36	0,975	2,98			
7-й				5,20	1,231	2,97			
Стебли	4,20	0,744	3,75	2,24	1,036	3,63	0,45	0,235	2,01

Двойная расчетная доза азота при обильных осадках способствовала образованию большого количества стеблей, значительная часть которых к моменту уборки либо оставалась с зелеными колосьями, либо совершенно без колосьев (табл. 3).

В вариантах с большим количеством азота было меньше вызревших зерен в колосе и ниже их масса. Растения в этих вариантах имели высокую и слабую соломину, что привело к полному полеганию посевов.

Данные об урожае и его структуре говорят о разнице в уровне обеспеченности растений элементами питания по всем вариантам. Это подтверждается содержанием нитратов, фосфора и калия в тканевом соке растений (табл. 4 и 5).

Без внесения удобрений при низком уровне обеспеченности растений всеми элементами питания содержание нитратов, фосфора и калия в соке тканей было несколько ниже, чем в вариантах с удобрениями. Величина этих показателей зависела и от ряда других факторов, в частности от влагообеспеченности. Отклонение их от среднего уровня (табл. 4) связано с погодными условиями каждого года. При засухе вследствие низкого использования питательных веществ растениями содержание их минеральных форм в тканевом соке увеличивалось.

Недостаток азота во все фазы развития растений можно выявить по содержанию нитратов в тканевом соке (табл. 5).

Избыток азота в почве сравнительно легко устанавливается экспресс-методом только в более позднюю фазу развития — начало колошения. В ранние фазы об уровне обеспеченности ячменя питательными веществами более достоверно свидетельствует валовое содержание элементов питания в растениях. В наших опытах этот показатель был выше в вариантах с удобрениями, чем в контроле без удобрений (табл. 6).

Оптимальное содержание азота для растений в фазу 3-го листа было 5—6% при высоком уровне фосфора и калия; 6,7—7,7% азота при несколько меньшем количестве фосфора и калия в растениях в данных опытах следует считать избыточным.

В фазу кушения содержание азота в растениях в варианте с большим количеством азота было значительно выше, чем при расчетных дозах, где сложилось, видимо, близкое к оптимальному соотношение элементов питания. Вместе с тем процент фосфора в растениях был выше в варианте с оптимальным количеством азота. Следовательно, при определении уровня обеспеченности растений элементами питания необходимо пользоваться не только данными о содержании элементов питания в растениях, но и об их соотношении. Например, в фазу кушения N : P₂O₅ : K₂O в целом растения существенно различалось по вариантам: без удобрений — 3,4 : 1 : 3,7; рекомендованные дозы — 3,5 : 1 : 3,8; расчетные дозы NPK — 4,3—4,5 : 1 : 4,1; PK + двойная доза N — 6,4 : 1 : 5.

Т а б л и ц а 8

Соотношение N:P₂O₅:K₂O в отдельных листьях ячменя в зависимости от уровня минерального питания (P₂O₅ принято за 1)

Листья	Кущение	Выход в трубку	Колошение	
Без удобрений (урожай 14,2 ц/га)				
1-й	4,6:3,3	0,6:0,6		
2-й	4,7:3,1	0,7:0,7		
3-й	5,1:3,0	1,8:1,7	0,6:1,4	
4-й	4,1:2,8	2,2:1,8	2,6:1,5	
5-й	3,3:2,1	2,5:1,9	3,3:1,5	
6-й		2,5:1,9	2,4:1,6	
7-й		2,4:1,8	2,2:1,6	
Рекомендованные дозы удобрений (урожай 22,2 ц/га)				
1-й	3,6:4,1	1,4:2,5		
2-й	3,6:4,0	1,4:2,6		
3-й	4,4:3,8	3,3:3,6	0,8:1,0	
4-й	4,3:3,0	3,7:3,3	1,5:1,4	
5-й	3,7:2,2	4,2:3,0	2,5:1,8	
6-й		3,7:2,6	3,5:2,1	
7-й		3,2:1,7	3,1:1,9	
Расчетные дозы удобрений (урожай 23,6 ц/га)				
1-й	5,4:5,9	1,7:3,0		
2-й	6,0:5,8	1,6:3,1		
3-й	5,8:5,0	3,8:4,0	1,8:2,2	
4-й	4,2:3,4	3,9:3,6	2,6:2,3	
5-й	3,5:2,5	4,5:2,7	2,8:2,7	
6-й		4,5:2,2	4,0:2,7	
7-й		4,3:2,0	3,6:2,0	
PK (урожай 34,6 ц/га)				
1-й	6,1:6,3	2,4:4,4	1,9:7,0	
2-й	5,7:6,3			
3-й	5,1:4,4	2,4:4,4		
4-й	4,9:4,2			
5-й	4,0:3,1	4,4:4,5		2,9:4,2
6-й				
		4,2:3,9		
NPK расчетные дозы (урожай 48,3 ц/га)				
1-й	7,2:7,2	2,7:4,7	2,2:2,3	
2-й	7,4:7,0			
3-й	7,1:6,0	3,5:5,1		
4-й	6,5:4,7			
5-й	5,1:3,5	4,3:3,9		3,7:3,8
6-й				
7-й		4,8:3,2		
		4,1:2,5		
PK + двойная доза N (урожай 35,0 ц/га)				
1-й	9,9:8,5	3,5:3,8	2,9:2,4	
2-й	9,7:8,8			
3-й	8,2:6,5	5,8:4,6		
4-й	8,1:5,7			
5-й	6,0:3,7	5,5:3,6		5,3:4,4
6-й				
7-й		5,5:3,1		
		4,2:2,4		

Известно, что обеспеченность доступными формами питательных элементов при достаточной влажности почвы и прочих равных условиях произрастания является основным фактором, определяющим фотосинтетическую мощность посева ячменя.

В фазу кущения без внесения удобрений в формировании фотосинтезирующей поверхности посева 1—4-й листья принимали примерно равное участие, в то время как при расчетных дозах она формировалась в основном за счет 2—3-го. По мере развития растений и отмирания нижних листьев определяющую роль в образовании листовой поверхности начинали играть вновь образующиеся листья. В посевах ячменя в фазу колошения и позже остаются зелеными не более 3—4 листьев [5, 6].

Содержание элементов питания в листьях различалось в зависимости от уровня обеспеченности питательными веществами, фазы развития ячменя и возраста листа (табл. 7). В варианте без удобрений в листьях всех ярусов оно было значительно ниже, чем при внесении удобрений. В более поздние фазы этот показатель снижался. Наиболее высокое содержание азота, фосфора и калия в листьях отмечено в период интенсивного роста растений и увеличения листовой поверхности, т. е. в фазы кущения и начала выхода в трубку. В эти периоды развития на растении имелись листья, различные по физиологической активности. Самые молодые содержали больше азота и фосфора. В вариантах с удобрениями содержание калия в растущих листьях несколько ниже, чем в закончивших рост. Физиологически старые листья содержали значительно меньше калия.

В фазу колошения все листья в основном закончили рост, хотя их можно было разделить на физиологически активные — зеленые (7—6—5-й) и стареющие — пожелтевшие (4—3-й).

Содержание азота в листьях растений было значительно выше в вариантах с большими дозами вно-

симого в почву азота. В варианте с двойной дозой в верхнем листе ячменя в фазу кущения оно достигало почти 6%.

Соотношение элементов питания в листьях значительно изменялось в зависимости от уровня обеспеченности растений питательными веществами (табл. 8).

Без внесения удобрений в фазу кущения в листьях всех ярусов доля азота в соотношении $N : P_2O_5 : K_2O$ была большей, тогда как в вариантах с удобрениями соотношение $N : K_2O$ в 1-м и 2-м листьях приближалось к 1 : 1 при некотором преобладании калия. В самом молодом листе количество азота и калия на одну часть фосфора изменялось от 3,3 : 1 : 2,1 (в варианте без удобрений) до 6,0 : 1 : 3,7 (при расчетных дозах НРК). В нижнем листе соотношение $N : P_2O_5 : K_2O$ было значительно шире — 4,6 : 1 : 3,3 и 9,9 : 1 : 8,5. По-видимому, в фазу кущения оптимальным является соотношение элементов питания в молодых листьях, в котором преобладает азот 5,1 : 1 : 3,5. При этом в нижних листьях $N : K_2O$ приближается к 1 : 1, но количество P_2O_5 на каждую часть этих элементов питания значительно уменьшается — 7,2 : 1 : 7,2.

По мере старения растения соотношение $N : P_2O_5 : K_2O$ становится уже, т. е. на одну часть P_2O_5 приходится меньше азота и калия. В фазу выхода в трубку без внесения удобрений в физиологически активных листьях на каждую часть P_2O_5 приходится по 2—2,5 части K_2O и азота, а в старых листьях — по 0,7—0,6. В вариантах с расчетными дозами соотношение $N : P_2O_5 : K_2O$ несколько шире, чем без внесения удобрений, и составляет по 3—4 части K_2O и азота на одну часть P_2O_5 в молодых листьях и по 2—3 части — в старых.

В фазу колошения соотношение элементов питания в листьях ячменя остается почти таким же, как в фазу выхода в трубку.

Таким образом, в наших опытах оптимальному обеспечению растений питательными веществами по фазам развития соответствует следующее содержание элементов питания в тканевом соке, в баллах: азота в фазу 3-го листа — $5,4 \pm 0,4$, кущения — $4,8 \pm 0,8$ и выхода в трубку — $4,5 \pm 0,8$; калия — соответственно $4,8 \pm 0,2$; $4,5 \pm 0,5$ и $4,5 \pm 0,5$; фосфора — $4,7 \pm 0,3$; $4,7 \pm 0,3$ и $4,4 \pm 0,5$.

Оптимальное содержание азота в листьях различных ярусов (% на абсолютно сухое вещество): в фазу кущения для 1-го листа — 3,6, 2-го — 4,32, 3-го — 4,65, 4-го — 4,65, 5-го — 5,05; в фазу выхода в трубку для 1 и 2-го листьев — 1,26, 3-го листа — 2,01, 4-го — 3,30, 5-го — 4,57, 6-го — 4,63, 7-го — 4,59; в фазу колошения для пожелтевших листьев — 0,86, зеленых листьев — 1,89.

Оптимальное соотношение $N : P_2O_5 : K_2O$ в листьях ячменя: в фазу кущения в 1—5-м листьях — соответственно 7,2 : 1 : 7,2; 7,4 : 1 : 7,2; 7,1 : 1 : 6,0; 6,5 : 1 : 4,7; 5,1 : 1 : 3,5; выхода в трубку во 2—7-м листьях — 2,7 : 1 : 4,7; 3,5 : 1 : 5,1; 4,3 : 1 : 4,2; 5,3 : 1 : 3,9; 4,8 : 1 : 3,2; 4,1 : 1 : 2,5; в фазу колошения в пожелтевших листьях — 2,2 : 1 : 2,3; зеленых листьях — 3,7 : 1 : 3,8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградова Р. И. Изучение фосфорного обмена в начальные фазы роста ячменя в зависимости от вида комплексных удобрений. Тр. ВНИИ удобрений и агропочвовед., 1970, вып. 48, с. 73—79. — 2. Зенищева Л. С., Бездек В., Шпунар Я. Специфика сортовой отзывчивости растений ячменя на уровень азотного питания. «Агрохимия», 1977, № 7, с. 14—21. — 3. Иванов С. Н., Ворошилова А. И., Никитенко Н. Ф. Использование карто-

фелем и ячменем фосфора и калия удобрений при внесении их в возрастающих дозах. «Агрохимия», 1976, № 11, с. 37—39. — 4. Кук Дж. Регулирование плодородия почвы. Пер. с англ. Э. И. Шконде. М., «Колос», 1970. — 5. Шатилов И. С., Ваулин А. В. Динамика ассимилирующей поверхности и роль отдельных органов растений в формировании урожая ячменя. «Изв. ТСХА», 1972, вып. 1, с. 21—30. — 6. Шатилов И. С., Ваулин А. В. Роль органов растений

в формировании урожая ячменя на различных агрофонах «Вестн. с.-х. науки», 1972, № 10, с. 19—29. — 7. Шатилов И. С., Мелик-Саркисов О. С. Потребление элементов минерального питания ячменя. «Изв. ТСХА», 1970,

вып. 3, с. 33—44. — 8. Шатилов И. С., Замираев А. Г., Чаповская Г. Б. Баланс азота в севообороте на дерново-подзолистой почве. «Изв. ТСХА», 1977, вып. 1, с. 34—43.

Статья поступила 15 июля 1977 г.

SUMMARY

In 1969—1976 on soddy-cryptopodzol medium loams of Moscow region the variation of the content of nutritive elements in different organs of barley with the wide range of fertilizer doses was studied. The data obtained allowed to establish the indices which characterize the level of nutritive substances in plants. The optimum content of nitrogen, phosphorus and potassium in the tissue sap, the gross amount of these elements of nutrition and their ratio in the leaves of different layers at different stages of development, the yield of grain being 48 hwt/ha, were established.