

Р. М. МОРОЗОВА

**К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ И ФОРМАХ АЗОТА
В ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ ПОЧВ КАРЕЛИИ**

Как известно, основная масса азота почвы входит в состав органического вещества. Важная составная часть этого вещества — гуминовые кислоты могут содержать до 5% азота. По подсчетам Шмука (6), каждый процент содержания гуминовой кислоты в пахотном слое почвы дает около тонны азота на гектар. Поэтому понятен тот интерес, который привлекают к себе гуминовые кислоты как возможный источник азотного питания растений.

Давно установлено (1, 2, 3, 6 и др.), что азот является конституционной частью гуминовых кислот. Он может находиться как в боковых цепях, так и в ароматическом ядре молекулы, а также в форме гумусо-аммиачных солей.

Как показывают исследования ряда авторов (Эггерц, Bertolot и Andre, Дояренко, Шмук, Рыдалевская и др.), азотистая часть гумусовых кислот по химическому строению сходна с белковыми веществами.

Почвы Карелии в отношении содержания азота в гумусовых кислотах были совсем не изучены. Нами было определено содержание азота в гуминовых и фульвокислотах, выделенных из семи различных почв Карелии. Эти данные приводятся в табл. 1, из которой видно, что гуминовые кислоты очень неоднородны по содержанию в них азота. Количество последнего в них колеблется от 2,8 до 5,2%.

Наиболее бедными азотом оказались гуминовые кислоты из лесной подстилки и гумусо-иллювиального горизонта. Это объясняется бедностью растительного опада обеих почв. Отношение углерода к азоту в лесной подстилке равно 28. На невысокое содержание азота в гуминовых кислотах из лесной подстилки указывает и Рыдалевская (5).

Значительно богаче азотом гуминовые кислоты дерново-подзолисто-глеевых почв Олонецкой равнины. Травянистый состав растительных остатков, большая численность микрофлоры, освоение этих почв, а также тяжелый механический состав способствовали накоплению азота и закреплению его в гуминовых кислотах.

Обращает на себя внимание тот факт, что гуминовые кислоты (I фракция) как окультуренных почв, так и целинных содержат одинаковое количество азота. III фракция этих кислот, более прочно связанных с минеральной частью почвы, как правило, содержит меньше азота.

Особенно резкое различие в содержании азота наблюдается между гуминовыми кислотами и фульвокислотами. Так, в гуминовых кисло-

тах из подзола железистого азота содержалось 2,7%, а в фульвокислотах — всего 0,4%.

Пономарева (4) выявила в фульвокислотах из гумусово-иллювиального горизонта 1,1% азота. Это близко к полученным нами данным по содержанию азота в фульвокислотах из гумусово-иллювиального горизонта (1,2%). Исключение представляют дерново-подзолистые окультуренные почвы, находящиеся под травами (Сортавальский сортоучасток), где в фульвокислотах содержится азота больше (4,72%), чем в гуминовых кислотах (3,80).

Таблица 1

Содержание азота в различных фракциях органического вещества в % к абсолютно-сыхому беззольному веществу

Почва, угодие	Горизонт	Гуминовые к-ты		Фульвокислоты
		I фракция	III фракция	
Подзол гумусово-железистый	A ₀	2,77	2,93	0,43
Березово-еловый лес-черничник (Кондопожский район)	B _I	5,23	4,41	1,27
Подзол торфянистый гумусово-иллювиальный, сосновый лес V б. — долгомошник (Лоухи)	BH	2,77	3,36	2,31
Подзолистая вторично-дерновая, березовое мелколесье с хорошо развитым разнотравьем (Прионежский район)	A _I	4,47	3,72	2,70
Подзолистая окультуренная, залежь (Прионежский район)	A _{II}	4,47	4,10	0,59
Дерново-подзолисто-глеевая, луг щучковый (Олонецкая равнина)	A _I	4,95	5,04	1,59
Дерново-подзолисто-глеевая, окультуренная, травы II года (Олонецкая равнина)	A _{II}	4,99	3,99	1,22
Дерново-подзолистая, окультуренная, травы (Сортавальский район)	A _{II}	3,80	3,14	4,72

Высокое количество азота в фульвокислотах этих почв объясняется тем, что в раствор вместе с этими кислотами переходят все растворимые минеральные формы азота и азот свободных аминокислот.

Общее содержание азота в гуминовых кислотах еще не позволяет судить о подвижности азота и обеспеченности им сельскохозяйственных культур. Поэтому нами был проведен последовательный гидролиз гуминовых кислот как на холоду, так и при нагревании 0,5N и 5% H₂SO₄ в течение 5 часов и 25% H₂SO₄ в течение 24 часов.

Данные, полученные при проведении последовательного гидролиза при нагревании, показывают, что наиболее подвижными оказались азотсодержащие соединения гуминовой кислоты из гумусово-иллювиального горизонта торфянистого подзола. Здесь весь азот гидролизировался, причем 70% его перешло в вытяжку при гидролизе 5% H₂SO₄. Такая высокая подвижность азота связана с простым строением молекул гуминовых кислот, в которых азот находится в боковых цепях и поэтому сравнительно легко отщепляется. О простом строении молекул гуминовых кислот гумусово-иллювиальных горизонтов свидетельствует пониженное содержание в них углерода (53%). Азотистые соединения гуминовых кислот из подзолистых окультуренных почв

оказались наименее подвижными (табл.2). В негидролизуемом остатке содержалось 24% азота от общего содержания в гуминовой кислоте, т. е. $\frac{1}{4}$ часть его оказалась очень прочно закрепленной в молекуле гуминовой кислоты. По-видимому, этот азот находится в циклических соединениях или соединен непосредственно с ароматическим ядром. Боковых азотсодержащих цепочек, из которых азот отщепляется легко, в молекулах гуминовых кислот из окультуренных почв находится меньше. Об этом свидетельствует повышенное содержание углерода (56—57%), говорящее о конденсированности и сложном строении гуминовых кислот.

Таблица 2

Содержание гидролизуемых и негидролизуемых форм азота в гуминовых кислотах (гидролиз при нагревании на водяной бане)

Название почв	Общий азот гуминовых кислот (%)	Гидролиз 5% H ₂ SO ₄		Гидролиз 25% H ₂ SO ₄		Негидролизуемый остаток	
		% азота	% от общего азота	% азота	% от общего азота	% азота	% от общего азота
Подзол гумусово-железистый А ₀	2,8	1,4	50,0	0,8	29,2	0,6	18,8
Дерново-подзолисто-глеявая окультуренная А _п	5,0	3,3	66,0	1,1	22,2	0,6	11,8
Подзолистая окультуренная А _п	4,5	2,4	56,0	0,8	17,7	1,3	24,3
Подзол торфянистый гумусово-иллювиальный ВН	2,8	1,9	70,0	0,8	30,0	0	0

Азот гуминовых кислот дерново-подзолисто-глеявых почв Олонецкой равнины очень подвижен. В негидролизуемом остатке содержится только 11,8% азота, причем большая часть его гидролизуется 5% H₂SO₄. Низкому содержанию азота в негидролизуемом остатке гуминовых кислот из почв Олонецкой равнины способствует постоянная высокая влажность почв, которая препятствует уплотнению и конденсации названных кислот, а следовательно, и более прочному закреплению в них азота.

На основании данных последовательного гидролиза 5% и 25% H₂SO₄ можно заключить, что 50—70% азотистых соединений гуминовых кислот представлены моноаминокислотами, гидролизуемыми 5% H₂SO₄. 20—30% азотистых соединений представляют собой белковые вещества или близкие к ним продукты распада белков, которые переходят в раствор лишь при гидролизе 25% H₂SO₄. Самую незначительную часть (10—20%) составляет азот, очень прочно закрепленный в гуминовых кислотах, не переходящий в раствор при гидролизе 25% H₂SO₄.

Последовательный гидролиз кислотами той же концентрации, но проведенный без нагревания дал значительно меньшее количество азотсодержащих соединений, перешедших в раствор (табл. 3). Во-первых, обращает на себя внимание то, что при холодном гидролизе гуминовых кислот в негидролизуемом остатке находится до 80% азота. Лишь в гуминовых кислотах из лесной подстилки содержание азота негидролизуемого остатка несколько ниже (68%).

Во-вторых, при гидролизе 25% H₂SO₄ в течение 24 часов из всех почв гидролизуется примерно одинаковое количество азота, составля-

Таблица 3

Содержание гидролизуемых и негидролизуемых форм азота в гуминовых кислотах 1-й фракции (гидролиз проводился без нагревания)

Название почвы	Горизонт	Общее содержание азота (%)	Гидролиз 0,5% H ₂ SO ₄		Гидролиз 5% H ₂ SO ₄		Гидролиз 25% H ₂ SO ₄		Негидролизуемый остаток	
			% азота	% от общего азота	% азота	% от общего азота	% азота	% от общего азота	% азота	% от общего азота
Подзол гумусово-железистый	A ₀	2,77	0,181	6,6	0,364	13,1	0,330	11,9	1,895	68,4
Подзолистая вторично-дерновая	A ₁	4,47	0,392	11,6	0,196	7,2	0,296	6,6	3,586	74,6
Подзолистая окультуренная	A _п	4,47	0,516	8,8	0,323	4,6	0,292	6,6	3,340	80,0
Подзол торфянистый гумусово-иллювиальный	BH	2,77	0,182	6,6	0,182	6,6	0,275	10,0	2,131	76,8
Дерново-подзолисто-глеявая	A ₁	4,95	0,433	8,8	0,495	10,0	0,280	5,9	3,742	75,3
Дерново-подзолисто-глеяватая окультуренная	A _п	4,99	0,124	2,7	0,374	7,7	0,282	5,9	4,210	83,7
Дерново-подзолистая окультуренная	A _п	3,80	0,615	16,2	0,245	6,5	0,267	7,0	2,673	80,3

ющее около 0,3% от органического вещества гуминовых кислот. Это говорит об однородности строения и состава гуминовых кислот изучаемых почв.

В-третьих, наибольшая разница в содержании азота получается при гидролизе гуминовых кислот 0,5N H₂SO₄, т. е. в наиболее изменчивой части азота, который может играть наибольшую роль в питании растений.

Из данных табл. 3 видно, что наибольшее количество легкогидролизуемого азота (0,62%) содержится в гуминовых кислотах из дерново-подзолистых окультуренных почв, хотя содержание его в этих кислотах здесь не самое высокое (3,8%). Это говорит о том, что некоторая часть азота находится в боковых цепях, может легко отщепляться и при недостатке минеральных форм азота использоваться микроорганизмами или высшими растениями.

Об использовании легкогидролизуемых форм азота гуминовых кислот свидетельствуют данные содержания азота в 0,5N вытяжки окультуренной и целинной почв Олонецкой равнины. В окультуренной почве, где микробиологические процессы протекают более активно, содержание легкогидролизуемого азота почти в четыре раза меньше, чем в целинной почве под щучковым лугом.

ВЫВОДЫ

1. Содержание азота в гуминовых кислотах почв Карелии колеблется от 2 до 5% и зависит от природных условий гумусообразования.
2. Гуминовые кислоты, прочно связанные с минеральной частью почвы (III фракция), содержат меньше азота, чем гуминовые кислоты, извлекаемые из почвы непосредственно щелочью.
3. Фульвокислоты беднее азотом, чем гуминовые.

4. Азот гуминовых кислот отличается высокой подвижностью. При гидролизе их 5% H_2SO_4 в раствор переходит до 70% общего содержания азота.

5. Количество легкогидролизуемых форм азота гуминовых кислот, которые играют наибольшую роль в питании растений, очень не постоянно и зависит от обеспеченности растений и микроорганизмов минеральными формами азота.

*Институт леса
Карельского филиала
АН СССР*

*Поступила в редакцию
19, II 1958*

ЛИТЕРАТУРА

1. Дояренко А. Г. Гуминовые кислоты как азотистая составная часть почвы. Изв. Московского с/х ин-та, т. 6, кн. 4, 1900.
2. Драгунов С. С., Бахтина Е. Ф. Азотистые вещества природных гуминовых кислот. Журн. прикладной химии, т. 8, № 5, 1935.
3. Драгунов С. С. Азотистые вещества гуминовых кислот. Сб. „Органо-минеральные удобрения“, Тр. НИУ, вып. 127, 1938.
4. Пономарева В. В. О методах выделения и химической природе фульвокислот. Почвоведение, № 12, 1947.
5. Рыдалевская М. Д., Терешенкова И. А. К познанию природы азотистых соединений гуминовых кислот. Уч. зап. ЛГУ, серия биол. наук, № 221, вып. 42, 1956.
6. Шмук А. А. Несколько данных к вопросу о формах азота в почвах. Журн. опытной агрономии, № 15, 1914.