

воречия. Одни авторы указывают на отсутствие различий по качественным показателям растениеводческой продукции при удобрении жидким аммиаком и с аммиачной селитрой [1, 2]. Другие отмечают, что жидкий аммиак способствует повышению содержания сырого белка и аминокислот в траве пастбища, сырого белка в зерне озимой пшеницы, кукурузы, гороха, сахара в корнеплодах сахарной свеклы [3, 4].

Мы изучали влияние систематического применения жидкого аммиака и аммиачной селитры на плодородие черноземной почвы и формирование урожая сельскохозяйственных культур в 1984—1987 гг. в полевом опыте, заложенном на плато в Корочанском районе Белгородской области. Почва — чернозем выщелоченный среднемогучий среднегумусный тяжелосуглинистый, образованный на лессовидных суглинках. Звено севооборота: сахарная свекла фабричная—ячмень—кукуруза на силос—горох. Агротехника выращивания культур соответствовала зональной с использованием районированных сортов и гибридов интенсивного типа.

Проводили три варианта опыта: 1. $N_{aa}P_{dc}K_x$; 2. $N_{a,j}P_{dc}K_x$; 3. $N_{a,j}P_{dc}K_x$ + известкование. Минеральные удобрения вносили в дозах из расчета на запланированный урожай (под сахарную свеклу $N_{180}P_{180}K_{180}$, под ячмень не вносили, под кукурузу $N_{120}P_{120}K_{120}$, под горох $P_{60}K_{60}$). Известковые материалы — дефекат Чернянского сахарного завода, а также дробленый мел фракции 0—20 мм из отвалов Стойленского месторождения КМА — вносили под первую культуру севооборота в полной дозе из расчета по гидролитической кислотности (8,8 т/га $CaCO_3$).

Почвенные исследования, проведенные в течение четырех лет на одном поле, показали, что жидкий аммиак и аммиачная селитра оказывают различное влияние на почвообразовательный процесс и формирование плодородия чернозема выщелоченного.

Во время вегетации сельскохозяйственных культур в пахотном горизонте изучаемой почвы в варианте с жидким аммиаком часто наблюдали преимущество в размножении одних групп микроорганизмов и отставание других. В более благоприятных для размножения микроорганизмов сроки вегетационного периода численность маслянокислых клостридий превышала в 10 раз, денитрификаторов в 5 раз, олигонитрофильных бактерий почти в 4 раза, актиномицетов почти в 3 раза, целлюлозоразрушителей в 2 раза, автотрофных нитрификаторов в 1,5 раза. Число бактерий, учитываемых на мясо-пептонном и крахмало-аммиачном агаре, снижалось почти в 2,5 раза, всех бактериальных клеток почти в 1,5 раза. Количество же азотобактера и микромицетов практически не изменялось.

Известно, что почвенные микроорганизмы способны долго переносить неблагоприятные условия и очень быстро осваивать питательную среду при наступлении благоприятных условий, при этом интенсивно развиваются группы микроорганизмов, которые наиболее приспособлены к окружающей среде в данный промежуток времени [5].

Очевидно, систематическое применение жидкого аммиака и аммиачной селитры способствует формированию неравнозначных условий

УДК 631.84:631.45:631.175

ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКОГО АММИАКА

В. П. ЦЮПКА

Центрально-Черноземный филиал Всесоюзного научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения

В литературе практически отсутствуют работы, позволяющие охарактеризовать последствия систематического применения жидкого аммиака по сравнению с другими видами азотных удобрений в отношении почвенного плодородия, в частности черноземов среднерусской фации Лесостепи. Кроме того, при рассмотрении качественных показателей растениеводческой продукции есть проти-

среды обитания для почвенной микрофлоры. На наш взгляд, основными факторами, избирательно влияющими на размножение почвенных микроорганизмов в вариантах с разными азотными удобрениями, являются, во-первых, содержание различных форм минерального азота в почве и соотношение между ними, а во-вторых, качество органического вещества.

Известно, что содержание и соотношение форм минерального азота [6], а также качество органического вещества [7] оказывают сильное влияние на формирование структуры комплекса почвенных микроорганизмов.

В нашем опыте во время вегетации сельскохозяйственных культур в пахотном горизонте почвы в варианте с жидким аммиаком содержание аммиачного азота повышалось в 1,4 раза, а нитратного азота иногда до 4,3 раз по сравнению с применением аммиачной селитры. Кроме того, получены данные, доказывающие изменения качества органического вещества пахотного горизонта почвы под воздействием жидкого аммиака. При этом в зонах его удержания гумус насыщается аммиачным азотом и почти в 3 раза возрастает содержание щелочногидролизуемого органического азота.

Таким образом, под влиянием жидкого аммиака по сравнению с аммиачной селитрой в пахотном горизонте почвы более интенсивно размножаются микроорганизмы, участвующие в трансформации аммиачного азота (нитрификаторы, денитрификаторы), а также микроорганизмы, участвующие на более поздних этапах разложения органического вещества (актиномицеты, спорообразующие бактерии, целлюлозоразрушители, олиготрофы). Эти изменения доказываются еще и повышением коэффициентов минерализации и олиготрофности и снижением показателя микробиологической трансформации свежего органического вещества (табл. 1).

В первый год после внесения жидкого аммиака по сравнению с аммиачной селитрой наблюдали тенденции к снижению потенциальной аммонификационной способности и к повышению потенциальной нитрификационной способности пахотного горизонта изучаемой почвы: в 100 г почвы за 7 сут накопление аммиачного азота снижалось в 2 раза, а нитратного азота за 21 сут повыша-

лось в 2 раза. На второй год изменения сглаживались.

Кроме того, в варианте с жидким аммиаком практически во все сроки наблюдений отмечалась тенденция к интенсификации разложения клетчатки, при этом степень разложения льняного полотна повышалась в 1,3 раза.

Таким образом, систематическое использование жидкого аммиака по сравнению с аммиачной селитрой способствует торможению процессов, связанных с образованием аммиачного азота в пахотном горизонте чернозема выщелоченного, и интенсификации процессов трансформации аммиачного азота и органического вещества.

Изменение в структуре и функционировании комплекса почвенных микроорганизмов, ведущие к особенностям почвообразовательного процесса в вариантах с жидким аммиаком и аммиачной селитрой, сказались на агрохимических показателях пахотного горизонта чернозема выщелоченного.

На четвертый год применения жидкого аммиака в почве пахотного горизонта гидролитическая кислотность повысилась, что снизило степень насыщенности основаниями (табл. 2). При этом наметилась тенденция к повышению содержания щелочногидролизуемого азота и щелочнорастворимого гумуса, что является результатом углубления трансформации органического вещества почвы.

Общее содержание гумуса в пахотном горизонте чернозема выщелоченного за четыре года использования жидкого аммиака и аммиачной селитры не изменилось, что свидетельствует об отсутствии повышенной деградации гумуса при систематическом применении жидкого аммиака.

Как показали результаты четырехлетних исследований, жидкий аммиак по агрономической эффективности в целом не уступает аммиачной селитре, однако в отдельные годы по некоторым культурам может случаться недобор растениеводческой продукции. Например, в 1984 г. в варианте с внесением жидкого аммиака по сравнению с аммиачной селитрой недобрали около 48 ц/га корнеплодов сахарной свеклы, в 1986 г. — около 5,7 ц/га зерна ячменя.

Вместе с тем в варианте с жидким аммиаком вынос азота растениями повышался и нитратов в растениеводческой продукции накаплива-

Таблица 1. Влияние систематического применения жидкого аммиака и аммиачной селитры на почву

Показатель	Вариант	1984 г.			1985 г.		1986 г.		1987 г.	
		апрель	июнь	сентябрь	май	июнь	июнь	июль	июнь	июль
Коэффициент минерализации	1	0,41	1,06	0,08	1,33	0,77	0,49	0,44	0,83	0,83
	2	0,18	0,69	0,12	1,45	0,84	1,00	0,68	0,96	0,82
	3	0,24	1,03	0,11	1,83	1,68	0,65	0,63	1,48	0,92
Коэффициент олиготрофности	1	0,50	0,56	8,00	0,04	0,22	1,11	0,20	1,24	1,13
	2	2,33	2,40	9,67	0,03	0,17	1,82	0,60	2,12	2,26
	3	1,11	1,00	6,00	0,04	0,19	1,53	0,48	1,41	1,39
Микробиологическая трансформация свежего органического вещества	1	11,7	10,5	36,4	3,7	12,2	11,9	18,7	8,8	10,6
	2	22,7	8,8	23,3	3,4	9,4	3,4	10,9	5,3	7,3
	3	19,8	6,3	27,0	4,6	6,4	6,4	10,4	3,9	8,1

Примечание. Коэффициент минерализации определяли как отношение численности бактерий КАА к численности бактерий МПА, коэффициент олиготрофности определяли как отношение численности бактерий-олигонитрофилов к численности бактерий КАА, микробиологическую трансформацию свежего органического вещества определяли как произведение суммы численности бактерий, выделенных на МПА и КАА, на отношение численности бактерий МПА к численности бактерий КАА.

лось больше. Так, в зерне ячменя их содержание возросло в 1,3 раза, соломе ячменя — в 3,3 раза, зеленой массе кукурузы — в 1,4 раза, ботве сахарной свеклы — в 1,2 раза. При этом содержание сахара в сахарной свекле снижалось на 2...4 %, крахмала в зерне ячменя на 4, жира в зеленой массе кукурузы на 4...21 %.

Таким образом, у растений повышается накопление азотсодержащих веществ, в том числе нитратов, и снижается накопление запасных безазотистых органических веществ.

Известно, что ферменты азотного обмена в растении индуцибельны и легко поддаются регуляции, что способствует конкурентному ингибированию ассимиляции различных источников азота при одновременном поступлении их из почвы [8—10]. По сравнению с нитратами ассимиляция аммиачного азота энергетически более выгодный процесс для растения. Но аммиачный азот токсичен для растения уже в низких концентрациях в отличие от нитратного, у которого токсическое действие проявляется при довольно высоких концентрациях.

Поэтому при достижении в почве достаточной концентрации аммиачного азота растение будет ассимилировать преимущественно только его, затрачивая при этом безазотистые органические соединения. В это же время нитратный азот будет просто накапливаться в растении без ассимиляции. И чем выше будет концентрация нитратного азота в почве, тем в больших количествах он может накапливаться в растительных тканях. Пороговая концентрация аммиачного азота, способная перекрыть биохимические процессы в растении, очевидно, индивидуальна для каждого вида растений.

Усиление минерализационных процессов в почве, повышающее содержание минеральных форм азота в почве, также способствует большему поступлению в растение азота почвенных запасов и накоплению нитратов.

Как уже отмечалось, жидкий аммиак по сравнению с аммиачной селитрой способствует усилению минерализационных процессов в почве и повышению содержания в ней аммиачного, а иногда и нитратного азота, что и ведет к некоторому снижению качества растениеводческой продукции.

Известкование не устраняло отрицательных последствий применения жидкого аммиака в отношении качества растениеводческой продукции, но способствовало устранению подкисления и снижению подвижности гумуса в пахотном горизонте чернозема выщелоченного.

Поэтому необходимо отметить, что жидкий аммиак и аммиачная селитра неравноценны как азотные удобрения. Систематическое применение жидкого аммиака по сравнению с аммиачной селитрой быстрее снижает почвенное плодородие и требует обязательного известкования, что ведет к дополнительным затратам. В отдельные годы по некоторым культурам жидкий аммиак может уступать аммиачной селитре по агрономической эффективности. Кроме того, даже умеренные дозы жидкого аммиака с использованием известкования могут ухудшить качество растениеводческой продукции.

Вместе с тем на современном этапе жидкий

Таблица 2. Влияние систематического применения жидкого аммиака и аммиачной селитры на агрохимические показатели пахотного горизонта чернозема выщелоченного

Показатель	Август 1982 г.	Вариант	Июль 1987 г.	
			\bar{x}	$\pm S_{x \text{ (топ)}}$
рН (КС1) потенциометрический	6,1	1	5,5	0,1
		2	5,5	0,0
		3	6,0	0,0
Гидролитическая кислотность (по Каппену), мэкв на 100 г	1,8	1	3,1	0,2
		2	3,8	0,2
		3	2,8	0,1
Сумма поглощенных оснований (по Каппену — Гильковицу), мэкв на 100 г	32,1	1	48,0	0,1
		2	48,3	0,2
		3	48,8	0,2
Степень насыщенности основаниями, расчетно, %	94,7	1	93,9	0,3
		2	92,6	0,2
		3	94,6	0,1
Общее содержание гумуса (по Тюрину в модификации ЦИНАО), %	6,5	1	6,5	0,2
		2	6,5	0,2
		3	6,5	0,2
Содержание щелочнорастворимого гумуса, мг на 100 г	277	1	190	12
		2	229	20
		3	203	10
Содержание водорастворимого гумуса, мг/кг	268	1	72	19
		2	72	19
		3	149	30
Содержание щелочногидролизуемого азота (по Корнфилду), мг/кг	138	1	124	7
		2	138	7
		3	133	0
P ₂ O ₅ (по Чирикову), мг на 100 г	6,2	1	12,7	1,0
		2	11,2	2,0
		3	12,4	1,1
K ₂ O (по Чирикову), мг на 100 г	11,3	1	11,6	0,3
		2	11,2	1,2
		3	11,6	0,6

аммиак — самое дешевое удобрение, а для определенных регионов и наиболее доступное. Поэтому, чтобы устранить его отрицательное воздействие на почву, необходимо проводить известкование. Для черноземов выщелоченных Центрально-Черноземной зоны при умеренных нормах минеральных удобрений известковые материалы достаточно вносить один раз в ротацию около 10 т/га CaCO₃.

Кроме того, специалистам хозяйств следует творчески подходить к распределению имеющихся видов азотных удобрений под различные культуры. Жидкий аммиак, например, рациональнее применять для культур, не требующих накопления безазотистых органических веществ. Также нежелательно его вносить под кормовые культуры, выращиваемые по интенсивным технологиям, из-за накопления нитратов.

Список использованной литературы. 1. Зак, И. М. и др. Безводный аммиак под свеклу. — Сахарная свекла, 1981, № 7, с. 26—27.

2. Минаков Н. А., Воронин В. М. Влияние безводного аммиака на интенсивность биологических процессов почвы. — Сахарная свекла, 1986, № 7, с. 38.

3. Донос А. И. Жидкий аммиак в полеводстве. —

- Химия в сельском хозяйстве, 1987, № 8, с. 14—15.
4. Душкин А. Н., Беспалова Н. С. Применение безводного аммиака под сельскохозяйственные культуры.— Химия в сельском хозяйстве, 1986, № 12, с. 20—22.
 5. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы.— М.: Изд-во МГУ, 1987. 256 с.
 6. Свиридова О. В. Влияние различных форм азотных удобрений на микробиологические процессы в дерново-подзолистой супесчаной почве.— Бюл. ВНИИ с.-х. микробиологии, 1985, № 41, с. 9—13.
 7. Возняковская Ю. М. Органическое вещество — основной регулятор почвенно-микробиологических процессов в севооборотах интенсивного типа.— Бюл. ВНИИ с.-х. микробиологии, 1986, т. 56, с. 47—53.
 8. Избранные главы физиологии растений: Учеб. пособие / Под ред. проф. М. В. Гусева.— М.: Изд-во МГУ, 1986. 440 с.
 9. Кретович В. Л. Усвоение и метаболизм азота у растений / Отв. ред. д-р биол. наук Э. Г. Евстигнева.— М.: Наука, 1987. 486 с.
 10. Тимашов Н. Д. Минеральное питание растений: Учеб. пособие.— Харьков: Харьковский государственный университет, 1981. 63 с.