

УДК 633.14+633.13+633.2]:631.84

УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ ВНЕСЕНИЯ СУЛЬФАТА АММОНИЯ И ИНГИБИТОРОВ НИТРИФИКАЦИИ

В. В. КИДИН, А. Н. ИКОННИКОВ

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Известно, что газообразные потери азота минеральных удобрений из почв, занятых растениями, составляют 10—20 % [1, 2, 4]. Потери азота удобрений из почвы обусловлены в основном биологической денитрификацией, тесно связанной с нитрификацией. С помощью веществ, тормозящих нитрификацию аммонийного азота, можно ослабить деятельность денитрифицирующих микроорганизмов и тем самым уменьшить потери азота. В настоящее время используется ряд ингибиторов нитрификации, которые в течение 1—2 мес тормозят нитрификацию аммонийного азота, при этом снижается количество нитратов, а следовательно, уменьшается интенсивность процесса денитрификации.

Исследования показали, что ингибиторы нитрификации повышают эффективность азотных удобрений [1—4], снижают потери внесенного азота [2, 3], усиливают биологическое закрепление его почвой [4]. При использовании ингибиторов отпадает необходимость дробного внесения азотных удобрений, которое может быть заменено однократным. Становится возможным осеннее внесение азотных удобрений вместо весеннего, что позволит частично снять напряженность полевых работ весной.

Нами изучалось использование растениями азота удобрений, вносимых совместно с ингибиторами нитрификации в разные сроки. Исследования проводили с озимой рожью, многолетними травами и овсом в 1982—1984 гг. на опытном поле Вологодского молочного института. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, ее агрохимическая характеристика приведена в табл. 1. В качестве ингибиторов нитрификации применяли 2-хлор-6(трихлорметил)-пиридин (N-serve) и АТС-60 в

Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы

Год проведения опыта	Культура	рН _{сол}	Н _г , мэкв/100 г	Гумус по Тюрину, %	N _{общ}	P ₂ O ₅ * K ₂ O*	
						мг/100 г	
1982—1983	Оз. рожь	6,2	2,3	2,1	117	18,0	12,4
1983	Овес	5,9	1,6	2,3	139	20,0	13,1
1983—1984	Оз. рожь	6,0	2,8	2,4	148	15,4	16,5
1984	Овес	5,9	1,4	1,92	108	21,0	14,5
1982—1984	Многолетние травы	5,2	2,8	2,2	131	6,0	9,2

* По Кирсанову.

количестве 1—2 кг на 1 га. Повторность полевого опыта 4-кратная, микрополевого — 3-кратная. Учетная площадь делянки 50 м². В микрополевым опыте использовали полиэтиленовые сосуды без дна, площадь их 0,1 м², высота — 25 см.

В полевом и микрополевым опытах дозы минеральных удобрений были одинаковыми. В середине сентября вносили P_с и K_х в дозе 60P60K (фон). Азотное удобрение (N_а в дозе 70 кг/га) перед внесением в почву в вариантах с ингибитором непосредственно обрабатывали последним. В полевом опыте делянки опрыскивали водной эмульсией АТС-60.

Таблица 2

Урожайность овса (ц/га) в зависимости от срока внесения N_а, N-serve и АТС-60 (полевой опыт)

Вариант опыта	1983 г.	1984 г.	Вариант опыта	1983 г.	1984 г.
II и III декады сентября			Перед посевом		
РК (фон)	15,4	17,1	Фон + N _а	24,5	26,1
Фон + N _а	20,8	22,0	» + N _а + АТС	26,8	28,5
» + N _а + АТС	21,5	23,1	» + N _а + N-serve	26,2	28,9
» + N _а + N-serve	22,2	23,7	НСР ₀₅	3,79	3,82
II и III декады октября					
Фон + N _а	21,9	24,0			
» + N _а + АТС	23,1	24,9			
» + N _а + N-serve	22,8	25,3			

Примечание. Доза ингибиторов нитрификации 1 кг/га.

Таблица 3

Урожай зерна озимой ржи и сена многолетних трав (ц/га) в зависимости от срока внесения N_а и АТС-60 (полевой опыт; в числителе — 1 кг, в знаменателе — 2 кг АТС на 1 га)

Вариант опыта	Многолетние травы		Оз. рожь		Вариант опыта	Многолетние травы		Оз. рожь	
	1983 г.	1984 г.	1983 г.	1984 г.		1983 г.	1984 г.	1983 г.	1984 г.
I и III декады октября					II и III декады апреля				
РК (фон)	16,6	16,5	17,4	19,6	Фон + N _а	33,0	29,8	29,6	31,9
Фон + N _а	23,0	22,0	24,0	26,1	» + N _а + АТС	38,8	32,3	31,0	34,3
» + N _а + АТС	26,7	23,8	25,5	24,7		39,0	34,0	31,3	34,2
	27,1	24,3	25,9	27,1	I и II декады мая				
Фон + N _а	29,5	25,7	27,4	28,0	Фон + N _а	29,4	30,2	31,0	32,6
» + N _а + АТС	33,7	28,2	30,2	29,7	» + N _а + АТС	30,4	32,9	31,6	33,4
	34,0	29,7	30,5	30,0	НСР ₀₅	31,2	32,4	31,4	33,5
						5,51	3,69	3,38	4,35

Схемы полевых опытов представлены в табл. 2 и 3, микрополевых — в табл. 4—6. В разные сроки внесения N_a его эффективность была различной. При осеннем внесении N_a без ингибитора нитрификации по сравнению с фоном урожайность всех культур возросла (табл. 2 и 3).

При внесении N_a под овес в октябре его урожайность была на 1,6 ц/га выше (в среднем за 2 года), чем при внесении в сентябре. Это подтверждает тот факт, что при пониженных температурах нитрификация азота почвы и удобрений минимальная [5]. Ингибиторы нитрификации в полевом опыте обусловили повышение урожайности овса при их внесении как в сентябре, так и в октябре. Урожайность овса при совместном внесении N_a и ингибиторов нитрификации в октябре была несколько ниже, чем при ранневесеннем применении N_a без ингибитора. Существенной разницы в урожае между вариантами с разными ингибиторами не наблюдалось.

В полевом опыте с многолетними травами и озимой рожью ингибитор, применяемый в октябре совместно с N_a , положительно сказался на урожайности культур, однако в 1984 г. при внесении АТС-60 в дозе

Таблица 4

Вынос азота озимой рожью (микрополевой опыт)

Вариант опыта	Урожай, г/сосуд	Содержание азота, %	Содержание сырого белка ($N \times 6,25$), %	Вынос азота, г/сосуд (зерно + солома)	Коэффициент использования азота (разностный метод), %
1983 г.					
РК (фон)	14,6	1,10	6,9	0,26	—
II и III декады сентября					
1-й — фон + N_a	21,6	1,14	7,1	0,38	16,7
2-й — то же + АТС	24,4	1,38	8,6	0,45	26,6
II и III декады октября					
3-й — фон + N_a	28,6	1,25	7,8	0,50	33,3
4-й — то же + АТС	31,7	1,36	8,5	0,59	47,0
II и III декады апреля					
5-й — фон + N_a	31,3	1,62	10,1	0,68	60,3
6-й — то же + АТС	34,6	1,60	10,0	0,73	67,1
I и II декады мая					
7-й — фон + N_a	31,8	1,38	8,6	0,62	51,4
8-й — то же + АТС	35,4	1,74	10,9	0,82	80,3
НСР ₀₅	6,02				
1984 г.					
РК (фон)	17,8	1,23	7,7	0,38	—
II и III декады сентября					
1-й — фон + N_a	25,4	1,23	7,7	0,50	17,9
2-й — то же + АТС	28,9	1,23	7,7	0,53	22,3
II и III декады октября					
3-й — фон + N_a	28,4	1,50	9,4	0,63	35,6
4-й — то же + АТС	32,3	1,48	9,3	0,69	44,1
I и II декады апреля					
5-й — фон + N_a	38,9	1,45	9,0	0,82	63,6
6-й — то же + АТС	42,4	1,46	9,1	0,90	75,1
II и III декады апреля					
7-й — фон + N_a	41,1	1,53	9,6	0,89	73,1
8-й — то же + АТС	47,9	1,50	9,4	0,95	82,4
9-й — фон + N_a	39,2	1,70	10,6	0,92	77,1
10-й — то же + АТС	43,1	1,73	11,3	0,96	88,4
НСР ₀₅	5,02				

1 кг/га урожайность была ниже, чем в варианте без ингибитора (табл. 3). Внесение N_a весной оказалось значительно эффективнее, чем осенью.

Анализируя результаты весенней подкормки многолетних трав, можно заключить, что наибольший урожай в 1983 г. получен при внесении N_a в подсыхающую почву (III декада апреля), а в 1984 г. — через 10 дней после ее подсыхания (I декада и начало II декады мая). В это время среднесуточные температуры повысились от 5 до 10°, что совпало с началом активной вегетации растений. Запоздывание с проведением подкормки и слишком раннее внесение азота приводят к снижению урожая сена многолетних трав. У озимой ржи активный период потребления азота несколько продолжительнее, чем у многолетних трав. Отсюда следует, что прибавка урожая зерна озимой ржи — это результат двух поздних подкормок N_a (II и III декады апреля, I—II декады мая).

Таблица 5

Вынос азота многолетними травами (микрополевой опыт)

Вариант опыта	Урожай, г/сосуд			Содержание азота, %		Содержание сырого белка (N×6,25), %		Вынос азота за 2 укоса, г/сосуд	Кoeffициент использования азота (разностный метод), %
	1-й укос	2-й укос	сумма за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос		
1983 г.									
РК (фон)	23,0	6,1	29,1	0,87	1,81	5,4	11,3	0,31	—
II и III декады октября									
1	49,0	8,9	57,9	0,93	2,18	5,8	13,6	0,65	48,0
2	51,6	8,5	60,1	1,09	1,95	6,8	12,2	0,73	59,6
I и II декады апреля									
3	55,7	9,7	65,4	0,86	2,02	5,4	12,6	0,67	51,7
4	59,3	10,8	70,1	0,88	1,87	5,5	11,7	0,72	58,6
II и III декады апреля									
5	54,3	11,3	65,6	1,10	2,38	6,9	14,9	0,87	79,1
6	66,8	11,9	78,7	0,96	2,13	6,0	13,3	0,89	83,0
I и II декады мая									
7	52,9	11,2	64,1	1,14	1,97	7,1	12,3	0,83	73,3
8	57,3	12,3	69,6	1,11	2,18	6,9	13,6	0,90	84,4
НСР ₀₅	7,82	3,47							
1984 г.									
РК (фон)	21,1	5,4	26,5	0,81	1,68	5,1	10,5	0,32	—
II и III декады сентября									
1	38,4	8,6	47,0	1,11	2,0	6,9	12,5	0,60	39,7
2	41,3	11,1	52,4	1,28	2,1	8,0	13,1	0,76	63,4
II и III декады октября									
3	40,5	10,9	51,4	1,35	2,06	8,4	12,9	0,77	64,4
4	42,3	11,1	53,4	1,45	1,91	9,1	11,9	0,83	73,0
I и II декады апреля									
5	43,9	10,1	54,0	1,32	2,08	8,3	13,0	0,79	67,1
6	46,8	11,3	58,1	1,43	2,15	8,9	13,4	0,91	84,6
II и III декады апреля									
7	46,0	10,9	56,9	1,48	1,77	9,3	11,1	0,88	79,4
8	49,1	10,2	59,3	1,42	2,01	8,9	12,6	0,90	83,0
I и II декады мая									
9	46,7	12,5	59,2	1,19	1,90	7,4	11,9	0,79	67,1
10	48,7	11,4	60,1	1,31	1,71	8,2	10,7	0,83	73,0
НСР ₀₅	5,45	3,40							

Вынос азота овсом
(микрополевой опыт; в числителе — 1983 г., в знаменателе — 1984 г.)

Вариант опыта	Урожай, г/сосуд	Содержание азота в зерне, %	Содержание сырого белка (N×6,25), %	Вынос азота (зер- но+ солома), г/сосуд	Коэффициент использова- ния азота (разностный метод), %
РК (фон)	15,8 <u>18,9</u>	1,40 <u>1,31</u>	8,8 <u>8,2</u>	0,51 <u>0,47</u>	—
II—III декады сентября					
Фон+N _a	19,3 <u>22,7</u>	1,46 <u>1,47</u>	9,1 <u>9,2</u>	0,62 <u>0,71</u>	15,4 <u>33,7</u>
То же+N-serve	21,5 <u>26,6</u>	1,52 <u>1,52</u>	9,5 <u>9,5</u>	0,63 <u>0,78</u>	17,0 <u>44,0</u>
II—III декады октября					
Фон+N _a	22,0 <u>25,7</u>	1,80 <u>1,69</u>	11,3 <u>10,6</u>	0,79 <u>0,82</u>	40,3 <u>50,3</u>
То же+N-serve	25,7 <u>29,3</u>	1,81 <u>1,53</u>	11,3 <u>9,6</u>	0,86 <u>0,86</u>	49,4 <u>55,0</u>
Перед посевом					
Фон+N _a	30,6 <u>34,6</u>	1,93 <u>1,57</u>	12,1 <u>9,8</u>	0,91 <u>0,97</u>	57,1 <u>71,3</u>
То же+N-serve	36,2 <u>38,4</u>	1,72 <u>1,46</u>	10,8 <u>9,1</u>	1,11 <u>1,00</u>	85,4 <u>76,0</u>
НСР ₀₅	4,32 <u>6,03</u>				

Ингибиторы нитрификации повысили эффективность азотного удобрения при всех сроках их внесения весной применительно ко всем культурам. Наибольший урожай получен в вариантах с внесением ингибиторов перед посевом овса (в среднем 27,6 ц/га). Ингибиторы существенно не различались по своему действию на урожай и при весеннем их применении.

При совместном использовании АТС-60 и N_a в ранневесенний срок урожай сена многолетних трав в 1983 г. был не ниже такового в вариантах с N_a без ингибитора, а в результате поздних подкормок весной (II—III декады апреля) — выше.

В 1984 г. отчетливо проявилось действие АТС-60 в дозе 2 кг/га во 2-й и 3-й сроки его внесения весной (II и III декады апреля, I декада — начало II декады мая).

В опыте с озимой рожью в оба года применение АТС-60 обусловило повышение эффективности N_a в первые два срока весенней подкормки (табл. 3). Действие АТС-60 в дозе 1 и 2 кг/га на озимую рожь было равноценным (кроме октября 1984 г.). При третьем весеннем сроке (I и II декады мая) влияние АТС-60 на обе культуры было не таким сильным, как и в предыдущие сроки его внесения (табл. 3).

В микрополевых опытах действие азотного удобрения и ингибиторов нитрификации при разных сроках их внесения (табл. 4—6) на урожайность культур в основном было таким же, как и в полевых опытах.

Вынос азота растениями при внесении N_a без ингибитора осенью на 15—16% превышал таковой в контроле. Коэффициент использования азота удобрения (рассчитанный разностным методом) многолетними травами, овсом и озимой рожью при внесении N_a в октябре был выше, чем при сентябрьском сроке, а в 1984 г. при обоих сроках внесения — выше, чем в 1983 г. (табл. 4—6). Это объясняется разной продолжительностью безморозного осеннего и весеннего периодов. Ингиби-

торы нитрификации, применяемые в сентябре и октябре, повышали вынос азота и коэффициент его использования в среднем на 10—15%. Так, в микрополевом опыте с многолетними травами коэффициент использования азота удобрения при внесении АТС-60 в октябре в среднем за 2 года был на 6,9% выше, чем при ранневесеннем сроке внесения N_a без ингибитора.

Вынос азота растениями при весеннем внесении N_a значительно превышал таковой при осеннем внесении. В микрополевом опыте с озимой рожью вынос азота и относительное содержание его в зерне возрастало от первой ранневесенней подкормки N_a к последней. В 1983 г. при поздней подкормке растений N_a без ингибитора по сравнению со вторым весенним сроком внесения N_a вынос азота несколько снизился.

Вынос азота многолетними травами возрастал от первой весенней подкормки ко второй, а при третьей — несколько снижался.

В результате совместного внесения ингибиторов нитрификации и N_a во все весенние сроки коэффициенты использования азота растениями в опытах со всеми культурами возросли на 3,4—28,9%. Наибольший вынос азота овсом в 1983 и 1984 гг. наблюдался при совместном внесении N_a и ингибиторов нитрификации перед посевом (I и II декады мая) — 0,82—0,96, многолетними травами — при позднем и ранневесеннем (I и II декады апреля) сроках — 0,90—0,91 г/сосуд.

Ингибиторы нитрификации не оказывали существенного влияния на относительное содержание азота в растениях.

Заключение

В результате применения в качестве азотного удобрения N_a независимо от срока его внесения урожайность всех опытных культур возросла по сравнению с контролем. Действие N_a на урожайность сельскохозяйственных культур при весеннем сроке внесения было более эффективным, чем при внесении осенью. Оптимальным сроком весенней подкормки озимой ржи и многолетних трав N_a был период со средне-суточными температурами воздуха от 5 до 10°, что в обычные годы приходится на II—III декаду апреля или I декаду мая. Совместное применение N_a и N-serve или АТС-60 оказало положительное влияние на урожайность опытных культур. Коэффициенты использования азота удобрения, рассчитанные разностным методом, варьировали в зависимости от срока внесения N_a и культуры от 15,4 до 88,4% и повышались под действием ингибиторов в среднем на 10—20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов П. М. Вопросы агрохимии азота. — М.: ТСХА, 1977. — 2. Муравин Э. А., Нейгебауэр Э. Ф., Мочкова Т. В., Косоротов В. И. Влияние ингибиторов нитрификации на превращение и эффективность жидких азотных удобрений и мочевины. — Докл. ТСХА, 1980, вып. 263, с. 23—29. — 3. Муравин Э. А., Мочкова Т. В., Нейгебауэр Э. Ф., Емельянов В. И. Превращение в почве и эффективность жидких аммиачных удобрений при использовании ингибиторов нитрификации (препаратов на основе нитрапирина и АТС). — В сб.: Вопросы агрохимии азота. М.: ТСХА, 1982, с. 26—33. — 4. Мочкова Т. В. Урожайность пшеницы, ячменя, вико-овсяной смеси и потребление ими азота при совместном применении жидкого аммиака и ингибиторов нитрификации. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 4, с. 69—75. — 5. Гантимурова Н. И. Денитрификация в почвах Западной Сибири. — Новосибирск: Наука (Сибирское отд.), 1984. *Статья поступила 15 ноября 1985 г.*

SUMMARY

Research has been carried out on soddy-podzolic medium loam soils of the Vologda region. Combined application of ammonia sulphate and nitrification inhibitors — nitro-pyrine and АТС has been found to increase yielding capacity of winter rye, oats and perennial grasses and total uptake of fertilizers by plants. Depending on the date of fertilization utilization coefficients of ammonia sulphate nitrogen calculated by differential method have equaled 15,4—88,4%. Inhibitors have contributed to 10—20% higher utilization of nitrogen from fertilizers.