

УДК 631.842.4:631.416:631.452

ПРЕВРАЩЕНИЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ В ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ (ОПЫТЫ С¹⁵N)

В. В. КИДИН, П. М. СМИРНОВ, С. П. ТОРШИН
(Кафедра агрономической и биологической химии)

Систематическое применение минеральных и органических удобрений в условиях Нечерноземной зоны оказывает существенное влияние на плодородие почвы, ее физико-химические, биологические и агрофизические свойства, а следовательно, и на усвоение сельскохозяйственными культурами удобрений [1—8].

В этой связи особую актуальность приобретают вопросы всестороннего изучения процессов трансформации азота в почвах различного уровня плодородия, созданного в результате их целенаправленного длительного окультуривания и различного сельскохозяйственного использования. Исследования показали, что эффективность азотных удобрений с повышением плодородия дерново-подзолистой почвы в большинстве случаев не снижается [2, 7, 8]. В то же время остаются неизученными баланс азота удобрений, потери и закрепление его в почве в органической форме, а также доступность растениям иммобилизованного азота. Эти вопросы изучались нами в трехлетнем вегетационном опыте, в котором использовалась дерново-подзолистая легкосуглинистая почва длительного опыта ТСХА, заложенного по инициативе Д. Н. Прянишникова в 1912 г. Почва была взята с участков бессменного пара, бессменного ячменя и севооборота в вариантах РК, НРК и НРК+навоз, а также со смежного участка целины (табл. 1). Критерием при выборе почв служило различие их по содержанию гумуса, рН и насыщенности основаниями.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почв

Вариант многолетнего опыта	Гумус по Тюрюну, %	рН _{вод}	рН _{сол}	Nг		V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
				ммоль на 100 г				
Многолетний пар								
РК	1,07	5,70	4,60	2,87	1,43	33,2	30,8	17,5
НРК	1,08	5,26	4,20	3,55	1,02	22,2	31,8	17,8
НРК+навоз	1,12	5,31	4,19	4,22	0,78	15,6	33,4	18,4
Бессменный ячмень								
РК	1,44	6,80	5,93	1,57	5,58	78,0	26,6	15,9
НРК	1,59	6,58	5,74	1,92	5,18	72,9	28,4	10,5
НРК+навоз	1,62	6,65	5,83	1,88	6,11	76,4	33,0	10,6
Севооборот								
РК	1,45	6,54	5,63	1,95	4,86	71,3	28,7	14,2
НРК	1,47	6,21	5,26	3,09	3,41	52,4	29,0	9,6
НРК+навоз	1,65	6,44	5,30	2,09	3,83	64,6	32,4	11,4
Целинная почва								
	2,50	6,03	4,87	4,13	5,35	56,4	18,3	17,5

Опыты проводились в стеклянных сосудах, вмещающих 3 кг сухой почвы. Азотные удобрения вносили в дозе 300 мг азота на сосуд, исходное обогащение меченой ^{15}N аммиачной селитры ($^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$) 14,5 ат.%. В качестве фосфорно-калийных удобрений использовали смесь (1:1) одно- и двухзамещенного фосфата калия из расчета по 120 мг P_2O_5 и K_2O на 1 кг почвы. В каждый сосуд высевали 25 семян ячменя сорта Московский 121, а после появления всходов оставляли 20 растений. Часть сосудов оставалась с парующей почвой. Повторность опыта 3-кратная. Влажность почвы поддерживали на уровне 60% ПВ.

Исследования показали, что урожай ячменя как на фоне фосфорно-калийных удобрений, так и в вариантах НРК сильно варьировал по годам. Независимо от окультуренности и сельскохозяйственного использования почвы по фону РК получены относительно низкие урожаи надземной массы ячменя — 3,8—4,8 г на сосуд. Только на целинной почве они были примерно в 2 раза выше (табл. 2), что связано, по-видимому, с более благоприятными условиями азотного питания растений вследствие интенсивной минерализации органического вещества.

В почвах севооборота, бессменного ячменя и целины при внесении аммиачной селитры урожай ячменя повышались в 2—4 раза. В вариантах многолетнего пара масса растений в этом случае увеличилась лишь на почве участка РК.

Систематическое применение одних азотных удобрений и совместно с навозом на длительно парующей почве привело к повышению актуальной и потенциальной кислотности, уменьшению содержания гумуса и буферности почвы, что вызвало снижение урожайности при внесении физиологически кислой аммиачной селитры (табл. 2). Таким образом, на почвах с низким потенциальным плодородием (почвы пара) азотные удобрения не оказали положительного влияния на урожай растений. Аналогичная зависимость была также отмечена в работах [2, 8].

Таблица 2

Урожай надземной массы ячменя (г/сосуд)*

Вариант многолетнего опыта	Варианты удобрения в вегетационном опыте							
	РК				НРК			
	1978 г.	1979 г.	1980 г.	в среднем	1978 г.	1979 г.	1980 г.	в среднем
	Многолетний пар							
РК	5,37	3,76	2,93	4,02	19,20	12,14	12,81	14,72
НРК	4,99	3,93	3,86	4,26	4,46	4,51	6,00	4,99
НРК+навоз	3,98	4,17	3,38	3,84	7,29	5,12	8,51	6,97
	Севооборот							
РК	2,66	6,94	4,71	4,77	18,78	20,22	16,97	18,66
НРК	4,18	4,63	3,47	4,09	23,14	20,13	18,64	20,64
НРК+навоз	3,77	5,76	4,63	4,72	25,63	19,01	19,96	21,53
	Целинная почва							
НСР ₀₅	8,11	13,67	11,14	10,97	25,49	20,82	19,20	21,84
					1,52	2,26	1,86	

* Урожай и баланс азота аммиачной селитры в почвах севооборота и бессменного ячменя существенно не различались, поэтому данные по бессменному ячменю не приводятся.

В прямой зависимости от урожая находился общий вынос азота ячменем. По фону РК общий вынос азота растениями был низким и в среднем за 3 года составил 35—45 мг на сосуд (табл. 3). Лишь на целинной почве он примерно в 2,5 раза превысил урожай в вариантах бессменного пара и севооборота. Внесение азота приводило к рез-

кому увеличению выноса его растениями, особенно из почвы севооборота и целины, а также из парующей почвы, в которую длительное время вносили фосфорно-калийные удобрения.

Таблица 3

Использование растениями азота почвы и удобрений в среднем за 3 года

Вариант многолетнего опыта	Общий вынос азота, мг/сосуд		Азот почвы в вариантах NPK			Коэффициент использования азота, %	
	PK	NPK	мг/сосуд	% от общего выноса	% от PK	разностный метод	изотопный метод
Бессменный пар							
PK	35	237	69	28	198	67	56
NPK	47	131	41	30	88	23	30
NPK+навоз	39	164	40	24	108	42	41
Севооборот							
PK	48	256	97	40	202	69	53
NPK	45	267	117	44	262	74	50
NPK+навоз	46	234	98	37	231	73	55
Целинная почва							
	111	230	102	34	97	60	63

При внесении аммиачной селитры повышалась скорость минерализации почвенного азота, что способствовало дополнительной мобилизации его растениями. Причем наибольшее количество азота почвы они усваивали в вариантах севооборота и целины (97—117 мг на сосуд), наименьшее — в вариантах многолетнего пара NPK и NPK+навоз.

Сопоставление данных об усвоении азота почвы ячменем в двух изучаемых вариантах вегетационного опыта показало, что из почвы севооборота и пара (по фону PK) при внесении азота вынос почвенного азота увеличился примерно в 2 раза, в то время как в почве целины дополнительной мобилизации и усвоения растениями почвенного азота (в среднем за 3 года) не наблюдалось. Это объясняется высокой в первый год и слабой в последующие два года минерализацией органического вещества в данной почве. Внесение аммиачной селитры в деградированные сильноокислые слабокультуренные почвы, взятые в вариантах NPK и NPK+навоз многолетнего пара, также не способствовало дополнительной мобилизации растениями азота почвы (табл. 3). Вследствие этого в структуре общего выноса азота ячменем большая его часть приходится на азот удобрения, а доля азота почвы в зависимости от ее окультуренности колеблется от 24 до 44 %.

Различная предшествующая удобренность почвы севооборота не оказала существенного влияния на общий вынос азота почвы и удобрений. Коэффициенты использования азота удобрения в данном случае, рассчитанные разностным методом, были на 16—24 % больше коэффициентов, полученных изотопным методом. Несколько меньшая разница между значениями этих коэффициентов (11 %) наблюдалась в варианте PK многолетнего пара. В остальных вариантах многолетнего пара (NPK и NPK+навоз) указанные коэффициенты не различались, что связано, вероятно, со слабой биологической активностью почв. Наиболее высокий коэффициент использования растениями азота селитры (63 %) отмечен для целинной почвы.

Следовательно, и урожай ячменя, и общий вынос азота растениями зависели от плодородия почвы. В более гумусированных почвах целины и севооборота они были намного выше, чем в почве многолетнего пара. Причем общий вынос азота ячменем и урожай на более

Выделение CO_2 из различных по плодородию почв при компостировании их с NH_4NO_3 в анаэробных условиях (мг $\text{C}-\text{CO}_2$ на 50 г)

Почва	Экспозиция, дни				
	0—10	10—20	20—30	30—40	0—40
Многолетнего пара (ПК)	1,46	1,13	0,57	0,88	4,04
Севооборота (ПК)	2,97	1,37	0,71	1,32	6,37
Целины	5,61	4,93	4,63	3,23	18,40

плодородных почвах увеличивались в основном за счет большей мобилизации почвенного азота.

Как известно [3, 6—9], иммобилизация зависит от многих факторов, и прежде всего от гумусированности почвы, биологической ее активности и наличия в ней легкодоступных микроорганизмам органических веществ, в частности растительных и пожнивных остатков.

В нашем опыте наибольшей биологической активностью, о которой мы судили по выделению CO_2 , отличалась почва целины (табл. 4). За 40 дней компостирования из нее выделилось 18,4 мг $\text{C}-\text{CO}_2$, в то время как из почвы севооборота и многолетнего пара — соответственно 6,37 и 4,04 мг $\text{C}-\text{CO}_2$.

За 3 года вегетационного опыта в почве под растениями при ежегодном внесении аммиачной селитры возросло абсолютное содержание иммобилизованного азота удобрения, причем в почвах с более высокой биологической активностью закрепившегося в органической форме азота удобрения было значительно больше (табл. 5). Так, к 3-му году опыта в почвах севооборота и целины содержание иммобилизованного азота составляло 134—163 мг на сосуд, а в почвах многолетнего па-

Таблица 5

Иммобилизация азота аммиачной селитры при ежегодном ее внесении (в числителе — мг N на сосуд, в знаменателе — % от внесенного)

Вариант многолетнего опыта	Содержание иммобилизованного азота удобрений в конце вегетации			Иммобилизовано азота удобрений		
	1978 г.	1979 г.	1980 г.	1979 г.	1980 г.	в среднем за 3 года
Многолетний пар						
ПК	40	80	111	58	53	50
	$\frac{13}{40}$	$\frac{13}{80}$	$\frac{12}{111}$	$\frac{19}{58}$	$\frac{18}{53}$	$\frac{17}{50}$
НРК	34	65	83	42	33	36
	$\frac{11}{34}$	$\frac{11}{65}$	$\frac{9}{83}$	$\frac{14}{42}$	$\frac{11}{33}$	$\frac{12}{36}$
НРК + навоз	50	71	87	41	35	42
	$\frac{17}{50}$	$\frac{11}{71}$	$\frac{10}{87}$	$\frac{14}{41}$	$\frac{12}{35}$	$\frac{14}{42}$
Севооборот						
ПК	74	130	163	68	55	66
	$\frac{25}{74}$	$\frac{22}{130}$	$\frac{18}{163}$	$\frac{23}{68}$	$\frac{18}{55}$	$\frac{22}{66}$
НРК	62	101	134	53	50	55
	$\frac{21}{62}$	$\frac{17}{101}$	$\frac{15}{134}$	$\frac{18}{53}$	$\frac{17}{50}$	$\frac{18}{55}$
НРК + навоз	65	99	141	48	57	57
	$\frac{22}{65}$	$\frac{17}{99}$	$\frac{16}{141}$	$\frac{19}{48}$	$\frac{19}{57}$	$\frac{19}{57}$
Целинная почва						
	66	99	145	49	64	60
	$\frac{22}{66}$	$\frac{17}{99}$	$\frac{16}{145}$	$\frac{16}{49}$	$\frac{21}{64}$	$\frac{20}{60}$

ра — 83—111 мг. Однако относительное содержание закрепившегося азота удобрений в органической форме (% от внесенного) с годами заметно снижалось, особенно в почвах севооборота и целинных, что объясняется интенсивной реминерализацией иммобилизованного азота при высокой биологической активности. Через 3 года в этих почвах относительное содержание иммобилизованного азота удобрения было на 6—7 % меньше, чем в 1-й год.

Снижение относительного содержания иммобилизованного азота удобрений в почве с течением времени и увеличение абсолютного его содержания при систематическом внесении удобрений отмечались и в других работах [2, 7, 8].

Азот удобрения в парующих почвах закреплялся менее интенсивно, чем в почвах под растениями. Так, в парующих (в вегетационном опыте) почвах севооборота, удобряемых РК, NPK и NPK+навоз, было иммобилизовано в 1979 г. соответственно 38, 42 и 50 мг на сосуд, т. е. 13, 14 и 17 % от внесенного, в целине — 56 мг на сосуд, или 19 %. Меньшая иммобилизация азота в почве без растений связана, вероятно, с отсутствием в ней растительных остатков и корневых выделений и, следовательно, снижением их микробиологической активности (табл. 6). Это подтверждается возрастанием иммобилизации азота удобрения в парующих почвах при увеличении содержания в них гумуса и биологической активности (табл. 1, 4, 6).

Проведенные нами ранее исследования [2, 7, 8] показали, что вновь иммобилизованный азот удобрений является более мобильным по сравнению с азотом самой почвы. Он минерализуется в 2—4 раза быстрее, чем азот почвы.

Из табл. 7 следует, что в почвах многолетнего пара, где иммобилизация азота селитры была ниже, реминерализация его протекала не менее интенсивно, чем в почвах других вариантов. Убыль иммобилизованного азота в первый год последствия (1979) в почвах севооборота составляла в среднем 3,8—5,3 %, а в вариантах многолетнего пара — 3,9—6,8 % внесенного.

Сравнение иммобилизации азота удобрения и его минерализации свидетельствует о том, что, например, в почвах многолетнего пара минерализовалась значительно большая часть (34,1—45,4 %) закрепившегося азота, чем в почвах севооборота и целины, в которых убыль иммобилизованного азота в 1-й год последствия составляла 15,6—24,3 % закрепившегося. Такое различие обусловлено неодинаковыми составом органического вещества почв и их способностью к минерализации [4, 5, 8].

Во 2-й год последствия во всех исследуемых почвах иммобилизованный азот удобрения реминерализовался менее интенсивно, чем в 1-й (табл. 7). Минерализация закрепленного азота удобрений во 2-й год последствия варьировала в пределах 0,4—1,9 % внесенного, что связано с более прочным закреплением оставшегося в почве азота аммиачной селитры. По абсолютным значениям реминерализации азота удобрений в сумме за 2 года почвы существенно не различались, хотя в вариантах многолетнего пара минерализовалось за этот период 37,6—52,1 % закрепившегося азота, а в почвах севооборота и целины — 20,9—31,2 %.

Таким образом, в плодородных почвах севооборота и целины под растениями азот аммиачной селитры более интенсивно и прочно закреплялся в составе органического вещества, чем в почвах многолетнего пара и парующих в вегетационном опыте.

Применение стабильного изотопа азота ^{15}N позволило выявить влияние почвенного плодородия на баланс азота удобрений и его потери в газообразной форме.

Следует отметить, что в вегетационных опытах в отличие от полевых вследствие отсутствия вымывания азота удобрений из почвы в форме нитратов количество неучтенного азота соответствует потери его в газообразной форме.

Анализ данных о ежегодном балансе азота $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ в почвах различного сельскохозяйственного использования и разной предшествующей удобренности показывает, что в среднем за 3 года потери меченого ^{15}N азота удобрения из почв под растениями варьировали в

Таблица 6

Минерализация иммобилизованного азота удобрения в последствии
(в числителе — % от внесенного, в знаменателе — % от
иммобилизованного) в почве под растениями

Показатель	Многолетний пар			Севооборот			Целина
	РК	НРК	НРК + навоз	РК	НРК	НРК + навоз	
Закрепилось в почве в 1978 г., % от внесенного	13,4	11,5	16,8	24,6	20,7	21,5	21,9
1-й год последствия (1979):							
осталось в почве	$\frac{7,3}{54,6}$	$\frac{7,5}{65,9}$	$\frac{10,0}{59,4}$	$\frac{20,7}{84,4}$	$\frac{16,0}{77,3}$	$\frac{17,0}{78,8}$	$\frac{16,5}{75,7}$
убыль за год	$\frac{6,1}{45,4}$	$\frac{3,9}{34,1}$	$\frac{6,8}{40,6}$	$\frac{3,8}{15,6}$	$\frac{4,7}{21,2}$	$\frac{4,6}{21,2}$	$\frac{5,3}{24,3}$
2-й год последствия (1980):							
осталось в почве	$\frac{6,9}{51,9}$	$\frac{7,1}{62,4}$	$\frac{8,1}{47,9}$	$\frac{19,4}{79,1}$	$\frac{14,2}{68,8}$	$\frac{16,3}{75,4}$	$\frac{15,1}{69,5}$
убыль за год	$\frac{0,4}{2,7}$	$\frac{0,4}{3,5}$	$\frac{1,9}{11,5}$	$\frac{1,3}{5,3}$	$\frac{1,8}{8,5}$	$\frac{0,7}{3,4}$	$\frac{1,4}{6,2}$
Убыль иммобилизованного азота за 2 года	$\frac{6,5}{48,1}$	$\frac{4,3}{37,6}$	$\frac{8,7}{52,1}$	$\frac{5,1}{20,9}$	$\frac{6,5}{31,2}$	$\frac{5,3}{24,6}$	$\frac{6,7}{30,5}$
Закрепилось в почве в 1979 г., % от внесенного	19,5	14,0	13,8	22,6	17,8	16,1	16,4
1-й год последствия (1980):							
осталось в почве	$\frac{12,3}{63,4}$	$\frac{9,6}{68,8}$	$\frac{9,3}{67,3}$	$\frac{16,6}{73,1}$	$\frac{13,9}{78,0}$	$\frac{11,6}{72,4}$	$\frac{11,9}{72,6}$
убыль за год	$\frac{7,1}{36,6}$	$\frac{4,4}{31,2}$	$\frac{4,5}{32,7}$	$\frac{6,1}{26,9}$	$\frac{3,9}{22,0}$	$\frac{4,4}{27,6}$	$\frac{4,5}{27,4}$

пределах 16—50 % внесенного (табл. 8). В 1980 г. они были на 2—11 % больше, чем в 1978 г., причем ежегодные потери азота удобрений из почв севооборота и целины от 1-го к 3-му году увеличились на 6—11 % внесенного, в вариантах многолетнего пара — всего на 2—8 %.

Потери азота удобрения зависят как от характера сельскохозяйственного использования почвы, так и ее предшествующей удобренности. Потери азота селитры из неокультурных почв многолетнего пара достигали 26—50 %, в вариантах севооборота они колебались в пределах 24—30 % внесенного. Большие газообразные потери азота из почвы многолетнего пара были обусловлены меньшим использованием его ячменем, а также менее интенсивной, чем в других почвах, иммобилизацией (табл. 8). В почвах севооборота, наоборот, растения использовали больше азота удобрений и количество закрепившегося азота в органической форме также было значительно больше, чем в почвах многолетнего пара. В этих условиях газообразные потери азота резко снизились.

Предшествующая удобренность почв также отразилась на газообразных потерях азота. Наибольшее количество азота NH_4NO_3 терялось из почв, длительно удобряемых НРК, — 30—50 %, в вариантах НРК + навоз потери составили 2,5—39 %, а при длительном применении только фосфорно-калийных удобрений — 24—26 % (табл. 8). Наименьшее количество азота удобрений терялось из целинной почвы, занятой ячменем, — 16 % внесенного в среднем за 3 года. Это связано главным

образом с более высоким (63 %) коэффициентом использования азота удобрений растениями.

В парующих почвах (без ячменя) оставалось значительное количество азота удобрений в минеральной форме (табл. 8).

Анализ данных о ежегодном балансе азота $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ в парующих почвах показывает, что в почве севооборота в варианте РК в мине-

Таблица 7

Баланс азота $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ (% от внесенного) в системе почва — растение в год внесения

Год	Многолетний пар			Севооборот			Целина
	РК	НРК	НРК + навоз	РК	НРК	НРК + навоз	
Использовано растениями							
1978	63	28	44	56	55	58	64
1979	49	28	36	49	42	57	63
1980	55	34	43	53	53	51	60
В среднем	56	30	41	53	50	50	63
Закрепилось в почве в органической форме							
1978	13	12	17	25	21	22	22
1979	20	14	14	23	18	16	16
1980	18	11	12	18	17	19	21
В среднем	17	12	14	22	19	19	20
Осталось в почве в минеральной форме							
1978	1	12	7	2	1	1	2
1979	2	5	5	2	1	1	2
1980	1	5	5	1	1	1	1
В среднем	1	7	6	2	1	1	2
Потери							
1978	23	48	32	17	23	19	11
1979	29	53	45	23	39	26	19
1980	26	50	40	28	29	29	18
В среднем	26	50	39	24	30	25	16

ральной и органической формах в среднем за 2 года осталось 72 % азота удобрений, а потери составили 28 %. При многолетнем применении полного минерального удобрения потери в пару (в вегетационном

Таблица 8

Баланс азота $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ (% от внесенного) в парующих почвах в год внесения

Показатель	Севооборот						Целина	
	РК		НРК		НРК + навоз		1978 г.	1979 г.
	1978 г.	1979 г.	1978 г.	1979 г.	1978 г.	1979 г.		
Осталось в минеральной форме	60	56	40	33	35	24	31	26
Осталось в органической форме	15	13	15	14	18	17	21	19
Потери	25	31	45	53	47	59	48	55

опыте) увеличились до 49 % и в почве оставалось в среднем 52 % азота удобрений, а в варианте НРК + навоз соответственно 48 и 53 %.

Потери азота удобрений из парующей целинной почвы также были большие. Более половины азота, внесенного с удобрением, терялось из этой почвы в газообразной форме.

Следовательно, потери азота удобрений из парующей почвы воз-

растают с увеличением ее биологической активности. Аналогичные данные имеются в работах [1, 6], в которых отмечается повышение биологической активности и численности денитрифицирующих микроорганизмов при окультуривании почв.

О роли растений в снижении газообразных потерь и в процессах трансформации азота удобрений можно судить, сопоставив балансы меченого азота в почвах под растениями и в пару (табл. 7 и 8). Как в старопашотной почве севооборота, так и на целине потери азота удобрений в пару были соответственно в 1,5—2 и 3,5 раза выше, чем под растениями. Этот факт известен достаточно хорошо [2, 3, 8]. Следует также отметить, что с увеличением биологической активности почв потери азота удобрений в пару возрастали, а под растениями, наоборот, снижались.

Заключение

Урожай ячменя и использование азота аммиачной селитры в вегетационных опытах зависели от степени окультуренности почв. В хорошо гумусированных почвах севооборота длительного опыта и целины коэффициенты использования азота удобрения в среднем за 3 года составили 50—63 %, в кислых деградированных почвах бессменного пара — 30—56 %.

Газообразные потери азота аммиачной селитры уменьшались, а иммобилизация его увеличивалась с повышением почвенного плодородия. Потери азота удобрения в почвах многолетнего пара в среднем за 3 года равнялись 26—50 %, в почвах севооборота — 24—30, целины — 16 %.

Коэффициент использования азота удобрений в газообразной форме с учетом их последствие возрастал, а относительное содержание иммобилизованного азота в почвах снижалось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Научные основы интенсивного земледелия в Нечерноземной зоне. — М.: Колос, 1976. — 2. Кидин В. В., Иванникова Л. А. Влияние окультуренности и предшествующей удобрённости почв на урожай ячменя и вынос им азота. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 5, с. 190—195. — 3. Кореньков Д. А. Агрохимия азотных удобрений. — М.: Наука, 1976. — 4. Лыков А. М., Черников В. А., Вьюгин С. М. Характеристика гуминовых кислот интенсивно используемой дерново-подзолистой почвы. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 2, с. 100—105. — 5. Лыков А. М., Основные итоги исследований по проблеме органического вещества почвы. — Изв. ТСХА, 1976, вып. 2, с. 8—20. — 6. Мишустин Е. Н., Теппер Е. З. Влияние длительного севооборота, моно-

культур и удобрений на состав почвенной микрофлоры. — Изв. ТСХА, 1963, вып. 6, с. 85—92. — 7. Смирнов П. М., Кидин В. В., Иванникова Л. А. Превращение азота удобрений и использование его растениями на почвах разной степени окультуренности. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 3, с. 84—89. — 8. Смирнов П. М., Кидин В. В., Иванникова Л. А. Влияние окультуренности почв на баланс меченого ^{15}N азота удобрений в длительном опыте. — Агрохимия, 1980, № 8, с. 3—12. 9. Шевцова Л. К. Влияние длительного применения удобрений на накопление и подвижность соединений азота в дерново-подзолистых почвах. — Агрохимия, 1967, № 3, с. 28—34.

Статья поступила 1 декабря 1982 г.

SUMMARY

Three-year vegetative experiment on soddy podzolic soils of different degree of cultivation showed that on soils of crop rotation and of barley monoculture as well as on virgin soils coefficients of fertilizer nitrogen utilization by plants for three years averaged 50—60 per cent; on acid degraded soils of continuous fallow these were 30—56 per cent.

Fertilizer nitrogen losses in perennial fallow soils varied from 26 to 50 per cent, under crop rotation and barley monoculture they varied from 24 to 30 per cent, in virgin soils they were 16 per cent.

Coefficients of fertilizer nitrogen utilization taking into account their after-action increased, and relative content of immobilized nitrogen in the soils, gradually lowered.