

В. А. БУХМАН

К ВОПРОСУ ПРЕВРАЩЕНИЯ ФОРМ АЗОТА В ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ КАРЕЛИИ

Проблема создания прочной кормовой базы для животноводства в Карелии может быть успешно решена при широком вовлечении в культуру больших площадей торфяно-болотных почв. Эти почвы обладают более высоким потенциальным плодородием по сравнению с минеральными малогумусными подзолистыми почвами республики.

По валовому содержанию азота торфяные почвы низинных болот стоят близко к черноземным (1, 2), а в некоторых случаях даже превосходят их (5). Но несмотря на это, после осушения и освоения низинных болот запасы азота остаются мало доступными для возделываемых культурных растений. Это объясняется тем, что окультуривание и повышение плодородия торфяно-болотных почв ведется без достаточного знания закономерностей и специфики превращения форм азота в условиях Севера.

Сказанное выше подчеркивает неотложность изучения сезонной динамики форм азота в целинных почвах в различные по метеорологическим условиям годы, а также изменения этой динамики на освоенных торфяных почвах под влиянием некоторых агротехнических приемов. Такие исследования должны обеспечить научное обоснование разработки и внедрения эффективных мероприятий, которые способствовали бы мобилизации запасов азота почвы.

Данных систематического изучения динамики форм азота в торфяных почвах Карелии в литературе не обнаружено. Настоящая статья — результат экспериментальных исследований, проведенных автором.

Наши исследования динамики форм азота проведены на торфяных почвах низинного болота (д. Вилга, одно из отделений совхоза им. Зайцева).

Исследованный массив подстилается озерно-ледниковыми илами и глинами, являющимися водоупорами. Он питается хорошо минерализованными грунтовыми водами напорного и ненапорного характера, вследствие чего преобладающая часть массива находится на евтрофной стадии развития.

Верхние слои состоят из травяно-осоковых и осоковых торфов со степенью разложения порядка 25—30%. Данные их химического анализа (табл. 1) показывают, что эти низинные, железистые болота богаты щелочно-земельными основаниями и фосфором и чрезвычайно бедны

калием, слабо кислые, насыщенные основаниями (свыше 75%), подстилаемые мощными древесными и древесно-осоковыми торфами.

Таблица 1

Характеристика химических свойств почвы опытного участка „Вилга“

Глубина выемки образца	Зольность (%)	В % на абсолютно сухую почву										
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	N	C	C:N	pH
0—10	47,54	3,64	—	37,74	4,41	0,40	0,03	1,75	1,78	31,07	17,4	4,58
20—50	9,09	0,78	0,10	5,62	2,45	0,31	0,02	0,49	3,67	68,2	18,6	5,28
50—80	7,62	0,82	0,08	4,94	2,18	0,29	0,03	0,56	3,51	62,8	17,9	—

Исследования проводились на осушенном целинном и осваиваемом участках закрытым дренажем (норма осушения 25 и 40 м).

Стационарные исследования динамики форм азота в торфяной почве переходного болота осуществлялись на болотном массиве «Угольное», расположенном в мелкой депрессии водораздела р. Лососинки и Онежского озера. Здесь торф древесно-пушицевый и сфагново-пушицевый мезотрофного типа. Степень разложения 18—20%. Подстилающая порода — завалуненная пылевато-песчаная морена. Осушение проведено открытыми канавами (40 м между осушителями).

По своим химическим свойствам почва переходного болота характеризуется высокой кислотностью, малой насыщенностью основаниями, низкозольна и бедна содержанием фосфора и калия (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика химических свойств торфяной почвы переходного болота

Глубина выемки образца	Зольность (%)	В % на абсолютно сухое вещество торфа pH										v	
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	N	C	C:N		Кс1 вы-тяжки
0—25	4,80	2,40	0,76	0,54	0,43	0,09	0,05	0,17	1,22	46,7	24,3	3,32	22,24
30—40	4,07	1,92	0,64	0,56	0,46	0,10	0,14	2,08	1,59	22,9	22,08	3,49	25,04
55—65	4,22	1,96	0,58	0,49	0,57	0,09	0,05	0,15	1,89	44,8	22,7	3,86	26,1

Изучение динамики форм азота проводилось на целинной и освоеной части под многолетними травами и на паровых площадках. На целинной и освоеной части вариантами являлись контроль без удобрений, NPK и PK+навоз на известкованном фоне. В свежесобранных образцах¹ определялись азот аммиачный, нитратный и гидролизуемый на холоде в 0,5 NH₂SO₄, а в сухих (весеннего, летнего и осеннего от-

¹ Определение легкогидролизуемого азота в свежесобранных образцах обусловлено изменением показателей его содержания после высушивания почвы.

бора) — общий азот. Отбор проб на анализ проводился в течение двух лет (1956 г. и 1957 г.).

Метеорологические условия этих лет были различными. Так, в 1956 г. май был холодным и влажным, начало летнего сезона (июнь, первая декада июля) — сухим и теплым. Вторая половина лета и начало осени были влажными и прохладными.

В 1957 г. отмечалось быстрое нарастание тепла до середины третьей декады мая, а в конце месяца резко похолодало. Холодная и влажная погода сохранялась до начала июля. Среднесуточная температура этого периода была ниже нормы на 3—5°. Со второй декады июля до начала сентября было жарко и сухо. В сентябре отмечена несколько повышенная среднесуточная температура и обилие осадков (около двух месячных норм).

Н и т р а т н ы й а з о т. Исследования целинных и бывших в культуре торфяно-болотных почв Карелии показали, что у преобладающей их части процесс нитрификации и нитраты в них не обнаруживаются. Микробиологические исследования таких почв показали полное отсутствие или ничтожное содержание нитрифицирующих бактерий. Это обусловлено неблагоприятными гидротермическими условиями Севера, повышенной кислотностью и недостатком элементов минерального питания в этих почвах. Исключением явились торфяно-перегонные, хорошо окультуренные участки низинного болота поймы р. Лососинки и приусадебные участки совхоза им. Зайцева. На этих участках процесс нитрификации имел место в течение июля и августа в теплом и сухом 1954 г.

Из сказанного следует, что здесь процессы минерализации сложных азотсодержащих органических соединений протекают, в основном, до стадии аммонификации.

А м м и а ч н а я ф о р м а а з о т а. Как видно из табл. 3, накопление аммиачного азота и процессы аммонификации протекают неодинаково в различные по метеорологическим условиям годы и периоды. При этом отмечены некоторые закономерности. Например, в летний период при улучшении водно-воздушных условий и повышении температуры верхних горизонтов торфяных почв содержание в них аммиачного азота снижается. Это происходит вследствие повышения жизнедеятельности растений и микрофлоры и биологического поглощения ими азота. В периоды с пониженными температурными условиями содержание аммиачного азота увеличивается. Такую закономерность подтвердили исследования сезонной динамики микрофлоры, проведенные В. М. Данилевич. Они показали, что в этих почвах наибольшие общие количества микроорганизмов совпадают с наименьшим содержанием минерального азота.

Таким образом, можно считать, что значительная часть аммиачного азота поглощается микрофлорой.

Из этого также следует, что в периоды с более благоприятными водно-воздушными и термическими условиями процессы синтеза преобладают над процессами минерализации сложных органических соединений почвы, содержащих азот. В периоды с неблагоприятными термическими условиями процессы синтеза заторможены, а минерализация продолжается, хотя и пониженными темпами. Доказательством является наблюдаемое в течение ряда лет, даже на паровых участках, закономерное увеличение количества аммиачного азота ранней весной по сравнению с поздней осенью.

Динамика аммиачного азота в почвах низинного и переходного болот
(в мг на 100 г абсолютно сухого торфа)

Наименование угодий и вариант опыта		Глубина слоя (см)	1956 г.					1957 г.						
			24/V	25/VI	20/VII	21/VIII	17/IX	22/X	11/V	10/VI	10/VII	12/VIII	12/IX	15/X
Освоенный участок	Б. „Вилга“													
	Целна	0—20	5,09	нет	6,0	24,9	12,8	следы	16,5	6,0	11,7	14,0	6,17	6,93
	То же	21—35	4,84	нет	7,9	57,0	21,0	•	34,85	9,16	12,0	20,8	9,25	5,1
	То же	36—55	3,80	нет	4,25	88,5	24,5	•	23,2	23,9	36,1	26,0	следы	34,58
	Расстояние между дренами 25 м	0—20	16,4	следы	4,03	27,7	14,0	нет	17,4	11,45	10,32	7,58	нет	4,44
	То же	21—30	6,45	•	8,29	22,1	7,8	2,2	19,36	8,48	11,9	5,7	•	5,30
	То же	31—50	9,34	нет	33,0	51,7	12,0	следы	13,57	18,6	13,7	13,4	6,50	7,82
	Расстояние между дренами 40 м	0—20	4,82	нет	5,96	17,4	9,3	3,05	18,1	11,2	8,1	6,2	нет	6,73
	То же	21—30	11,74	следы	5,04	22,0	следы	нет	21,5	9,7	9,28	6,7	следы	12,38
	Наименование угодий и вариант опыта		Глубина выемки образца	1956 г.					1957 г.					
		12/V		18/VI	16/VII	15/VIII	12/IX	15/X	11/V	10/VI	10/VII	12/VIII	12/IX	15/X
Опыт с удобре- ниями	Б. „Угольное“													
	Целна	5—25	15,21	28,75	7,30	14,5	следы	нет	14,13	21,65	следы	7,96	15,10	13,11
	То же	26—45	—	—	12,75	16,2	следы	нет	35,41	24,78	следы	15,3	28,12	14,37
	То же	55—65	—	42,25	12,63	13,6	следы	нет	58,13	30,30	15,5	следы	44,84	32,08
	То же с удаленным травостоем (пар)	0—25	25,76	—	—	9,2	следы	нет	17,21	38,50	следы	7,96	15,10	13,12
	Контроль без удоб- рений	0—25	18,47	36,69	6,72	9,5	следы	нет	21,47	8,45	10,25	следы	8,51	9,99
	То же	26—45	—	29,29	—	5,7	нет	нет	22,85	12,31	18,29	следы	57,63	20,66
	PK + навоз + известь	0—25	24,63	12,32	7,93	6,12	нет	нет	16,93	11,19	11,25	6,34	11,75	6,83
	То же	26—45	—	37,95	6,50	19,3	нет	нет	16,77	14,79	следы	следы	16,38	22,24
	То же с удаленным травостоем (пар)	0—25	13,31	—	7,31	7,6	нет	нет	14,50	14,14	9,30	9,36	16,06	7,13

Для того, чтобы усилить этот процесс, весьма важно выяснить, каким группам микроорганизмов он обязан в периоды низких температур. Это необходимо для обеспечения возделываемых растений азотом весной, в первый период их роста.

Несколько иначе выглядит кривая содержания аммиака в нижележащих горизонтах почвы. Здесь происходит вымывание аммиака из вышележащих горизонтов почвы, а вынос его корнями растений исключен. Поэтому часто отмечается обратная закономерность: в периоды наименьшего содержания аммиачного азота в верхних горизонтах отмечается относительное увеличение его в нижележащих горизонтах.

Легкогидролизуемый азот — азот, переходящий в раствор при гидролизе $0,5\% \text{NH}_2\text{SO}_4$. Он может рассматриваться как непосредственный источник образования минеральных форм азота в течение ближайшего отрезка времени (4). Следовательно, по его количеству мы можем судить о величине эффективного плодородия данной почвы и ее обеспеченности усвояемыми формами азота.

Данные двухлетних исследований сезонной динамики легкогидролизуемого азота сведены в табл. 4. Из них видно, что в раствор переходят небольшие количества азота. Его содержание в течение летнего периода изменяется, хотя колебания менее значительны, чем у аммиачного. Динамика этой формы азота также обусловлена характером метеорологических условий сезона, микробиологической активностью почвы, нормой осушения и другими факторами. Отмечено, что в первые годы освоения низинного болота в верхних горизонтах почвы, на участке с нормой осушения в 25 м легкогидролизуемого азота больше, чем на участке с нормой осушения в 40 м. Значительное увеличение количества этой формы азота отмечено на почвах переходного болота в первый год внесения извести, особенно при сочетании извести с РК и навозом. По нашим подсчетам на таких участках в течение четырех лет использование многолетними травами азота самой почвы было в 1,5—2 раза выше, чем на участках без удобрения и биологического заражения.

Для выяснения влияния корневых остатков многолетних трав на превращение форм азота в почве проводились исследования на участках с удаленным травостоем и паровых после второго укоса трав. Из полученных аналитических данных (табл. 4) видно, что в пару вскоре после подъема травяного пласта значительно увеличивается содержание легкогидролизуемого азота.

Данными микробиологического анализа установлен значительный количественный рост микрофлоры в пару. Следовательно, корневые остатки явились источником энергии и питания для нее.

Исследования почвы переходного болота показали, что слой, содержащий наибольшее количество корневых остатков сеяных многолетних трав, обладает высшей потенциальной способностью к нитратонакоплению. Однако в полевых условиях, под невспаханым пластом усвояемых форм азота немного из-за слабого доступа воздуха в задернелый слой и в связи с усвоением его растениями.

Из сказанного следует, что чередование многолетних и однолетних растений на торфяных почвах будет способствовать повышению их эффективного плодородия.

Динамика легкогидролизуемого азота в почвах низинного и переходного болот
(в мг на 100 г)

Наименование угодий и вариант опыта	Глубина слоя (см)	1956 г.			1957 г.						
		25/VI	21/VIII	17/IX	1/IV	10/VI	10/VII	12/VIII	12/IX	15/X	
Б. „Вилга“											
Целина	0—20	48	54	69	20	22	41	44	63	27	
То же	21—35	26	48	34	19	24	81	49	32	40	
То же	36—55	64	41	32	—	41	12	26	19	29	
Освоенный уча- сток	Расстояние между дре- нами 25 м	0—20	55	67	51	55	75	116	43	54	20
	То же	21—30	73	42	—	52	63	58	44	22	38
	То же	31—50	51	86	28	80	64	45	14	21	14
	Между дренами 40 м	0—20	49	35	48	89	23	71	31	30	25
	То же	21—30	48	47	33	70	90	41	44	16	18

Наименование угодий и вариант опыта	Глубина слоя (см)	1956 г.					1957 г.						
		18/VI	18/VII	15/VIII	12/IX	15/X	11/V	10/VI	10/VII	12/VIII	12/IX	15/X	
Б. „Угольное“													
Целина	5—25	42	37	33	34	56	61	19	69	47	—	15	
То же	26—45	24	49	29	29	78	36	48	66	29	24	75	
То же с удаленным травостоем (пар)	0—25	—	—	19	26	48	57	64	55	55	65	35	
Освоенный уча- сток, многолет- ние травы	Контроль без удобре- ний	0—25	45	39	52	14	71	40	53	13	10	16	
	То же	26—45	20	—	32	35	47	31	48	27	13	9	
	Известь+РК+на- воз	0—25	39	80	68	53	51	32	94	55	130	62	20
	То же	26—45	33	26	26	98	—	18	28	89	50	6	12
	То же (пар)	0—25	—	—	71	49	89	93	53	76	42	25	20

Наши наблюдения показали, что при длительном паровании вспаханного травяного пласта сначала наблюдается увеличение легкогидролизуемого азота, а затем его становится меньше. Поэтому травяной пласт, поднятый и хорошо обработанный летом, весной должен быть засеян последующей культурой. Так будет лучше использован образовавшийся в нем легкодоступный азот.

Как указано выше, общие запасы азота в торфяных почвах весьма значительны. Так, например, в метровом слое почвы низинных и близких к ним переходных болот в среднем содержится 400—600 ц азота, что в 2—2,5 раза больше, чем в обыкновенном черноземе, в 4—6 раз больше, чем в дерново-подзолистой и в 7—10 раз больше, чем в подзолистой почве (5). Это показывает, что торфяные почвы обладают высоким потенциальным плодородием. Главная задача заключается в том, чтобы это плодородие сделать эффективным.

Общее содержание азота в этих почвах динамично. Однако эта динамика обусловлена не столько метеорологическими условиями, сколько типом почв, степенью их окультуренности и уплотненности, а также возделываемой культурой и рядом других факторов. Выяснено, что по мере окультуривания почвы содержание общего азота в ней постоянно повышается. Наиболее существенное повышение было отмечено на участке, где высевались многолетние травы. Это обусловлено большим разложением торфа и изменением его ботанического состава за счет корневых остатков многолетних трав, особенно клевера.

ВЫВОДЫ

Исследования, проведенные в полевых условиях на двух почвенных разностях, показали, что в торфяно-болотных почвах Карелии процессы минерализации азотсодержащих органических веществ протекают медленно. Поэтому при высоком общем содержании азота эти почвы бедны его усвояемыми формами.

Минерализация органических форм азота здесь протекает лишь до стадии аммиака. Процессы нитрификации либо совсем отсутствуют, либо весьма слабо выражены, даже в освоенных торфяных почвах. Этим они отличаются от таких же почв южной тайги, где одно только осушение обеспечивает интенсивную нитрификацию (3).

Известкование кислых торфяных почв, внесение РК и биологическое заражение их навозом, хорошо окультуренной минеральной почвой. АМБ обеспечивает увеличение усвояемого азота в 1,5—2 раза.

Свежие корневые остатки многолетних трав после подъема пласта способствуют повышению биохимической активности почвы и обогащению ее минеральным азотом.

Отмечено, что в периоды с наиболее благоприятными водно-воздушными и термическими условиями в верхних горизонтах почвы уменьшается количество минеральных и легкогидролизуемых форм азота. Это необходимо учесть при разработке системы удобрений, так как в это время происходит интенсивный рост растений и повышается их потребность в азоте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бухман В. А., Ленин Л. Я., Розин В. А., Цыба М. М. Болота и их сельскохозяйственное использование. Госиздат КАССР, Петрозаводск, 1956.
 2. Бухман В. А. Агрохимические свойства и плодородие торфяно-болотных почв и их изменение при освоении. Тр. Карельского филиала АН СССР, вып. 9, 1957.
 3. Луинович И. С. К вопросу о преобразовании природы торфяно-болотных почв БССР. Изв. АН БССР, № 6, 1951.
 4. Турчин В. Ф. Агрохимические методы исследования почв. М., 1954.
 5. Тюрин И. В. Почвообразовательный процесс, плодородие и проблема азота в почвоведении и земледелии. Почвоведение, № 3, 1954.
-