

УДК 631.416.1

В. Н. БАШКИН, В. Н. КУДЕЯРОВ

ИЗУЧЕНИЕ КРУГЛОГОВОДОЙ ДИНАМИКИ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ

Трехлетние круглогодичные наблюдения в полевых условиях за динамикой форм минерального азота в почве показали, что содержание необменного аммония значительно уменьшается за период вегетации растений с последующим увеличением в течение осенне-весеннего периода. Появление нитратов в пахотном горизонте почвы было связано с усилением процесса нитрификации в летний период, а также зимой при промерзании почвы вследствие подтягивания солей из нижних горизонтов почвы.

Преобладающей формой минерального азота в почвах является обменный или фиксированный аммоний [4, 8]. Показано, что содержание необменного аммония существенно изменяется в течение вегетационного периода [1]. Однако вопрос о многолетней динамике этой формы азота в полевых условиях изучен еще недостаточно.

С этой целью нами была исследована динамика необменного аммония и других форм почвенного минерального азота (нитраты и обменный аммоний) в пахотном слое почвы с параллельным определением влажности почвы с весны 1972 до осени 1974 г. на трех площадках, две из которых находились на окультуренной почве (зерновые и парующий участок) и одна на целине (лиственный лес на правой третьей террасе р. Оки). Почва — серая лесная среднесуглинистая. Пробы отбирали раз в две недели. Определение форм азота в высушенных образцах проводили при помощи фенолятгипохлоритной реакции по Кудеярову [2, 3].

Прежде чем перейти к анализу полученных результатов, необходимо отметить экстремально засушливые условия лета 1972 г., когда на протяжении двух месяцев на опытные участки не выпало ни одного миллиметра осадков, а дневные температуры достигали 30—35°. Необыкновенно высокая температура при малом количестве осадков наблюдалась и в сентябре. В связи с этим произошло сильное иссушение почвы и в августовских пробах влажность пахотного слоя уменьшалась до 2—3%. В серой лесной почве под озимой пшеницей весной 1972 г. наблюдались следующие запасы минерального азота (N, мг/100 г почвы): NO_3^- — 3,4; $\text{NH}_4^+_{\text{обм}}$ — 0,8 и $\text{NH}_4^+_{\text{необм}}$ — 10,0 (табл. 1). Май и первая половина июня 1972 г. мало отличались по метеорологическим условиям от среднегодовых, осадков выпало около нормы, но влажность почвы под пшеницей в течение вегетации постоянно уменьшалась. Озимая пшеница прошла к середине июня фазу трубкования и содержание нитратов и обменного аммония значительно уменьшилось. Наступившая вслед за этим засуха привела к резкому падению влажности почвы. Содержание легкодоступных форм почвенного минерального азота оставалось при этом на прежнем уровне; содержание необменного аммония составило 17,5 мг/100 г, т. е. увеличилось на 6—7 мг/100 г по сравнению с первоначальным уровнем. С небольшими колебаниями это высокое содержание сохранялось вплоть до первых осадков и понижения температуры в сентябре, когда началось увеличение влажности почвы и, как следствие, произошло резкое уменьшение количества необменного аммония до 9,2 мг/100 г почвы (табл. 1).

Таблица 1

Динамика минеральных соединений азота (мг/100 г почвы) и влажности (%) в серой лесной почве под зерновыми культурами

Дата	Под озимой пшеницей				Дата	Под ячменем				Дата	Под ячменем			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1972 г.					1973 г.					1974 г.				
28.IV	0,80	3,40	10,00	9,0	1.III	0,50	1,84	8,84	Не опр.	9.I	1,05	0,80	8,30	Не опр.
15.V	0,81	2,05	10,41	7,1	12.III	0,38	1,43	7,90	»	23.I	1,12	1,27	8,72	»
30.V	0,84	0,60	10,84	6,3	25.III	0,31	1,41	10,71	31,0	7.II	0,97	0,74	8,54	»
13.VI	0,70	0,98	11,90	5,4	9.IV	0,61	0,32	11,24	31,8	21.II	0,92	0,81	8,07	»
28.VI	0,93	0,41	15,62	5,0	23.IV	0,50	0,77	9,18	27,9	7.III	1,14	0,75	8,47	»
13.VII	0,62	0,64	17,00	3,9	7.V	0,62	0,75	7,54	29,1	28.III	1,15	0,62	10,55	34,0
27.VII	0,56	1,81	17,48	2,4	21.V	0,54	0,62	7,52	24,0	4.IV	3,34	0,80	10,88	35,8
10.VIII	0,55	0,51	17,00	2,5	4.VI	0,52	0,60	7,58	16,7	18.IV	2,91	0,97	11,27	30,2
25.VIII	0,55	1,00	15,92	2,6	18.VI	0,24	0,61	8,84	9,8	3.V	1,77	1,08	11,42	27,7
10.IX	0,45	0,07	9,24	8,1	2.VII	0,32	0,98	8,80	9,2	17.V	1,54	1,55	11,12	22,1
24.IX	0,21	0,05	8,20	15,1	16.VII	0,48	1,43	9,24	10,9	30.V	1,28	0,81	10,00	17,6
8.X	0,35	0,02	9,40	27,0	30.VII	0,50	0,20	8,75	22,8	13.VI	1,19	0,42	9,62	14,7
22.X	0,52	Сл.	8,21	25,5	15.VIII	0,64	0,13	9,32	25,1	27.VI	1,32	0,21	9,75	20,0
3.XI	0,53	»	8,20	25,2	27.VIII	0,60	0,10	8,07	21,5	11.VII	1,17	0,24	9,44	15,5
16.XI	0,40	»	8,48	25,0	10.IX	0,60	0,10	8,14	20,6	25.VII	1,00	0,20	8,14	10,1
1.XII	0,26	1,10	7,91	Не опр.	24.IX	0,72	Сл.	8,92	19,7	22.VIII	0,64	0,19	7,24	7,0
19.XII	0,34	0,72	8,02	»	8.X	0,60	»	9,40	19,8	12.IX	0,57	0,21	7,84	5,4
1973 г.					22.X	0,58	»	9,24	21,3	26.IX	0,50	0,20	8,72	5,0
9.I	0,80	2,97	8,91	»	3.XI	0,62	»	8,97	22,5	10.X	0,50	0,17	9,84	6,0
21.I	0,77	2,24	9,20	»	14.XI	1,03	0,68	8,32	Не опр.	24.X	0,65	0,21	8,64	20,4
15.II	0,84	1,87	9,57	»	28.XI	1,02	1,32	8,54	»	10.XI	0,70	Сл.	9,10	26,7
					12.XII	0,98	0,75	8,40	»					

Примечание. 1 — NH_4 обм; 2 — NO_3 ; 3 — NH_4 не обм; 4 — влажность.

Таблица 2

Динамика минеральных соединений азота (мг/100 г почвы) и влажности (%) в серой лесной почве под паром

Дата	NH ₄ обм	NO ₃	NH ₄ необм	Влажность	Дата	NH ₄ обм	NO ₃	NH ₄ необм	Влажность	Дата	NH ₄ обм	NO ₃	NH ₄ необм	Влажность
1972 г.										1974 г.				
28.IV	0,70	3,25	10,73	17,9	12.III	0,41	1,42	9,40	Не опр.	9.I	1,05	0,80	8,15	Не опр.
15.V	0,72	3,50	10,17	18,0	25.III	0,40	1,50	10,62	35,4	23.I	1,15	1,25	8,65	»
30.V	0,71	4,10	10,24	18,1	9.IV	0,32	0,38	10,24	29,8	7.II	1,03	0,90	8,52	»
13.VI	0,52	3,02	9,70	22,6	23.IV	0,61	0,67	11,30	29,7	21.II	0,97	0,91	8,07	»
28.VI	1,11	3,58	16,50	13,0	7.V	0,50	1,18	8,64	28,6	7.III	1,17	0,77	8,25	»
13.VII	0,82	6,75	16,00	12,0	21.V	0,53	0,73	7,52	23,8	28.III	1,12	1,00	10,37	34,8
27.VII	0,67	6,62	16,72	12,0	4.VI	0,49	0,65	8,12	14,5	4.IV	3,24	1,04	10,71	35,2
10.VIII	0,65	6,00	13,60	13,1	18.VI	0,38	0,68	8,12	12,6	18.IV	3,01	1,21	10,50	30,2
25.VIII	0,50	5,52	12,70	10,7	2.VII	0,22	1,24	9,34	12,0	3.V	1,70	1,37	10,08	27,8
10.IX	0,89	8,15	11,90	14,2	16.VII	0,42	2,32	10,40	14,9	17.V	1,48	1,65	10,60	27,8
24.IX	0,47	2,13	10,55	22,0	30.VII	0,58	0,24	9,64	24,7	30.V	1,12	1,27	9,54	20,2
8.X	0,41	0,38	9,84	28,0	15.VIII	0,62	0,20	9,90	27,0	13.VI	0,74	0,60	10,33	12,3
22.X	0,42	0,05	8,27	24,8	27.VIII	0,54	0,16	9,08	22,8	27.VI	1,18	0,42	10,19	19,9
3.XI	0,40	Сл.	8,96	27,0	10.IX	0,64	0,12	9,00	22,6	11.VII	1,22	1,04	9,58	16,1
16.XI	0,33	»	9,10	25,0	24.IX	0,74	0,10	8,80	22,5	25.VII	0,99	1,17	8,72	18,4
1.XII	0,44	1,04	10,04	Не опр.	8.X	0,80	Сл.	9,44	23,4	22.VIII	0,87	1,78	8,04	10,9
19.XII	0,42	0,70	8,34	»	22.X	0,77	»	9,58	24,0	12.IX	0,74	2,53	8,42	10,0
1973 г.														
3.I	0,64	2,91	8,59	»	3.XI	0,83	»	9,04	26,2	26.IX	0,57	3,27	9,17	8,1
27.I	0,70	2,18	8,24	»	14.XI	1,04	0,68	8,50	Не опр.	10.X	0,50	2,14	9,88	9,3
15.II	0,62	1,88	7,94	»	28.XI	1,12	1,28	8,52	»	24.X	0,58	0,20	9,30	20,7
1.III	0,52	1,84	8,18	»	12.XII	0,90	0,81	8,30	»	10.XI	0,64	Сл.	9,27	27,2

Таблица 3

Динамика минеральных соединений азота (мг/100 г почвы) и влажности (%) в серой лесной почве под лиственным лесом

Дата	NH ₄ обм	NO ₃	NH ₄ необм	Влажность	Дата	NH ₄ обм	NO ₃	NH ₄ необм	Влажность	Дата	NH ₄ обм	NO ₃	NH ₄ необм	Влажность
1972 г.										1974 г.				
28.IV	1,08	2,40	10,52	14,1	12.III	0,54	1,24	8,56	Не опр.	9.I	1,62	0,90	7,84	Не опр.
15.V	1,10	2,01	10,50	13,8	25.III	0,67	0,80	7,60	»	23.I	1,51	0,82	7,52	»
30.V	1,12	1,79	10,30	13,1	9.IV	0,32	0,20	7,80	27,0	7.II	1,47	0,84	7,43	»
13.VI	0,90	1,72	9,04	18,2	23.IV	0,54	0,32	8,64	28,4	21.II	1,34	0,81	7,33	»
28.VI	1,02	0,43	13,78	7,8	7.V	0,66	0,58	7,42	32,6	7.III	1,12	0,74	7,31	»
13.VII	1,08	0,55	14,60	6,4	21.V	0,92	0,52	7,12	34,8	28.III	1,59	0,67	7,87	»
27.VII	0,53	0,38	14,98	6,0	4.VI	0,84	0,46	6,74	29,2	4.IX	1,62	0,60	9,52	36,3
10.VIII	0,92	0,22	11,22	5,5	18.VI	0,77	0,44	7,12	19,4	18.IV	1,42	0,31	9,31	36,0
25.VIII	0,75	0,34	11,00	4,4	2.VII	0,80	1,08	8,56	16,0	3.V	1,37	0,42	9,49	34,7
10.IX	0,68	0,07	7,80	14,1	16.VII	0,74	1,22	8,84	19,7	17.V	1,29	0,37	9,73	34,6
24.IX	0,60	0,05	7,46	23,2	30.VII	0,82	0,12	8,80	35,1	30.V	1,27	0,36	9,82	33,0
8.X	0,69	Сл.	6,50	37,4	15.VIII	0,64	0,10	8,12	32,2	13.VI	1,44	0,32	9,88	30,2
22.X	0,60	»	9,27	27,6	27.VIII	0,62	0,12	7,84	24,9	27.VI	1,58	0,38	9,28	30,0
3.XI	0,60	»	7,52	27,8	10.IX	1,20	Сл.	8,46	33,0	11.VII	1,49	0,54	9,61	35,3
16.XI	0,62	»	7,66	28,00	24.IX	1,20	»	8,90	37,00	25.VII	1,16	0,47	8,72	33,0
1.XII	0,62	1,09	8,26	Не опр.	8.X	1,34	»	8,82	36,4	22.VIII	0,94	0,32	7,16	26,9
19.XII	1,18	1,12	7,47	»	22.X	1,20	»	8,27	36,9	12.IX	0,82	0,34	7,19	23,7
					3.XI	1,18	»	8,34	35,8	26.IX	0,73	0,27	8,29	20,0
1973 г.					14.XI	1,72	0,97	7,53	Не опр.	10.X	0,74	0,23	8,78	15,8
3.I	1,24	1,14	8,50	»	28.XI	1,64	0,89	8,02	»	24.X	0,87	Сл.	8,20	26,1
27.I	1,20	1,07	8,78	»	12.XII	1,57	1,03	7,32	»	10.XI	0,85	»	8,02	34,0
15.II	1,18	1,19	9,34	»										
1.III	0,90	1,04	9,00	»										

Содержание обменного аммония находилось в течение всего вегетационного периода примерно на уровне 0,6—0,7 мг/100 г и в конце октября уменьшилось до 0,3—0,4 мг/100 г. Нитраты в почве также содержались в незначительном количестве и в конце октября исчезли совсем, по-видимому, за счет перемещения в нижние горизонты.

В парующей почве влажность уменьшалась меньше, чем под пшеницей, однако содержание необменного аммония также увеличивалось с уменьшением влажности, хотя и не так значительно (табл. 2). С увеличением влажности почвы осенью 1972 г. началось уменьшение содержания необменного аммония, причем медленнее, чем под озимой пшеницей. В конце октября содержание аммония в необменной форме в почве составляло 8—9 мг/100 г почвы. Количество обменного аммония оставалось примерно одинаковым в течение всего периода наблюдений. Содержание $N-NO_3'$ в парующей почве в период максимального накопления составляло 7—8 мг/100 г почвы. Накопление нитратного азота наблюдалось одновременно с увеличением содержания необменного аммония. Уменьшение содержания нитратов началось после выпадения осадков, и к середине октября они исчезли из пахотного горизонта, что связано, по-видимому, с вымыванием их в нижележащие слои почвы.

Динамика различных форм минерального азота в почве под листовым лесом (целина) в основном имела тот же характер, что и на участке под озимой пшеницей (табл. 3).

По результатам наблюдений в течение вегетационного периода 1972 г. можно отметить, что изменение содержания обменного аммония было тесно связано с колебаниями влажности почвы. Такую взаимосвязь можно объяснить, по-видимому, следующим. В условиях лета 1972 г. в связи с жаркой погодой, сопровождавшейся уменьшением влажности почвы, происходила интенсивная минерализация органического вещества почвы, тогда как потребление минерального азота растениями и нитрификация микроорганизмами были выражены незначительно вследствие недостатка влаги. Поэтому в почве накапливался азот, в основном в аммонийной форме. Аналогичные наблюдения были сделаны Хебансом [Chabannes, 6] для почв Франции. Кроме того, Кристиан и Пауль [Christian и Paulette, 7] показали, что накопление NH_4^+ в почве при длительной жаре ($\sim 40^\circ$) и иссушении почвы возможно вследствие термического разложения аминокислот с образованием аммонийного азота.

Высушивание почвы также уменьшает базальные расстояния вторичных глинистых минералов и повышает концентрацию аммонийного иона в почвенном растворе, что приводит к увеличению перехода ионов аммония из обменного в необменное состояние. Отсюда и значительное увеличение доли необменного аммония в общем количестве аммонийного азота почвы.

Накопление нитратов не происходило под растительностью. Падение температуры и увеличение влажности почвы в результате выпадения осадков во второй половине сентября привели первоначально к увеличению содержания нитратов в парующей почве и соответствующему уменьшению содержания необменного аммония в результате возможной нитрификации последнего. Однако дальнейшее увеличение влажности привело к уменьшению нитратов в пахотном слое.

В период с 13.XI по 1.XII произошло промерзание почвы и установился постоянный снежный покров. В замороженном состоянии почва находилась до 20—25.III.1973 г. За этот период наблюдений не было отмечено значительных изменений в содержании обменного и необменного аммония в почве по сравнению с данными осенних наблюдений до промерзания почвы. Можно отметить появление в пахотном слое заметных количеств нитратов после промерзания почвы (1,5—3,0 мг/100 г почвы). Подобное явление было отмечено и для канадских почв [5]. Это, по-видимому, можно объяснить подтягиванием влаги и растворенных в ней нит-

ратов из нижних горизонтов в верхние во время промерзания. Начиная с 25. III. 1973 г. сошел снеговой покров и произошло размораживание почвы. В связи с ранней и теплой весной 1973 г. биологическая активность почвы в этот период была достаточно высока и происходило разложение органического вещества почвы. Однако высокая влажность пахотного слоя почвы (32—34%), соответствующая полной полевой влагоемкости, задерживала нитрификацию. В то же время аммонификация продолжалась и происходило накопление аммония, преимущественно в необменной форме (табл. 1—3).

В конце апреля на опытных площадках был посеян ячмень, который к концу мая прошел фазу кущения. В это время отмечалось наибольшее поглощение растениями питательных веществ и, в частности, азота, что привело к уменьшению содержания всех форм почвенного минерального азота, в том числе и обменного аммония с 11,2 до 7,5 мг/100 г почвы.

В конце вегетационного периода содержание обменного аммония возросло, и после уборки ячменя в середине августа количество этой формы азота в почве достигало 9—10 мг/100 г почвы (табл. 1).

В пахотной почве также отмечалось уменьшение содержания обменного аммония в мае-июне, хотя и менее значительное, чем под ячменем. Уменьшение содержания обменного аммония в данный период можно объяснить, по-видимому, благоприятными условиями для нитрификации аммония. Об этом свидетельствовало накопление в почве нитратного азота до 2,5 мг/100 г. Со второй половины июля 1973 г. началась пологая дождь, и влажность почвы поднялась с 12 до 22—24%. Количество нитратов в пахотном слое значительно уменьшилось. Содержание аммония в обменной и обменной форме возросло, что можно связать с замедлением нитрификации аммонийного азота. В дальнейшем содержание обменного аммония изменялось мало и в конце вегетационного периода составляло 9,6 мг/100 г почвы (табл. 2).

В целинной почве под листовым лесом не происходило накопления нитратов и аммония. Изменения в содержании обменного аммония в неокультуренной почве менее значительны, чем в окультуренных ее разновидностях. Однако и в целинной почве под лесом можно отметить некоторое уменьшение количества обменного аммония в первую половину вегетационного периода, когда происходит наиболее интенсивное поглощение питательных веществ растительностью, и увеличение содержания этой формы минерального азота к концу вегетационного периода (табл. 3).

В течение зимнего периода 1973—1974 гг., так же как и в предшествующий период 1972—1973 гг., не было отмечено значительных изменений в содержании обменного и обменного аммония в окультуренной и неокультуренной почвах серой лесной почвы. После промерзания почвы в пахотном горизонте было обнаружено появление нитратов, содержание которых колебалось в пределах $\sim 1,0$ мг/100 г почвы или несколько выше (табл. 1—3).

Размораживание окультуренной почвы произошло 20—25. III. 1974 г., а неокультуренной — в первых числах апреля. В начале апреля на поле с опытными площадками было внесено азотное удобрение ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 60 кг/га). Содержание аммония в обменной и обменной форме повысилось до $\sim 3,5$ и $\sim 11,5$ мг/100 г почвы соответственно. В почве под лесом также наблюдался некоторый подъем содержания аммиачного азота, как обменного, так и обменного, по-видимому, в результате нанавшегося процесса аммонификации.

Весна 1974 г. была затяжной и дождливой, влажность почв под опытными площадками в этот период составляла 20—30% и развитие ячменя, посеянного в середине мая, было замедленным. Постепенное падение влажности в конце мая — начале июня привело к созданию более благоприятных условий для потребления азота растениями и микроорганизма-

ми и было отмечено уменьшение содержания обеих форм аммиачного азота. К концу июня началось интенсивное развитие ячменя, сопровождавшееся потреблением питательных веществ, и содержание всех форм минерального азота, в том числе и NH_4^+ _{необм}, значительно уменьшилось.

Влажность почвы под паром и лесом продолжала оставаться высокой из-за выпадения большого количества осадков вплоть до конца июля, и в условиях достаточно высокой температуры процесс аммонификации в почве преобладал над процессом нитрификации, что поддерживало содержание NH_4^+ в обменной и необменной форме на уровнях, отмеченных для начала вегетационного периода: $\sim 1,0$ и $9,5-10,5$ мг $\text{N}-\text{NH}_4^+/100$ г почвы соответственно. Накопления нитратного азота в этот период не происходило ни в почве под растениями, ни в парующей почве.

Конец лета и осень 1974 г. отличались малым количеством осадков и достаточно высокой температурой окружающей среды. В подобных условиях вегетационного периода 1974 г. развитие растений сильно затянулось во времени и, как следствие, уменьшение содержания обменного аммония продолжалось вплоть до конца августа. В парующей почве уменьшение ее влажности и снижение содержания обменного аммония сопровождалось накоплением нитратов до $\sim 3,5$ мг/100 г почвы, которые исчезли из пахотного слоя в конце октября в связи с началом обильных осенних дождей.

По окончании периода вегетации содержание обменного аммония вновь увеличилось до $9-10$ мг/100 г почвы в окультуренной серой лесной почве и до $8-9$ мг/100 г в почве под лесом (табл. 1-3).

Анализируя данные по изучению динамики нитратов, обменного и обменного аммония в течение 1972, 1973 и 1974 гг., можно отметить значительные различия в изменении концентрации указанных форм почвенного минерального азота. В период сильного иссушения почвы в результате длительной засухи 1972 г., когда потребление питательных веществ растениями и микроорганизмами было подавлено почти полностью (влажность пахотного слоя почвы в августовских пробах была на уровне влажности завядания), процесс накопления обменного аммония (основной части почвенного минерального азота) определялся гидротермальным режимом почвы. В условиях вегетационных периодов 1973 и 1974 гг. с нормальным или повышенным количеством осадков динамика всех форм минерального азота почвы определялась в основном активностью почвенной микрофлоры и потреблением азота растениями. В этих условиях как под зерновыми культурами в окультуренной серой лесной почве, так и под листовым лесом отмечалось уменьшение содержания обменного аммония в течение вегетации растений с последующим увеличением в течение осени—весны и отсутствием изменений во время зимнего периода.

Накопление нитратного азота не происходило под растительностью (зерновыми культурами и под лесом). В парующей почве наблюдалось увеличение содержания нитратов до $2-3$ мг/100 г почвы в течение периода вегетации. После окончания вегетационного периода в результате начавшихся дождей нитраты исчезли из пахотного слоя. Во время зимнего промерзания почвы нитраты вновь появлялись в пахотном горизонте на всех опытных площадках, что можно объяснить подтягиванием в эти слои влаги и растворенных в ней солей.

Выводы

1. В полевых условиях установлена динамика обменного аммония совместно с другими формами почвенного минерального азота. Показано, что в условиях засушливого вегетационного периода динамика NH_4^+ _{необм} в основном определялась влажностью почвы, а во время веге-

тационных периодов с нормальным гидротермальным режимом — развитием растений и жизнедеятельностью микрофлоры.

2. В течение периода вегетации содержание обменного аммония значительно уменьшается, а после окончания вегетации растений оно вновь увеличивается. Амплитуда колебаний содержания $N-NH_4^{необм}$ в почве (разность между максимальным и минимальным уровнем) в зависимости от вегетационного сезона составляла под зерновыми — 9,57, под паром — 8,45 и под лесом — 8,48 мг/100 г почвы.

3. За период наблюдений содержание обменного NH_4^+ в почве не подчинялось какой-либо зависимости. Накопления нитратов не происходило под растительностью, а в парующей почве было до 3—4 мг $N-NO_3^+$ /100 г почвы. Во время осенних дождей нитраты вымывались из верхнего слоя почвы, однако после зимнего промерзания они снова появлялись в пахотном горизонте в количестве 1—3 мг/100 г.

Литература

1. Башкин В. Н., Кудеяров В. Н. Сезонная динамика фиксированного аммония и других форм минерального азота в серой лесной почве. Агрохимия, 1974, № 3.
2. Кудеяров В. Н. Прямое определение суммы аммиачного, амидного и α -аминокислотного азота в различных вытяжках из почв при помощи индофеноловой реакции. Агрохимия, 1970, № 9.
3. Кудеяров В. Н., Поткин А. И. К методике определения фиксированного аммония в почве. Агрохимия, 1971, № 11.
4. Петербургский А. В., Кудеяров В. Н. Фиксированный аммоний в некоторых почвах СССР и доступность его растениям. Изв. ТСХА, № 3, 1966.
5. Campbell C. A., Ferguson W. S., Warder F. G. Winter changes in soil nitrogen and exchangeable ammonium. Can. J. Soil Sci., v. 50, № 2, 1970.
6. Chabannes I. Influence de la dessiccation sur la détermination des variations saisonnières de l'azote mineral des sols. Compt. rend. Acad. agric. France, v. 55, № 11, 1969.
7. Christian J., Paulette D. Production d'azote ammoniacal par decomposition thermique d'acides amines accociés a nu sol argilo-limoneux. Compt. rend. Acad. sci., D 265, № 17, 1967.
8. Himmen W. Fixed ammonium in some Saskatchewan soils. Can. J. Soil Sci., v. 44, № 1, 1964.

Институт агрохимии
и почвоведения АН СССР

Дата поступления
23.III.1976 г.

V. N. BASHKIN, V. N. KUDEYAROV

STUDYING THE YEAR ROUND DYNAMICS OF MINERAL NITROGEN IN A GREY FOREST SOIL

Three year round observations of the dynamics of mineral nitrogen forms in the soils under field conditions showed that the content of nonexchangeable ammonium considerably decreases during growing period with a further increase during the autumn — spring period.