

О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ТОРФОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. Н. БЛИНКОВ, А. Ф. БОРОВКОВА

На территории Томской области находятся исключительно большие запасы торфов. Эти торфа еще почти не используются и плохо изучаются, что и побудило нашу кафедру к их исследованию. Торфа изучаются кафедрой в разных направлениях. В данной работе кратко обобщаются исследования по химии торфа.

Для рационального использования торфа необходимо знать его качество, которое зависит прежде всего от характера болота, на котором он образовался. Торфа и болота, в которых они залегают, разнообразны. Их обычно подразделяют на два основных типа: верховые и низинные. Верховые торфа образуются преимущественно из белых мхов (сфагнум) и характеризуются резкой кислотностью, сильно выраженными дезинфицирующими свойствами и необычайно высокими влагоемкостью и газопоглотительной способностью, но содержат в себе мало азота и золы. Торфа низинного болота образуются из различных трав и древесных пород и отличаются слабой кислотностью и высоким содержанием азота и золы, но в меньшей степени обладают другими, указанными выше свойствами. Из приведенной характеристики следует, что верховые торфа наиболее пригодны на подстилку скоту, а низинные — на удобрение. Такой вывод подтверждается и практикой.

Однако торфа по целому ряду признаков существенно различаются и в пределах типа, что тоже полезно учитывать. По нашему мнению, важнейшим показателем качества торфа является его химическая характеристика, а поэтому химическим анализом торфов, в связи с их использованием на удобрение, мы уделяем много внимания.

Для своих анализов мы берем образцы торфа послойно на разных глубинах: 0—5, 5—30, 30—55, 55—100, 100—150, 150—200 см и т. д. до дна торфяника. До глубины 1,0—1; 5 м образцы берутся посредством острой лопаты, а глубже — посредством специального бура.

Кафедрой исследуются торфа из разных районов Томской области, но преимущественно низинные торфа из Томского р-на. Особенное внимание уделяется Таганскому торфянику, одному из наиболее мощных и перспективных. С 1964 г. этот торфяник уже разрабатывается механизированной бригадой, созданной облисполкомом по инициативе кафедры. Добываемый торф используется на удобрение главным образом Тахтамышевским совхозом, на территории которого находится Таганское болото.

Торфа анализировались на содержание различных групп веществ, общего азота и главных зольных элементов. Для группового анали-

за использован комплекс методов по схеме, разработанной А. Р. Кизелем [9], с изменениями, позаимствованными у Ваксмана [5], Н. Н. Иванова [7], М. М. Кононовой [10] и других авторов. При этом битумы экстрагировались по Сокслету посредством бензина и спиртобензола, сахара определялись по Бертрану, общий азот — по Кьельдалю, фосфор — объемным методом в модификации А. А. Шмука [5], калий — методом спектрального анализа, зола и содержащиеся в ней железо, кальций, магний и кремний — обычными методами, описанными в руководствах по биохимии [6], [7]. Одновременно в торфах определялся рН электрометрическим методом.

Полученные результаты частично обобщены в работах проф. Г. Н. Блинкова и его сотрудников [2], [3], [4]. Некоторые средние данные из двукратной повторности по групповому анализу приводятся в табл. 1 и 2 и по анализу на содержание азота и зольных элементов — в табл. 3.

Таблица 1

Процентное содержание различных групп веществ в сухой массе низинных торфов сильной степени разложения и рН этих торфов

| Что определялось | Болота, из которых взяты образцы | | |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------|------------|
| | Поросинско-Петровское | Таганское | Ипатовское |
| Битумы | 10,00 | 10,99 | 9,59 |
| Фракция, растворимая в воде | 6,31 | 3,50 | 5,03 |
| Гемицеллюлозы | 11,98 | 11,40 | 2,63 |
| Целлюлоза | 0 | 0 | 0 |
| Лигнин | 40,72 | 46,27 | 50,39 |
| Сырой протеин (№ x 6,25) | 16,87 | 17,25 | 20,37 |
| Зола | 10,74 | 9,26 | 11,38 |
| Сумма | 96,62 | 93,67 | 98,38 |
| рН (солевое) | 6,2 | 6,1 | 6,0 |

Примечание. Анализы проведены доцентом Л. П. Романовой.

Судя по данным табл. 1, исследуемые торфа имеют почти нейтральную реакцию (их солевое рН = 6,0—6,2) и умеренное количество золы (9—11%), что характерно для типичных низинных торфов. Из содержащихся в торфах органических веществ первое место занимает лигнин (40—50%), а за ним в нисходящем порядке следуют: сырой протеин (17—20%), битум (9,6—11%) и, наконец, вещества, растворимые в воде (3,5—6,3%). У торфов Поросинско-Петровского и Таганского болот содержится много гемицеллюлоз (11—12%); целлюлоза во всех торфах отсутствует.

Табл. 2 показывает, что в низинном торфянике по мере углубления возрастает содержание лигнина и битумов, но уменьшается содержание других органических веществ, т. е. сырого протеина, гемицеллюлоз и веществ, растворимых в воде. Целлюлоза в виде следов проявляется

только в верхних горизонтах до глубины 50 см (последний слой не следует принимать в расчет, так как в нем очень много золы). Указанная закономерность наблюдается и по верховому торфянику; исключения составляют азотные вещества, содержание которых с углублением возрастает. Целлюлозы в сфагновом торфянике много содержится в верхнем слое (33%), но по мере углубления она резко убывает.

Таблица 2

Процентное содержание различных групп веществ в сухой массе верхового и низинного торфов на различной глубине залегания и рН этих торфов

| Что определялось | Сфагновое Рыбаловское болото на глубине в см | | Низинное Таганское болото на глубине в см | | | | |
|-----------------------------|--|-------|---|-------|--------|---------|---------|
| | 5—25 | 25—50 | 5—30 | 31—55 | 56—105 | 106—150 | 151—200 |
| Битумы | 9,16 | 14,86 | 4,00 | 7,60 | 6,77 | 7,24 | 3,67 |
| Фракция, растворимая в воде | 5,02 | 4,60 | 4,29 | 4,40 | 3,05 | 1,98 | 1,61 |
| Гемицеллюлозы | 16,90 | 14,94 | 20,96 | 15,14 | 14,83 | 11,96 | 3,49 |
| Целлюлоза | 33,18 | 9,37 | следы | следы | 0 | 0 | 0 |
| Лигнин | 21,44 | 33,33 | 36,92 | 40,02 | 41,70 | 46,29 | 29,62 |
| Сырой протеин | 8,81 | 16,60 | 18,00 | 17,87 | 15,69 | 15,19 | 11,20 |
| Зола | 2,34 | 2,41 | 8,80 | 9,15 | 9,35 | 11,90 | 42,62 |
| Сумма | 96,85 | 96,16 | 92,97 | 94,13 | 94,39 | 94,56 | 92,21 |
| рН (солевое) | 3,35 | 3,35 | 6,08 | 6,17 | 6,06 | 6,13 | 6,19 |

Примечание. Анализы проведены аспирантом В. С. Козловым.

Из приведенных сопоставлений очевидно, что по групповому анализу можно судить не только о химическом составе торфа, но и об интенсивности минерализации различных органических веществ. В частности, целлюлоза, которая у растений торфообразователей среди других веществ занимает первое место (например, у мхов-сфагнум, по Ваксману [5]), превышает 60%, разлагается относительно быстро.

Наши данные по большинству групп веществ сходны в общем с данными Ваксмана [5], полученными на основе анализа американских торфов. Однако торфа нашей страны, по сравнению с американскими, резко отличаются высоким содержанием битумов, что впервые было отмечено Г. Л. Стадниковым [14], [16] и впоследствии подчеркивалось Ваксманом.

Стадниковым же уточнено понятие «битумы». К этой группе веществ он относит естественные смеси углеводов или их кислородных производных, растворимых в органических растворителях и сероуглероде. Битумы торфа состоят главным образом из восков и смол, которые содержатся примерно в равных соотношениях [8].

Из табл. 3 видно, что наши низинные торфа богаты таким важнейшим для питания растений элементом, как азот: на долю азота приходится 2—3% от веса сухой массы торфа, что в 1,5 раза превышает его содержание в соломенном навозе.

Наши данные соответствуют литературным [3].

Наибольшее количество азота находится в верхних слоях торфяников, а по мере углубления оно закономерно снижается независимо от

Содержание азота, золы и главных зольных элементов в низинных торфяниках
Томского района (в % на сухой вес)

| Название торфяника | Глубина слоя в см | Азот | | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SiO ₂ | Зола |
|---|-------------------------|------|-------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|-------|-------|------------------|------|
| | | 3 | 4 | | | | | | | |
| Поросинско-Петровское вблизи от фермы "Борики" | 5-30 | 3,06 | 1,83 | 0,14 | 2,96 | 5,85 | 0,30 | 2,46 | 10,50 | |
| | 30-55 | 2,90 | 2,52 | 0,08 | 3,07 | 5,27 | 0,52 | 5,10 | 17,23 | |
| | 55-100 | 2,58 | 1,50 | 0,16 | 3,00 | 5,67 | 0,35 | 3,25 | 10,60 | |
| | 100-150 | 2,44 | 3,17 | 0,24 | 2,40 | 6,04 | 0,52 | 6,40 | 18,31 | |
| | 150-200 | 2,43 | 1,69 | 0,36 | 3,61 | 6,00 | 0,65 | 8,10 | 21,2 | |
| Таганское, северо- западная часть | 5-30 | 3,10 | 9,35 | 0,09 | 18,07 | — | 0,30 | 1,53 | 28,90 | |
| | 30-55 | 3,08 | 1,42 | 0,15 | 2,88 | 3,82 | 0,60 | 3,81 | 18,67 | |
| | 55-100 | 2,67 | 2,02 | 0,15 | 4,30 | 4,31 | 0,91 | 5,66 | 20,04 | |
| | 150-200 | 2,53 | 1,68 | 0,28 | 4,22 | 5,06 | 0,96 | 7,80 | 19,10 | |
| | 300-345 | 1,38 | 0,94 | 0,93 | 4,00 | 5,19 | 1,62 | 20,1 | 50,9 | |
| Илатовское, северная часть | 5-25 | 3,00 | 3,80 | 0,26 | 8,13 | 7,17 | 0,13 | 1,70 | 18,45 | |
| | 25-50 | 2,66 | 0,91 | 0,09 | 2,51 | 6,31 | 0,16 | 1,86 | 9,68 | |
| | 50-100 | 2,19 | 1,22 | 0,43 | 3,67 | 6,10 | 0,29 | 2,18 | 17,13 | |
| | 100-150 | 0,52 | 10,75 | 0,64 | 19,90 | 9,53 | 0,28 | 3,44 | 35,00 | |
| | 250-300 | 1,27 | 1,62 | 0,80 | 4,35 | 11,06 | 1,17 | 11,31 | 37,87 | |
| 300-350 | 0,41 | 0,54 | — | 3,84 | 37,00 | 2,06 | 31,12 | 85,36 | | |

Окончание табл. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| Вершининское, у с. Вершинино, в пойме р. Томи | 5—50 | 2,83 | 3,40 | 0,27 | 7,91 | 5,61 | 0,18 | 2,31 | 19,56 |
| | 50—100 | 2,30 | 4,03 | 0,35 | 9,13 | 5,86 | 0,27 | 3,13 | 24,18 |
| Роженское, центральная часть | 5—50 | 2,36 | 4,72 | 0,34 | 9,83 | 6,15 | 0,55 | 3,48 | 15,20 |
| | 50—100 | 2,01 | 4,50 | 0,44 | 8,94 | 7,39 | 0,73 | 7,12 | 34,85 |
| | 100—150 | 1,55 | 6,15 | 0,61 | 12,00 | 8,61 | 1,31 | 15,40 | 39,33 |
| | 300—350 | 1,85 | 2,45 | 0,66 | 5,42 | 8,50 | 2,18 | 14,90 | 36,50 |
| | 400—450 | 0,65 | 0,66 | — | 1,58 | 35,00 | 0,45 | 31,10 | 74,30 |

Примечание: Анализы проведены аспирантом В. С. Козловым.

содержания золы. Отмеченную закономерность мы объясняем тем, что в верхних горизонтах торфяников, в связи с лучшими условиями аэрации и обогрева, несомненно интенсивнее происходит азотфиксация азотобактера, который, по нашим данным, в исследуемых торфяниках находится в больших количествах.

За высокое содержание азота торф рассматривается прежде всего как азотистое удобрение. По словам акад. Д. Н. Прянишникова [1], торф является своего рода «азотной рудой». Однако следует подчеркнуть, что в торфе азот содержится преимущественно в составе недоступных для растений органических соединений и из них освобождается в виде усвояемого растениями аммиака в процессе аммонификации, которая в чистом торфе протекает крайне медленно. Минерализация не только азотистых, но и других веществ торфа заметно ускоряется при его компостировании.

По содержанию фосфора торфяники, представленные в табл. 3, должны быть отнесены к вивианитовым. В различных слоях торфяников содержание фосфорной кислоты резко варьирует: минимальное ее количество составляет 1%, а максимальное превышает: в Поросинско-Петровском торфянике — 3%, в Вершининском — 4%, в Рожневском — 6%, в Таганском — 9%, а в Ипатовском оно составляет 10,75%.

В подстилающем слое Таганского торфяника часто залегает вивианит, в котором, по нашим данным, содержится свыше 23% фосфорной кислоты. Согласно исследованиям Н. А. Полянского [11], фосфор вивианита усваивается растениями примерно так же, как и фосфор суперфосфата; такой вывод подтверждается и неопубликованными еще данными Г. Н. Блинкова и В. С. Козлова. Таким образом, торфа перечисленных болот могут служить источником не только азота, но и фосфора.

В золе наших торфяников содержится значительное количество углекислого кальция, особенно в придонных и подстилающих слоях Рожневского и Ипатовского болот. Очевидно, что последние могут служить и как материал для известкования. Много в золе также железа, магния и кремния, но мало такого ценного для растений элемента, как калий: количество окиси калия составляет 0,08—0,93%. Следует отметить, что наши данные по калию находятся в пределах нормы: по литературным данным [13], K_2O в низинных торфах северной зоны составляет из расчета на их сухой вес 0,03—0,2%, а в торфах русской лесостепи [12]—от 0,16 до 1,16%.

В табл. 4 даются сведения о содержании азота, фосфора и золы в торфах новых разрезов низинных болот Томского района, уже представленных в табл. 3, и в торфах трех других болот, из которых Шегаро-Иксинское болото относится к переходному типу, а другие два — к низинному.

Табл. 4 подтверждает отмеченные выше закономерности о высоком содержании азота в низинных торфяниках и о том, что по мере углубления содержание азота в торфяниках закономерно снижается. В верхнем горизонте (5—25 см) у различных торфяников количество азота неодинаково: оно колеблется в пределах от 2,05 до 3,41%; минимум у Рожневского и максимум у Коларовского торфяников.

Как правило, наиболее богаты азотом торфа с умеренным содержанием золы и, наоборот, беднее азотом высокозольные торфяники. Это положение подтверждается данными только что названных Рожневского и Коларовского торфяников. Однако из указанного правила бывают и исключения, примером чего может служить торф из проанализированного нами разреза Васюганского болота: в верхнем слое (0—30 см) этого разреза содержится азота 3,18% при зольности в 32% и в следующем слое 2,73 азота при зольности около 46%.

Таблица 4

Содержание азота, фосфора и золы в торфах различных районов Томской области

| Болото, из которого взят образец | Глубина слоя в см | рН (солевое) | в % на сухой вес | | |
|---|-------------------|--------------|------------------|-------------------------------|-------|
| | | | азот | P ₂ O ₅ | зола |
| Таганское, северная часть | 5—25 | 6,2 | 2,84 | 0,59 | 13,19 |
| | 25—50 | 6,1 | 2,75 | 0,47 | 11,38 |
| | 50—100 | 6,2 | 2,37 | 0,49 | 11,23 |
| | 100—150 | 6,5 | 2,25 | 0,60 | 14,21 |
| | 150—200 | 6,6 | 2,18 | 0,40 | 17,18 |
| Поросинско-Петровское, северная часть | 5—25 | 6,0 | 2,95 | 0,73 | — |
| | 25—50 | 5,6 | 2,81 | 0,38 | 15,37 |
| | 100—150 | 6,2 | 2,32 | 0,41 | 18,03 |
| | 150—200 | 5,8 | 2,26 | 0,31 | 16,15 |
| | 250—300 | 6,2 | 2,08 | 0,55 | 25,22 |
| | 300—350 | 7,3 | 0,51 | 0,15 | 77,72 |
| Рожневское, центральная часть | 5—25 | 5,8 | 2,05 | 4,13 | 31,09 |
| | 25—50 | 6,7 | 2,10 | 5,18 | 28,72 |
| | 100—150 | 6,7 | 1,88 | 2,18 | 30,68 |
| | 150—200 | 7,3 | 1,85 | 1,96 | 26,96 |
| | 200—250 | 7,3 | 0,80 | 0,31 | 68,91 |
| Рожневское, южная часть | 5—50 | 5,8 | 2,57 | — | 11,24 |
| | 50—100 | — | 2,40 | 1,38 | 26,50 |
| | 100—150 | 7,3 | 2,30 | 3,27 | 25,13 |
| | 150—200 | 6,4 | 2,18 | 2,45 | 24,43 |
| | 200—250 | 7,3 | 1,71 | 2,10 | 32,04 |
| Коларовское Томского района | 0—25 | 5,8 | 3,41 | 1,55 | 16,34 |
| | 25—50 | 5,9 | 3,22 | 0,29 | 10,45 |
| | 50—75 | 5,5 | 3,00 | 0,30 | 9,44 |
| | 100—150 | 5,4 | 2,27 | 0,26 | 23,43 |
| Васюганское, долина р. Ньюрольки, пос. Рабочий Каргасокского района | 0—30 | 4,2 | 3,18 | 0,50 | 32,08 |
| | 30—45 | 4,4 | 2,73 | 0,19 | 45,69 |
| | 60—73 | 4,3 | 2,23 | 0,37 | 37,96 |
| Шегаро-Иксинское Шегарского района | 0—20 | 4,0 | 2,91 | 0,30 | 3,60 |
| | 20—70 | 3,9 | 2,68 | 0,23 | 2,61 |
| | 70—115 | 3,9 | 2,23 | 0,20 | 4,15 |

Примечание. Образцы из всех болот, кроме последнего, проанализированы ассистентом А. Ф. Боровковой при участии ассистента В. М. Быкова и лаборанта В. В. Троицкого; по Шегаро-Иксинскому болоту—аспирантом М. Ф. Разумниковым.

Переходный Шегаро-Иксинский торфяник тоже довольно богат азотом и с углублением содержание этого элемента тоже падает: в слое 0—20 см азот на сухой вес составляет — 2,91%, а на глубине 70—115 см — только 2,23%.

Фосфорной кислоты в обсуждаемых пробах много только по Рожневскому торфянику, а по всем другим торфяникам ее меньше, чем в прежних размерах (табл. 3). Содержание фосфорной кислоты колеблется в зависимости от торфяника в следующих пределах (не считая самых нижних слоев, где преобладает зола): в Рожневском — от 1,38 до 5,18%, в Таганском от 0,40 до 0,60%; в Поросинско-Петровском — от 0,31 до 0,73%, в Коларовском — от 0,26 до 1,55%, в Васюганском — от 0,19 до 0,50% и в Шегаро-Иксинском от 0,20 до 0,30%.

По многочисленным данным прежних анализов нашей кафедры [3], [4], содержание фосфорной кислоты в таганском торфе колеблется от 1 до 9% и в поросинско-петровском торфе — от 1 до 4%. Из этого следует, что в названных болотах преобладает торф с высоким содержанием фосфорной кислоты, что свойственно группе вивианитовых торфов.

Выводы

1. В низинных торфах из органических веществ резко преобладает лигнин, а за ним в нисходящем порядке следуют: азотистые вещества, у торфов средней степени разложения — гемицеллюлозы, а у торфов высокой степени разложения — битумы; последнее место занимают вещества, растворимые в воде. Целлюлоза обнаруживается в виде следов лишь в верхних слоях слабо разложившихся торфов. По мере углубления в торфянике возрастает содержание лигнина и битумов.

2. Указанные закономерности в основном применимы и к верховому торфянику, но для него, кроме того, характерно большое количество целлюлозы в верхнем горизонте, которая с углублением резко убывает; характерно также и то, что содержание азотистых веществ при углублении возрастает.

3. Азот в верхнем слое торфяников (5—30 см) низинного типа колеблется из расчета на сухое вещество в пределах от 2 до 3,4%; по мере углубления его содержание закономерно снижается независимо от содержания золы.

4. Содержание фосфорной кислоты в низинных торфах варьирует от 0,2 до 10%. Наиболее богаты фосфором вивианитовые торфа, которые часто встречаются (или даже преобладают) в ряде болот Томского района: в Таганском, Рожневском, Поросинско-Петровском, Ипатовском и Вершининском.

5. В подстиляющем слое Таганского торфяника часто залегает вивианит, в котором содержание фосфорной кислоты превышает 23%. Вегетационными опытами установлено, что этот вивианит по своей питательной ценности не уступает хорошему суперфосфату.

6. Торфа перечисленных болот обладают слабокислой или даже нейтральной реакцией, что связано с наличием в их составе значительного количества углекислого кальция. Особенно богаты кальцием придонные и подстиляющие слои Рожневского и Ипатовского торфяников, которые могут служить материалом для известкования почв.

7. Содержание калия в наших низинных торфах колеблется от 0,08 до 0,93%, что в соответствии с литературными данными находится в пределах нормы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Н. Прянишников. Избранные сочинения, т. 1, Агрохимия, Сельхозгиз, 1952.
2. Г. Н. Блинков, Л. П. Романова, А. Ф. Боровкова. Торф и его использование в сельском хозяйстве в условиях Сибири. Ученые записки Томского пед-института, т. XXI, в. II, стр. 3, Томск, 1964.
3. Г. Н. Блинков, В. С. Козлов. Химический состав низинных торфов Таганского и Петровского болот. Известия Томского отделения Всесоюзного ботанического общества, т. V, стр. 99, Красноярск, 1964.
4. Г. Н. Блинков, В. С. Козлов. О химическом составе торфов Томского р-на. Кн. «Вопросы химизации сельского хозяйства Томской области», стр. 88, Зап. Сиб. книжное изд. Томское отделение. Томск, 1965.
5. С. А. Ваксман. Гумус. Сельхозгиз. Москва, 1937.
6. А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова-Иконникова, И. К. Мурри. Методы биохимического исследования растений. Сельхозгиз. М.-Л., 1952.
7. Н. Н. Иванов. Методы физиологии и биохимии растений. Сельхозгиз. М.-Л., 1946.
8. Л. И. Каштанов. Химия торфа. Гостехиздат. М.-Л., 1932.
9. А. Р. Кизель. Практическое руководство по биохимии растений. Биомедгиз. М.-Л., 1934.
10. М. М. Кононова. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. Изд. АН СССР. Москва, 1951.
11. Н. А. Полянский. Ценные местные удобрения. Изд. Министерства с. х. РСФСР. Москва, 1960.
12. Н. И. Пьявченко. Торфяники русской лесостепи. Изд. АН СССР. Москва, 1958.
13. Справочник по торфу. Сельхозгиз. Москва, 1960.
14. Г. Л. Стадников. Химия торфа. Гостехиздат. М.-Л., 1932.
15. А. А. Шмук. Химия табака и махорки. Пищепромиздат. Москва, 1938.
16. Stadnikov G. Neuere Torfchemie. Dresden, 1930.