

УДК 633.11:631.811.1.095.337

**УСВОЕНИЕ ПШЕНИЦЕЙ АММОНИЙНОГО И НИТРАТНОГО АЗОТА
АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ
ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСТЕНИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ
(ОПЫТЫ С¹⁵N)**

Б. А. ЯГОДИН, И. В. ВЕРНИЧЕНКО, К. С. ДХИЛЛОН
(Кафедра агрономической и биологической химии)

При внесении повышенных доз азотных удобрений дальнейшее увеличение урожая и улучшение его качества, а также продуктивное использование внесенного азота могут лимитироваться недостатком в почве отдельных микроэлементов. Для рационального применения микроудобрений необходимо углубленное изучение роли отдельных микроэлементов в процессах усвоения растениями окисленной (NO_3^-) и восстановленной (NH_4^+) форм азота. Несмотря на определенные успехи, достигнутые в этой области [6, 9, 11, 13, 15, 18, 20, 22], имеется весьма ограниченное число экспериментальных данных, подтверждающих непосредственное участие молибдена и других микроэлементов в процессах усвоения поглощенного растениями аммонийного азота.

В исследованиях, проводимых на кафедре агрономической и биологической химии Тимирязевской академии, установлено существенное влияние молибдена на поглощение и дальнейшее усвоение ячменем и цветной капустой не только нитратного, но и аммонийного азота NH_4NO_3 в условиях почвенных культур [1—4, 9, 10].

Цель данной работы — изучение усвоения меченного ¹⁵N аммонийного и нитратного азота пшеницей при одновременном их наличии в питательной среде и дефиците или избытке Co, Mn, Mo и Zn.

Методика исследований

Вегетационные опыты проводились в песчаных культурах. Кварцевый песок тщательно очищали от следов микроэлементов по методике [17]. Растения выращи-

вали в полиэтиленовых сосудах емкостью 0,6 кг песка на смеси Кюпа. В контрольном варианте микроэлементы вносили до посева в нормах и формах, рекомендо-

ванных Ринькисом [14] для зерновых культур: Со — 0,03, Мп — 2,0, Мо — 0,02, Zп — 1,0 мг на 1 кг песка. В вариантах с избытком микроэлементов их дозу увеличивали по сравнению с оптимальной в 10 раз (условно Со₁₀ и т. д.), при дефиците данный элемент вообще не вносили. Повторность опытов при учете урожая 4-кратная, при промежуточных учетах — 2-кратная.

В фазу цветения пшеницы в сосуды вместе с поливной водой вносили разномеченную ¹⁵N аммиачную селитру — ¹⁵NH₄NO₃ и NH₄¹⁵NO₃ — в дозе 20 мг N

на сосуд, исходное обогащение удобрений 50 % ¹⁵N. Через 1, 5, 24 ч и 5 сут после внесения меченого азота производили отбор и фиксацию жидким азотом растительных проб. Анализировали свежие и леофильно высушенные образцы. В отдельных органах растений определяли содержание общего и белкового азота по Кьельдалю, после осаждения белков по Барнштейну и сжигания с фенолсерной кислотой. Изотопный анализ выделенных азотистых фракций после соответствующей подготовки проб проводился на масс-спектрометре МИ-1305.

Результаты исследований

Достоверное снижение накопления сухого вещества пшеницей в фазу цветения по сравнению с контролем отмечалось при отсутствии в питательной среде одновременно всех изучавшихся микроэлементов и при избытке цинка (табл. 1). В остальных вариантах микроэлементы мало влияли на данный показатель.

Опытные растения были здоровыми, без внешних симптомов недостатка микроэлементов, но, как показал химический анализ, обеспеченность растений изучавшимися микроэлементами значительно отличалась от оптимальной.

В большинстве случаев не установлено достоверных изменений носительного содержания общего и белкового азота и общих размеров потребления пшеницей этого элемента, внесенного до посева растений. По-видимому, отсутствие заметного влияния большинства испытанных микроэлементов на накопление сухого вещества пшеницей можно объяснить сравнительно ранней фазой уборки растений, а также недостаточной очисткой примененных в данном опыте реактивов от следов микроэлементов, хотя анализ образцов на содержание последних показал, что при дефиците отдельного микроэлемента его содержание в опытных растениях было на порядок меньше, чем в контроле. По грациям, предложенным в [16], пшеница в дефицитных вариантах была слабо обеспечена изучавшимися микроэлементами, а в избыточных — накапливала повышенные их количества.

Известно, что аммонийный азот, как правило, несколько быстрее поглощается растениями, различаются и пути поглощения и передвижения N — NH₄⁺ и N — NO₃⁻ [7]. Поглощенный аммонийный азот обычно значительно быстрее используется на синтез органических соединений растений по сравнению с азотом нитратов [4, 5, 8, 10, 12, 19, 21].

Использование в опыте меченных ¹⁵N удобрений, которые вносили с поливной водой в фазу цветения, позволило сравнить темпы поступления в растения и дальнейшего усвоения ими разных форм азота при одновременном их наличии в питательной среде в зависимости от обеспеченности отдельными микроэлементами при относительно коротких экспозициях (табл. 2).

Пшеница в первые часы после подкормки аммиачной селитрой значительно быстрее поглощала аммонийный азот. Так, в контроле через 5 ч в растения его поступило 178 мкг, а нитратного — 141 мкг на сосуд, что составило соответственно 56 и 44 % поглощенного из ¹⁵NH₄ ¹⁵NO₃ (рис. 1). В дальнейшем скорость поглощения восстановленного и окисленного азота подкормки выравнивалась, а в последний период быстрее поглощался уже нитратный азот (рис. 2). Поэтому через 5 сут (120 ч) во всех вариантах в растениях преобладал поступивший нитратный азот.

Интенсивность поглощения азота корневой подкормки пшеницей в значительной степени зависела от экспозиции (рис. 2). При оптималь-

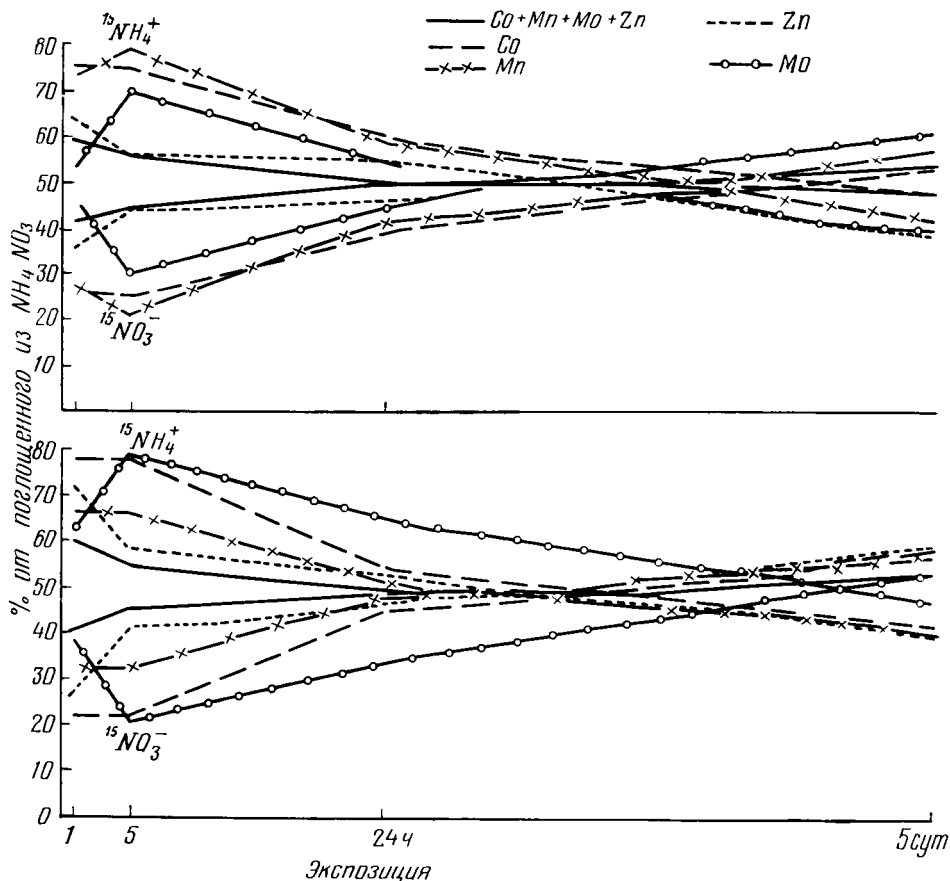


Рис. 1. Поглощение пшеницей аммонийного и нитратного азота подкормки при недостатке микроэлементов (вверху) и их избытке.

ной обеспеченности всеми микроэлементами в первый час после внесения азота она была довольно значительной и составила 120 мкг ^{15}N за час, в следующие четыре часа произошло ее снижение более чем в 2

Таблица 1

Накопление пшеницей сухого вещества и азота (на сосуд) при разной обеспеченности микроэлементами

Вариант	Надземная часть					Корни		
	сухая масса, г	N _{общ}		N _{белк}		сухая масса, г	N _{общ}	
		%	мг	%	мг		%	мг
$\text{Co} + \text{Mn} + \text{Mo} + \text{Zn}$ (контроль)	2,37	1,61	38,2	1,35	32,0	0,77	0,89	6,85
Без Co	2,22	1,79	39,7	1,45	32,2	0,72	0,95	6,84
Co_{10}	2,29	1,67	38,2	1,41	32,3	0,77	0,85	6,55
Без Mn	2,24	1,69	39,6	1,42	32,2	0,75	0,81	6,08
Mn_{10}	2,27	1,72	39,0	1,48	33,8	0,69	0,98	6,76
Без Mo	2,48	1,52	37,7	1,32	32,7	0,75	0,85	6,38
Mo_{10}	2,47	1,60	39,5	1,34	38,1	0,68	0,94	6,39
Без Zn	2,55	1,46	37,2	1,29	32,9	0,77	0,85	6,55
Zn_{10}	2,02	1,76	35,6	1,53	30,9	0,64	1,00	6,40
Без микроэлементов	2,10	1,30	37,8	1,46	30,7	0,69	0,95	6,56
HCP_{05}	0,21	0,20						

Поглощение меченого аммонийного (в числителе) и нитратного (в знаменателе) азота (мкг на сосуд) при различных экспозициях после корневой подкормки NH_4NO_3

Вариант	1 ч		5 ч		24 ч		5 сут	
	надзем- ная часть	корни	надзем- ная часть	корни	надзем- ная часть	корни	надзем- ная часть	корни
Co + Mn + Mo + + Zn	8*	61	52	126	976	372	2197	638
	8	40	34	107	966	380	2377	835
Без Co	9	52	61	179	790	587	2450	567
	8	12	24	54	548	381	2649	626
Co ₁₀	7	93	81	232	1133	331	1718	563
	8	20	24	70	884	322	2431	659
Без Mn	8	69	60	159	952	490	2446	422
	8	21	18	41	653	357	2536	744
Mn ₁₀	16	89	45	224	980	343	2000	405
	8	43	34	91	847	399	2503	751
Без Mo	16	18	56	206	915	279	1854	512
	—	19	23	182	734	276	2766	810
Mo ₁₀	8	52	66	219	806	282	1840	498
	7	16	22	175	662	307	2910	542
Без Zn	7	71	65	243	855	615	2440	431
	—	67	31	100	785	430	3482	792
Zn ₁₀	7	86	62	278	1177	835	2546	764
	6	53	21	77	730	322	2639	635
Без микроэлемен- тов	—	—	44	144	—	—	1552	492
			23	49			2168	718

* При экспозиции 1 ч поступление ^{15}N в надземную часть было на пределе чувствительности метода.

раза, а затем в период от 5 до 24 ч — некоторое увеличение. В последующие 4 сут скорость поглощения азота снизилась до 35 мкг ^{15}N в час. При коротких экспозициях, кроме времени, прошедшего после проведения подкормки, существенное влияние на значение данного показателя оказывала, по-видимому, суточная динамика поглощения пшеницей элементов питания (подкормка проводилась в утренние часы).

В течение первых суток после внесения азота во все сроки определения аммонийный азот аммиачной селитры поглощался быстрее, чем нитратный. В дальнейшем пшеница более интенсивно поглощала окисленную форму азота. В результате, как уже отмечалось, через 5 сут в растениях всех вариантов обнаружено больше нитратного азота подкормки.

В первые часы после внесения азота основная часть меченого поглощенного, аммонийного и нитратного азота находилась в корнях растений (табл. 2): в оптимальном варианте, например, через 1 ч в корнях содержалось 88 % всего поглощенного нитратного азота подкормки, через 5 ч — 76 %. С увеличением экспозиции аммонийный и нитратный азот корневой подкормки оттек в надземную часть растений, где его содержание достигало уже 71—76 % поступившего. В данном опыте в большинстве случаев не выявлено существенных различий в распределении азота подкормки по растению в зависимости от формы, в которой он поглощается, и от обеспеченности растений микроэлементами.

Можно отметить лишь задержку оттока поглощенного азота из корней в надземную часть при дефиците и избытке молибдена.

В литературе имеются многочисленные данные о важной роли микроэлементов в ассимиляции растениями окисленной, т. е. нитратной формы азота, и весьма мало сведений, подтверждающих участие этих микроэлементов в усвоении восстановленного (аммонийного) азота.

Наши опыты показали, что нарушение в обеспеченности пшеницы отдельными микроэлементами (дефицит и избыток) изменяет поглощение растениями не только нитратного, но и аммонийного азота подкормки, но в меньшей степени.

Из табл. 2 видно, что через 1 ч после подкормки в надземной части пшеницы в вариантах с недостатком молибдена и цинка не было меченого нитратного азота. При дефиците и избытке в питательной среде кобальта поглощение пшеницей внесенного нитратного азота снижалось и в большинстве случаев мало сказывалось на поглощении аммонийного азота подкормки, поэтому в указанных вариантах в конечном счете значительно увеличилась доля аммонийного азота (рис. 1).

Дефицит марганца также более заметно влиял на поглощение нитратного азота корневой подкормки, что, по-видимому, связано с важной ролью этого микроэлемента в процессе редукции нитратов (вхождение в состав фермента гидроксилламинредуктазы). Вместе с тем при дефиците марганца пшеница, особенно в первое время после подкормки, значительно лучше поглощала аммонийный азот удобрений. Избыток этого элемента в условиях данного опыта, как правило, не оказал существенного влияния на количество поглощенного меченого азота.

При отсутствии молибдена в первое время после подкормки отмечалось снижение скорости поглощения растениями не только нитратного,

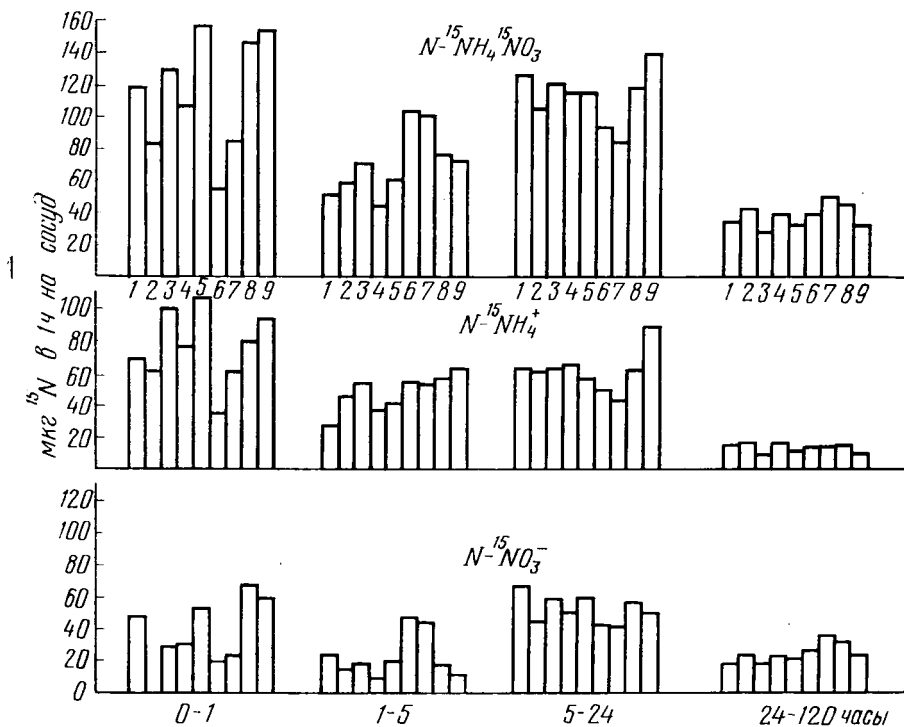


Рис. 2. Скорость поглощения пшеницей азота корневой подкормки в различные периоды после ее проведения.

1 — Co+Mn+Mo+Zn; 2 — без Co; 3 — Co₁₀; 4 — без Mn; 5 — Mn₁₀; 6 — без Mo; 7 — Mo₁₀; 8 — без Zn; 9 — Zn₁₀.

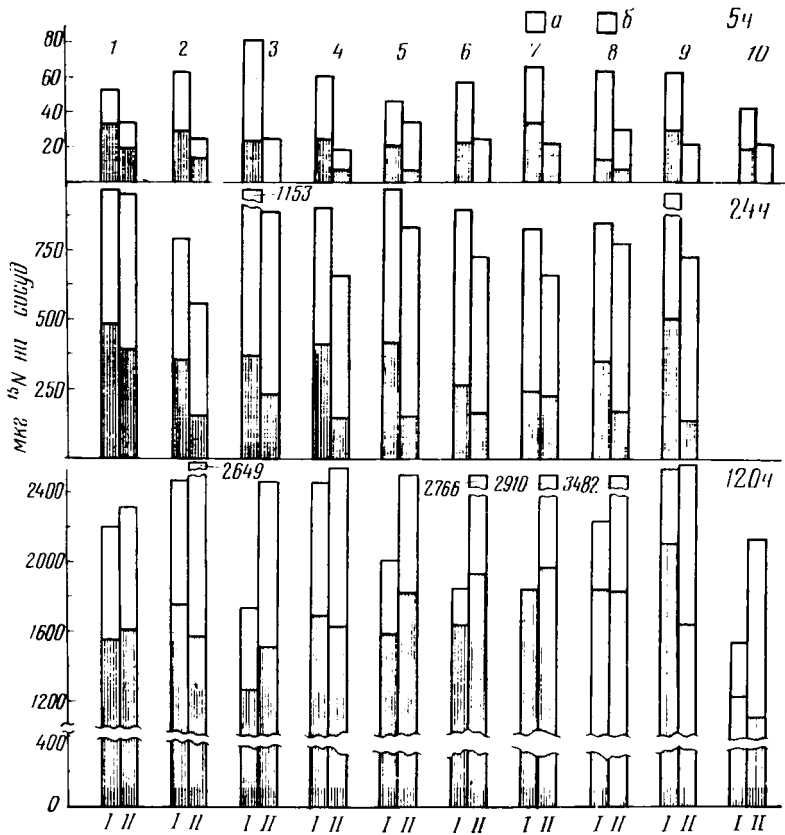


Рис. 3. Поступление и усвоение меченого аммонийного и нитратного азота надземной массой пшеницы из корневой подкормки NH_4NO_3 . а — ^{15}N небелковый; б — ^{15}N в составе белка; I — N-NH_4 ; II — N-NO_3 ; 10 — без микроэлементов. Остальные обозначения те же, что на рис. 2.

но и аммонийного азота. Через 5 сут в этом варианте обнаруживалось уже повышенное поглощение меченого нитратного азота. Вероятно, при недостатке молибдена у растений тормозится усвоение поглощенного нитратного азота (табл. 3, рис. 3) и, чтобы восполнить дефицит, увеличивается поглощение нитратов (табл. 2, рис. 2).

Несбалансированность питания пшеницы цинком (дефицит, избыток) приводила в большинстве случаев к повышенному поглощению растениями азота корневой подкормки по сравнению с контролем (табл. 2, рис. 2). Скорость поглощения меченого азота изменялась по мере увеличения экспозиции (рис. 2). Так, при нарушениях в питании цинком скорость поглощения меченого аммонийного азота в период от 1 до 5 ч увеличилась до 58—62 мкг ^{15}N на сосуд в 1 ч, а абсолютные размеры поглощения пшеницей нитратного азота заметно снижались (рис. 2). В дальнейшем скорость поступления в растения восстановленного азота снижалась, а окисленного — повышалась. В результате заметно изменялось соотношение этих форм азота по сравнению со сложившимся в оптимальном варианте (рис. 1).

Особенно отчетливо данная закономерность проявляется при расчете поглощения меченого азота отдельно по различным периодам (рис. 2).

Повышение скорости поглощения нитратного азота по мере увеличения экспозиции, можно, по-видимому, объяснить следующим. В результате преимущественного поглощения аммонийного азота в первый

Динамика включения поступившего в надземную массу пшеницы меченого аммонийного (в числителе) и нитратного азота (в знаменателе) в состав белков

Микроэлементы	Через 5 ч		Через 24 ч		Через 5 сут	
	мкг/сосуд	% от поступившего	мкг/сосуд	% от поступившего	мкг/сосуд	% от поступившего
Co, Mn, Mo, Zn	34	65	488	50	1552	71
	18	53	386	40	1597	67
Без Co	29	48	357	45	1740	71
	12	50	161	29	1560	59
Co ₁₀	23	28	368	32	1263	74
	—	—	230	26	1496	62
Без Mn	23	38	404	42	1685	65
	6	33	135	21	1619	64
Mn ₁₀	20	44	386	39	1581	79
	7	21	159	19	1818	73
Без Mo	22	39	278	30	1635	88
	—	—	160	22	1931	70
Mo ₁₀	34	52	238	30	1406	76
	—	—	224	34	1969	68
Без Zn	13	20	347	41	1843	76
	7	23	162	21	1827	52
Zn ₁₀	29	47	497	42	1910	75
	—	—	136	19	1645	62
Без микроэлементов	26	59	—	—	1240	80
	—	—	—	—	1157	53

П р и м е ч а н и е. При экспозиции 1 ч и для N — ¹⁵NO₃ при 5 ч количество включенного в белки ¹⁵N было за пределами чувствительности метода.

период после подкормки в растениях накапливается свободный аммоний, так как скорость поглощения аммонийной формы азота в это время намного превышает скорость его включения в состав белков (табл. 3, рис. 3) и других органических соединений. Избыток свободного аммиака, как известно, токсичен для растений, и у последних по принципу обратной связи снижается скорость поглощения аммонийного азота при постепенном возрастании поглощения нитратного азота, накопление которого в свободном состоянии безвредно.

Поскольку микроэлементы участвуют в процессах ассимиляции (редукции) нитратов, их дефицит или избыток в первые часы после начала поступления азота заметно снижают скорость поглощения нитратов и ускоряют поступление в растения аммонийного азота. С увеличением экспозиции они, влияя на биосинтез аминокислот, белков и других органических соединений, тормозят также и усвоение поглощенного растениями аммонийного азота (табл. 3, рис. 3), что приводит к его накоплению в растениях в свободной форме. В связи с этим ускоряется переход растений на преимущественное поглощение нитратного азота.

По-видимому, все растения при содержании в нейтральных питательных растворах и аммонийных, и нитратных ионов вначале лучше и быстрее поглощают аммонийный азот, а в последующем — нитратный. Время перехода на преимущественное поглощение нитратов неодинаково у отдельных групп растений, а у одних и тех же культур зависит от фазы развития, запасов углеводов, интенсивности фотосинтеза, обеспеченности другими элементами питания, в том числе микроэлемента-

Скорость использования пшеницей меченого азота корневой подкормки на синтез белков в надземной массе в различные периоды после ее проведения (^{15}N , включенный в белок, % от поступивших $\text{N} - ^{15}\text{NH}_4$ и $\text{N} - ^{15}\text{NO}_3$)

Микроэлементы	0—5 ч		5—24 ч		24—120 ч	
	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3
Co, Mn, Mo, Zn	65	53	49	39	87	86
Без Co	48	50	43	28	83	66
Co_{10}	28	0	33	28	101	82
Без Mn	38	33	43	20	86	79
Mn_{10}	44	21	39	19	86	84
Без Mo	39	0	30	22	88	87
Mo_{10}	52	0	28	34	113	78
Без Zn	20	23	42	20	94	60
Zn_{10}	47	—	40	19	103	79
Без микроэлементов	59	—	—	—	80	53

ми. Из растворов с кислой реакцией быстрее поглощаются нитраты [2, 13].

Определение скорости включения поглощенных $\text{N} - ^{15}\text{NH}_4$ и $\text{N} - ^{15}\text{NO}_3$ в состав белков надземной массы пшеницы через разное время после подкормки показало (табл. 3, 4, рис. 3), что в фазу цветения меченый аммонийный азот во всех случаях быстрее включался в состав белков, чем нитратный, и при расчете в микрограммах ^{15}N на сосуд и в процентах от азота, поступившего в надземные органы (табл. 3). Различия в использовании на синтез белков той и другой форм азота ярче выражены в начале поглощения азота. При оптимальной обеспеченности микроэлементами скорость включения меченого азота в белки различалась по периодам (рис. 3). Так, от 5 до 24 ч после подкормки она оказалась максимальной — 24 и 19 мкг ^{15}N в 1 ч (соответственно для $\text{N} - ^{15}\text{NH}_4$ и $\text{N} - ^{15}\text{NO}_3$). Однако поскольку в это же время отмечалась и максимальная скорость поглощения азота подкормки, значительно превышающая скорость использования ^{15}N на биосинтез белка, доля азота подкормки, включенного в состав белков, при данной экспозиции была минимальной (табл. 3, К, рис. 3). В период от 24 до 120 ч поглощение аммонийного и нитратного азота проходило с небольшой скоростью — 15 и 19 мкг в 1 ч, поэтому большая часть поступившего в растения за этот период азота подкормки успевала включиться в состав белковых молекул. В оптимальном варианте, например, в белках в этот период было обнаружено 70—80 % и более меченого аммонийного и нитратного азота.

Нарушение обеспеченности опытных растений микроэлементами заметно влияло на указанные процессы.

При дефиците или избытке кобальта тормозилась скорость усвоения пшеницей азота корневой подкормки, причем степень влияния этого фактора зависела от экспозиции. Так, в варианте без внесения кобальта в первые часы и сутки снижалась скорость включения в белки аммонийного и особенно нитратного азота подкормки, в дальнейшем отрицательное влияние недостатка кобальта на скорость усвоения аммонийного азота ослабевало. При избытке кобальта отмечалось значительное торможение биосинтеза белка из поступающего в пшеницу нитратного азота подкормки. В растениях этого варианта через 5 ч не было обнаружено включения $\text{N} - ^{15}\text{NO}_3$ в белки.

Нарушение обеспеченности пшеницы марганцем также приводило к существенному снижению в первое время после подкормки скорости использования на синтез белков восстановленного и особенно окислен-

ного азота. При этом сокращались не только абсолютные размеры включения ^{15}N в белки, но и количество усвоенного азота от поступившего в растения. По-видимому, это связано с важнейшей ролью марганца в процессах редукиции нитратов.

С участием молибдена в редукиции нитратов (фермент нитратредуктаза) связано и снижение скорости усвоения поглощенных нитратов при нарушении питания растений этим микроэлементом. Отмеченное влияние молибдена не только на ассимиляцию поглощенных нитратов, но и на усвоение аммонийного азота свидетельствует, видимо, о том, что его роль в азотном обмене не ограничена только участием в редукиции нитратов. Это справедливо и для цинка. Его дефицит и избыток также в заметной степени снижали скорость включения в состав белка нитратного и аммонийного азота, и данное влияние тоже было более заметным в первое время после начала поглощения меченого азота, особенно в отношении ассимиляции азота нитратов.

Из сравнения степени действия испытываемых микроэлементов на ассимиляцию пшеницей разных форм азота следует, что в течение первых суток наибольшее влияние на включение в белки аммонийного азота оказал недостаток цинка и молибдена, а также избыток и недостаток марганца, на включение нитратов — избыток кобальта, цинка и нарушение питания молибденом.

По мере увеличения экспозиции разница между включением в белки азота подкормки в оптимальном и опытных вариантах сокращалась. По-видимому, в вариантах с нарушением питания микроэлементами накапливающийся в первые сутки в небелковой форме поглощенный азот в дальнейшем использовался на синтез белка наряду с азотом, поглощаемым из подкормки в период от 24 до 120 ч. Этим можно объяснить и более высокую степень использования аммонийного азота в данный период в опытных вариантах по сравнению с оптимальным.

Выводы

1. В первые часы после проведения корневой подкормки аммиачной селитрой пшеница в песчаной культуре быстрее поглощала аммонийный азот, чем нитратный, в дальнейшем во всех вариантах опыта эта разница сглаживалась, и через 1—2 сут с большей скоростью поглощался нитратный азот. Через 5 сут в растениях при любой обеспеченности микроэлементами обнаружено больше нитратного азота аммиачной селитры.

2. Основная масса (70—90 %) поглощенного растениями аммонийного и нитратного азота подкормки в первые часы находилась в корнях, но уже через сутки в надземной части накапливалось 60—75 % поступившего азота подкормки.

3. Нарушение обеспеченности растений микроэлементами (дефицит и избыток) существенно влияло на скорость поглощения как нитратного, так и аммонийного азота. В первые часы после подкормки в этих вариантах скорость поглощения нитратов пшеницей была значительно ниже, а аммонийного азота — выше, чем в оптимальном варианте, а в дальнейшем заметно ускорялся переход растений на преимущественное поглощение нитратного азота подкормки.

4. Наибольшее влияние на поглощение пшеницей нитратного азота аммиачной селитры оказывали нарушение питания растений молибденом и кобальтом и дефицит марганца, а на поступление аммонийного азота — избыток цинка, кобальта и марганца.

5. Поступивший в растения аммонийный азот быстрее включался в состав белков растений, чем поглощаемый одновременно с ним нитратный.

6. Нарушение обеспеченности пшеницы микроэлементами заметно

влияло на использование на синтез белка поступившего в растения аммонийного и особенно нитратного азота подкормки.

7. Наибольшее влияние на включение в белки растений поглощенного нитратного азота оказывали нарушение питания молибденом, избыток кобальта и цинка, а при усвоении аммонийного азота — нарушение обеспеченности марганцем и недостаток цинка и молибдена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верниченко И. В. Усвоение растениями аммиачного и нитратного азота удобрений при различных условиях их применения (опыты с ^{15}N). — Автореф. канд. дис. М., 1975. — 2. Верниченко И. В. Поглощение и скорость усвоения аммонийного и нитратного азота цветной капустой при корневом и некорневом внесении. — В сб.: *Вопр. агрохимии азота*, ТСХА 1982, с. 73—79. — 3. Верниченко И. В., Верниченко Л. Ю., Муравин Э. А., Плешков Б. П. Использование ячменем аммиачного и нитратного азота удобрений в зависимости от условий их применения. — *Изв. ТСХА*, 1976, вып. 3, с. 88—99. — 4. Верниченко И. В., Верниченко Л. Ю., Муравин Э. А., Плешков Б. П. Ассимиляция растениями поглощенного аммонийного и нитратного азота аммиачной селитры (опыты с ^{15}N). — *Изв. ТСХА*, 1976, вып. 5, с. 64—75. — 5. Веллейдт Л. П. Изучение поступления и ассимиляции азота в растения с использованием стабильного изотопа ^{15}N . — *Агрохимия*, 1977, № 7, с. 136—142. — 6. Евстигнеева З. Г. Ассимиляция аммиака и его регулирующая роль в азотном метаболизме растений. — Автореф. докт. дис. М., 1969. — 7. Кларксон. Транспорт ионов и структура растительной клетки. М.: Мир, 1978. — 8. Кретович В. Л. Обмен азота в растениях. М.: Наука, 1972. — 9. Муравин Э. А., Жигарева Т. Л., Верниченко И. В. Использование цветной капустой азота почвы и удобрения, баланс аммонийного и нитратного азота аммиачной селитры при известковании и внесении молибдена. — *Изв. ТСХА*, 1981, вып. 1, с. 54—66. — 10. Муравин Э. А., Верниченко И. В., Журавлева С. В. Использование цветной капустой азота подкормок в период максимального потребления элементов минерального питания. — *Изв. ТСХА*, 1981, вып. 2, с. 92—101. — 11. Островская Л. К., Гемер Б. А., Яковенко Г. М. Применение стабильного изотопа азота ^{15}N для изучения роли меди в усвоении растениями аммиачного и нитратного азота. — В кн.: *Физиол. растений — агрохимия — почвоведение*. М.: Колос, 1958, с. 169—178. — 12. Прянишников Д. Н. Азот в жизни растений и земледелии СССР. М.: АН СССР, 1945. — 13. Прянишников Д. Н., Иванова В. С. О влиянии внутренних условий на отношение растений к аммиачному и нитратному азоту. — В сб.: *Из результатов вегетационных опытов*. Т. XVI, 1935, с. 1—26. — 14. Ринькис Г. Я. Оптимизация минерального питания растений. Рига: Зинатне, 1972. — 15. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений. Л.: Наука, 1974. — 16. Chapman V., — Diagnostic criteria for plants and soils. Univ. of California, 1966. — 17. Hewit E. I. — Sand and Water Culture Methods used in the study of plant nutrition. Common Wealth agricultural Bureaux., 1966. — 18. Ivancko S. — In: Nitrogen-15 in soil-plant studies. Vienna, 1971, p. 110—133. — 19. Martin P. — Z. fur. Pflanzenernahr. u. Bodenk., 1971, Bd 128, N 2, S. 143—153. — 20. Michael G., Martin P., Swassia I. — In: Nitrogen nutrition of the plant. Leeds, 1970, p. 102—113. — 21. Muhammad S., Kumazawa K. — Soil Sci. a. Plant Nutrition., Jap., 1974, vol. 20, N 2, p. 47—55. — 22. Rotini O. T., Sequer P., Petruzzel G., Nannipieri P. — *Agrochimica*, 1972, vol. 16, N 3, p. 20—30. — 23. Schrader L. E., Domska D., Jung P. E., Peterson L. — *Agr. J.*, 1972, vol. 64, N 5, p. 690—699.

Статья поступила 19 июля 1982 г.

SUMMARY

The influence of deficiency and surplus of Co, Mn, Mo and Zn on absorbtion by wheat and inclusion in protein composition the vegetative mass of labelled ^{15}N of ammonium and nitrate nitrogen from NH_4NO_3 , applied as a soil dressing at the flowering stage was investigated in sandy culture.

Shortly after soil dressing wheat more rapidly absorbed ammonium nitrogen, later this difference became less considerable and plants took to absorb mainly nitrates. The ammonium nitrogen absorbed was more rapidly included into the composition of plant proteins than the nitrate one.

The violation of plant nutrition with trace elements reduced the rates of plants absorbtion and assimilation of both ammonium and nitrate nitrogen NH_4NO_3 .