

УДК 631.445.12 (47)

ОЦЕНКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЗАПАДНОСИБИРСКИХ ТОРФОВ

Л.И. ИНИШЕВА*, С.Г. МАСЛОВ**, Т.В. ДЕМЕНТЬЕВА*, Е.В. ПОРОХИНА*, В.А. ДЫРИН*

* *Томский государственный педагогический университет, г. Томск*

** *Томский политехнический университет, г. Томск*

inisheva@mail.ru, maslovsg@tpu.ru, agroecol@yandex.ru

Цель данной работы – изучение фракционно-группового состава органического вещества (ОВ), фракционного состава азота торфов и обоснование критериев оценки свойств ОВ торфов. В составе ОВ западносибирских торфов по сравнению с торфами других регионов отмечено повышенное содержание липидов. Общее содержание гумусовых кислот (ГК) в торфах низинного типа возрастает в ряду: травяно-моховая группа – моховая группа – древесная группа – древесно-травяная – травяная группа. Группы торфов низинного типа характеризуются повышенным содержанием азота. Состав азота в торфах подтверждает ведущую роль ботанического состава в распределении азотистых соединений. Проведенный корреляционный анализ показал, что среди всех исследуемых параметров состава ОВ торфов значимыми являются: сумма ГК, содержание липидов, отношение C/N, содержание углеводов. Это дает основание считать их наиболее существенными и рассматривать как возможные параметры агрохимической классификации торфов.

Ключевые слова: торф, Западная Сибирь, органическое вещество, корреляционный анализ, значимые параметры, классификация торфов

L.I. INISHEVA, S.G. MASLOV, T.V. DEMENTYIEVA, E.V. POROKHINA, V.A. DYRIN. ESTIMATION OF ORGANIC MATTER OF THE WEST-SIBERIAN PEATS

The aim of this work is to study the fractional-group composition of peats OM (organic matter), the fractional composition of peat nitrogen and substantiation of criteria for the evaluation of properties of peats OM. For characterization of the composition of peats OM 140 samples were selected. Every type of peat on the botanical composition is represented by peat test sample of 6-19 samples.

In the samples the botanical composition and the degree of peat decomposition [GOST 28245.2-89], ash content [GOST 11306-83], fractional composition of nitrogen according to Shconde-Koroleva method, fractional-group composition of OM according to V.V.Ponomareva and T.A.Nikolaeva were determined.

It was found that in the composition of OM of the West Siberian peats higher content of lipids was noted in comparison with peats from other regions. The total content of humic acids (HA) in low-mire peats increases as follows: grass-moss group – moss group- wood group - wood-grass - grass group. Groups of low-mire peats are characterized by higher content of nitrogen. The composition of nitrogen in peats confirms the leading role of the botanical composition in the distribution of nitrogenous compounds.

Correlation analysis showed that among all the investigated parameters of OM composition of peats significant are: amount of HA, lipid content, ratio C/N, carbohydrate content. This gives grounds to regard them as most significant and to consider them as possible parameters of agrochemical classification of peats.

Keywords: peat, West Siberia, organic substance, correlation analysis, significant parameters, classification of peats

Введение

Современная стратегия развития биотехнологий, например, в сельском хозяйстве, была определена А.А. Жученко как химико-техногенная [1]. В

результате такой стратегии сельскохозяйственная отрасль, базирующаяся на использовании практически неисчерпаемых и безопасных ресурсов энергии Солнца и атмосферы, превратилась к началу XXI в. в источник загрязнения природной среды

(химические удобрения, пестициды, мелиоранты). На повестке дня стоит задача вернуться к экологически рациональному ведению сельского хозяйства, а с научных позиций – к системной методологии научных исследований, как это отметил Г.П. Гамзиков [2]. Одним из источников природного сырья, позволяющего получить для сельского хозяйства экологически чистую продукцию (ветеринарные препараты для животноводства, биостимуляторы и ростовые вещества, средства защиты растений и др.), является торф [3].

Много внимания торфам и торфяным почвам было уделено В.Н. Ефимовым и его учениками [4,5 и др.]. Важное положение В.Н.Ефимова [6] о том, что разные ботанический состав и экологические условия торфообразования являются основной причиной широкого варьирования химического состава органического вещества торфов, должно получить дальнейшее развитие. Состав и свойства торфов изменяются в широких пределах [7]. Особенности ботанического состава торфов Западной Сибири позволили выделить ряд видов торфа, не встречающихся на Европейской территории России: согровый, листовничный, пихтовый, осоково-злако-вый, сосново-осоковый и др. [8]. Всего в пределах Западно-Сибирской равнины обнаружено 115 видов торфа, в том числе 74 вида низинного, 25 переходного и 16 верхового типа [9]. Если учесть еще два основных показателя, которые влияют на качество торфа – зольность и степень разложения, то число комбинаций торфа, различающихся по свойствам, уже будет более 3500. Первое и единственное наиболее полное исследование отличий химического состава торфов Западной Сибири от торфов европейского региона России представлено в работе [10]. Так, было выявлено, что западносибирские торфа как верхового, так и низинного типа имеют повышенную зольность, при этом степень их разложения несколько ниже европейских аналогов, что связано с резко континентальными условиями торфообразования и пониженной активностью биохимических процессов.

Исследования фракционно-группового состава органического вещества (ОВ) торфов с учетом ботанического состава малочисленны [6, 11, 12, 13], выполнены с использованием разных методов анализа и не всегда могут быть сравнимы. Слабо изучен вопрос о влиянии ботанического состава на структуру ОВ торфов. Вместе с тем такие исследования представляют значительный интерес с позиций оценки качества торфов и их рационального использования. Поэтому целью данной работы было поставлено изучение фракционно-группового состава ОВ, фракционного состава азота торфов и обоснование критериев оценки свойств ОВ торфов.

Материал и методы

Для характеристики состава ОВ торфов отобрано 140 образцов, принадлежащих к 12 видам, включая все виды представительных для Томской области торфов низинного типа (древесный, древесно-осоковый и древесно-травяной, осоковый, травяной, осоково-гипновый, гипновый), а также репре-

зентативные виды торфов верхового типа (фускум, комплексный, сфагновый мочажинный, пушицево-сфагновый, шейцериевый). Каждый вид торфа по ботаническому составу представлен выборкой из 6–19 образцов.

В образцах определяли ботанический состав и степень разложения [ГОСТ 28245.2-89], зольность [ГОСТ 11306-83], фракционный состав азота по методу Шконде-Королевой [14], фракционно-групповой состав углерода по В.В. Пономаревой и Т.А. Николаевой [15].

Результаты исследований

Содержание воскоsmол (также битумы или липиды, включающие парафины, воска, смолы, масла и асфальтены) в исследуемых торфах в зависимости от их ботанического состава изменяется в пределах 0,9 – 30,9% от общего углерода (Собщ). По сравнению с липидами, содержащимися в торфах европейской территории (от 1 до 18%) [16], исследуемые торфа более обогащены липидами. Верховые виды торфов содержат их в 1,5 – 2 раза больше, в низинных видах торфов – не более 8,5% липидов в средних значениях. Следует отметить, что в содержании этой фракции наблюдаются наибольшие различия между торфами верхового и низинного типов (табл.1).

Легкогидролизуемый углерод (ЛГ) в исследуемых торфах изменяется в пределах 0,8 – 20,8 % от Собщ. Наименьшее значение определено в низинной древесно-травяной группе, наибольшее – в верховой моховой группе торфов. Торфа травяно-моховой и моховой групп обоих типов имеют содержание ЛГ примерно в два раза выше по сравнению с остальными торфами, что объясняется повышенным содержанием гемицеллюлозы моховых растений торфообразователей. Содержание ЛГ в торфах не зависит от их степени разложения и зольности, что было установлено корреляционным анализом.

Содержание трудногидролизуемого углерода (ТГ) в исследуемых торфах изменяется от 0,9 до 47,0 % от Собщ. Средние значения по группам торфа колеблются в пределах 4,7–14,7%. В целом низким содержанием ТГ веществ характеризуется торф низинного типа, повышенным – торф верхового типа. Если сравнить закономерности содержания ТГ и ЛГ в разных группах торфов, то можно заметить их взаимозависимость. Это и понятно, поскольку как ЛГ, так и ТГ вещества характеризуют обогащенность торфа углеводами. Углеводы усваиваются микрофлорой в первую очередь, и, следовательно, содержание ЛГ и ТГ как параметров, характеризующих доступность микробиологическому разрушению, могут служить критерием оценки качества торфа при его использовании.

Гумусовые вещества – это постоянная составная часть торфа. И в этом заключается принципиальное отличие ОВ торфа от ОВ растений-торфообразователей, в которых гумусовые вещества отсутствуют. Общее содержание гуминовых кислот (ГК) в торфе служит показателем степени гумификации ОВ торфа. Их содержание в торфах

Таблица 1

**Содержание отдельных компонентов органического вещества торфов,
% от общего углерода**

Table 1

Content of separate components of peats organic matter, % from total carbon

Группа, вид торфа	Выборка	Воскосмолы		Сумма гуминовых кислот		Свободные гуминовые кислоты		Легкогидролизуемые вещества	
		экстремумы среднее	дисперсия	экстремумы среднее	дисперсия	экстремумы среднее	дисперсия	экстремумы среднее	дисперсия
Тип низинный									
Группа древесная	18	<u>3.3-8.5</u> 5,8	1,7	<u>17.8-34.4</u> 25,0	5,5	<u>2.7-12.0</u> 5,6	2,4	<u>3.4-7.9</u> 4,7	1,1
Группа древесно-травяная	19	<u>0.9-13.1</u> 6,8	2,3	<u>13.0-37.8</u> 26,3	7,1	<u>3.3-21.7</u> 8,1	5,2	<u>0.8-8.5</u> 5,0	1,8
Вид древесно-травяной	14	<u>0.9-13.1</u> 6,8	2,7	–	–	<u>3.3-21.7</u> 9,3	5,6	–	–
Группа травяная	35	<u>1.9-30.9</u> 7,8	4,5	<u>7.0-41.3</u> 26,2	6,7	–	–	–	–
Вид травяной	19	<u>1.9-30.9</u> 8,5	5,9	<u>19.1-41.3</u> 28,1	6,1	<u>3.8-23.3</u> 10,0	6,7	<u>2.3-9.5</u> 5,4	2,2
Вид осоковый	16	<u>4.5-10</u> 7,0	1,7	<u>7.0-32.4</u> 24,0	6,8	<u>3.3-9.1</u> 5,6	1,8	<u>2.2-12.4</u> 7,7	2,7
Группа травяно-моховая	14	<u>4.4-10.5</u> 6,7	1,7	<u>5.7-31.5</u> 18,9	7,2	<u>2.5-9.0</u> 5,2	2,0	<u>6.9-14.5</u> 11,1	2,7
Группа моховая (гипновый)	14	<u>4.2-9.2</u> 6,1	1,2	<u>9.9-35.6</u> 21,2	21,2	<u>1.8-8.4</u> 4,3	2,0	<u>7.7-13.5</u> 10,5	1,6
Тип верховой									
Группа травяная	4	<u>14.2-21.4</u> 17,8	3,0	<u>13.3-30.2</u> 21,1	7,2	<u>3.9-14.9</u> 9,7	5,3	<u>2.9-8.4</u> 5,7	2,8
Вид пушицево-сфагновый	12	<u>7.8-15.6</u> 11,5	2,6	<u>7.4-31.8</u> 16,8	8,7	<u>2.8-12.6</u> 6,6	3,4	<u>6.1-19.2</u> 11,0	5,0
Группа травяно-моховая	14	<u>7.8-15.6</u> 11,8	2,5	<u>7.4-31.8</u> 17,0	8,3	<u>2.8-12.6</u> 6,6	3,3	<u>6.1-19.2</u> 10,5	4,8
Группа моховая	19	<u>5.4-25.1</u> 11,6	4,5	<u>5.2-32.1</u> 14,0	6,3	<u>2.2-10.7</u> 5,5	2,3	<u>6.2-20.8</u> 13,7	4,0
Вид фускум	6	<u>5.4-15.7</u> 10,3	4,7	<u>5.2-13.9</u> 10,9	3,1	<u>2.2-5.3</u> 4,1	1,1	<u>6.2-14.0</u> 11,9	3,0
Вид комплексный	8	<u>8.4-14.9</u> 11,7	2,5	<u>7.4-22.7</u> 15,4	5,7	<u>3.4-10.7</u> 6,5	2,9	<u>7.3-17.3</u> 12,5	2,9

“–“ – нет данных

изменяется от 5,2 до 41,3% от Собщ. Степень варьирования этого показателя составляет: 22 – 36% для торфов низинного типа и 28 – 52% – для торфов верхового типа. Максимальное содержание ГК отмечается в низинной древесно-травяной и травяной группах торфов, в которых средняя степень разложения достигает 26 – 31%. Особенно высоким средним содержанием ГК отличаются торфа низинной травяной группы. Из этой закономерности выпадает осоковый торф, в котором при достаточно высокой степени разложения (27,5%) среднее содержание ГК значительно ниже среднего значения для травяной группы и не превышает 24%. Это подтверждает ведущую роль растений-торфообразователей при трансформации растительных остатков, в частности, гумификации. По-видимому, доля веществ, из которых в дальнейшем образуются гуминовые кислоты, в составе растительных остатков осоки ниже, чем в других видах торфов травяной группы.

Для низинной травяно-моховой и моховой групп характерно невысокое содержание ГК – в среднем 19,9–21,1% , что, очевидно, обусловлено

влиянием моховых торфообразователей. Отсюда можно предположить, что в низинном типе торфа общее содержание ГК в большей степени определяется ботаническим составом, чем степенью разложения торфа.

Представляет интерес изучение особенностей распределения отдельных фракций ГК в зависимости от ботанического состава торфа. Во фракциях ГК исследуемых торфов на долю первой фракции (ГК1) приходится около 30 %, на долю второй (ГК2) – до 10, на долю третьей фракции (ГК3) – 60 %. ГК1 определяет “актуальную” физиологическую активность торфов, поэтому остановимся на анализе этой фракции.

Содержание свободных ГК1 в торфах изменяется в широких пределах (табл.1). Низинный торф содержит больше ГК1, чем верховой. Исключение составляет верховой шейхцериевый торф. Заслуживают внимание близкие средние значения содержания ГК1 в моховых торфах верхового и низинного типов и травяно-моховых торфах обоих типов. Это свидетельствует о том, что накопление данной фракции ГК не связано с трофностью сре-

ды, в которой происходит образование торфа, а обусловлено иными причинами, например, исходным составом растительных остатков или особенностями водного режима болотного фитоценоза, отлагающего данный торф.

Выше приведенные результаты позволяют отметить своеобразие ОВ западносибирских торфов. Особое место занимает верховой шейхцериевый торф с максимальной для типа степенью разложения. Его фракционный состав существенно отличается от торфов верхового типа повышенным содержанием ГК и низким – углеводов при высоких значениях липидов. Торф верховой моховой группы с самой низкой степенью разложения имеет самое низкое содержание ГК и самое высокое – углеводов при среднем содержании свободных ГК и высоком содержании липидов. Торф верховой травяно-моховой группы по составу ОВ занимает промежуточное положение. Для торфов низинного типа характерно повышенное содержание ГК и пониженное – липидов, однако в целом содержание липидов в западносибирских торфах намного выше, чем в аналогичных торфах европейской территории России.

Вместе с тем необходимо учитывать, что интенсивность микробиологической деструкции ОВ торфов зависит также от содержания валового азота и доступности микрофлоре азотных соединений. Фракционный состав азотного фонда торфов и торфяных почв изучали многие ученые [11, 17–20 и др.]. На долю самых устойчивых компонентов ОВ торфов, гумусовых кислот и лигнина приходится соответственно 40–50 % и 23–34% валового азота [21]. На высокую устойчивость азота в целом в почвах Западной Сибири указывают Т.П. Славина и Г.П.Гамзиков [22,23].

Рассмотрим фракционный состав азота. Абсолютные величины содержания фракций (в мг/кг) на абсолютно сухое вещество (а.с.в) торфа характеризуют общие запасы азота каждой фракции, а доля каждой из фракций в общем азоте (% от Нобщ) позволяет оценить степень устойчивости азотных соединений к биохимической деструкции. Для краткости изложения соответствующие показатели будем называть абсолютным и относительным содержанием формы азота. В исследуемых торфах общее содержание азота изменяется в пределах 0,5–3,2 %. Низинный тип торфа содержит 0,7–3,2%, верховой 0,5–2,1%. Наиболее обогащена азотом низинная травяная группа торфов (в среднем 2,2%), затем следует древесная (1,9%) и моховая (1,4%). Низинные древесно-травяная и травяно-моховая группы торфов занимают промежуточное положение. В верховых торфах содержание общего азота намного меньше (табл. 2).

Минеральные соединения азота, имеющие максимальную подвижность и являющиеся непосредственным источником азотного питания растений, составляют 1–2% от общего азота в низинных и 1,5–8% в верховых торфах и обычно не превышают 100 мг/кг а.с.в. Причем величины среднего содержания минерального азота по группам торфов

разного ботанического состава не различаются. Минеральный азот представлен в основном аммиачными и нитратными соединениями, для которых характерна значительная сезонная изменчивость, и поэтому не может рассматриваться как параметр, связанный с генезисом торфа.

Относительное содержание легкогидролизуемого азота (Нлг) составляет в среднем 9,8% для низинного типа торфов и 8,5% – для верхового. Различия интервалов варьирования (соответственно 0,5–28,8% и 0,7–18,0%) и средних значений по типам торфов несущественны, в то время как группы торфов разного ботанического состава имеют более выраженные различия. Самым низким относительным содержанием Нлг выделяется фускум-торф в верховом типе и осоковый торф в низинном типе. Самое высокое значение этого показателя имеет торф низинной моховой группы, а также торф травяно-моховых групп обоих типов. Это характеризует их азот потенциально более подвижным.

Абсолютное содержание Нлг изменяется от 6 до 429 мг/кг. Общие закономерности в его изменении аналогичны изменениям содержания Нлг, хотя торфа разных типов по средним значениям Нлг различаются более существенно. Низинный торф в среднем содержит 185,1, а верховой торф – всего 105 мг/кг. Особенно низким содержанием Нлг выделяется фускум-торф – не более 64 мг/кг. Однако есть и некоторые отличия. Несмотря на более низкую долю Нлг в торфах верховой травяной группы по сравнению с торфами верховой травяно-моховой группы, по абсолютному содержанию Нлг торфа верховой травяной группы существенно превышают его содержание в травяно-моховой группе торфов. Среднее содержание Нлг по этим группам составляет соответственно 147 и 127 мг/кг. Среди торфов низинного типа высоким содержанием Нлг отличается торф травяной группы – в среднем 221 мг/кг, в то время как его доля в общем азоте для травяной группы – наименьшая в низинном типе. Близким содержанием Нлг характеризуются торфа моховой и древесной групп, в то время как по относительному содержанию этой фракции торфа низинной моховой группы существенно превосходят древесную, что выделяет его азот как более доступный.

Таким образом, содержание Нлг в торфе, выраженное в абсолютных и относительных величинах, дает разное представление об уровне содержания азотных соединений, составляющих ближний резерв азота, и по-разному отражает закономерности его распределения в зависимости от ботанического состава. Наиболее подвижен азот торфов низинной моховой группы, наименее – верховой моховой.

Трудногидролизуемый азот в средних значениях составляет 5,2–9,4 % от Нобщ, уступая по содержанию Нлг. Существенных различий в содержании Нлг по типам торфов не выявлено, однако для торфов низинного типа характерен больший разброс данных, о чем свидетельствует и величина коэффициента вариации. Верховые торфа отлича-

Таблица 2

Фракционный состав азота в торфах разного ботанического состава, % от общего азота

Table 2

Fractional structure of nitrogen in peats with different botanical composition, % from total nitrogen

Группа, вид торфа	Выборка	Общий азот		Легкогидролизуемый азот, % от общего		Трудногидролизуемый азот, % от общего		Негидролизуемый азот, % от общего		C/N*
		экстремумы среднее	дисперсия	экстремумы среднее	дисперсия	экстремумы среднее	дисперсия	экстремумы среднее	дисперсия	
Тип низинный										
Группа древесная	18	<u>1.5-2.8</u> 1,9	0,3	<u>5.5-14.0</u> 9,0	1,9	<u>1.5-18.2</u> 8,2	3,9	<u>66.9-89.4</u> 80,8	5,2	23,8
Группа древесно-травяная	19	<u>0.9-2.8</u> 2,0	0,5	<u>2.5-15.5</u> 8,8	2,9	<u>0.4-17.9</u> 6,1	4,7	<u>65.1-90.7</u> 83,5	5,9	20,3
Вид древесно-травяной	14	<u>1.1-2.8</u> 2,0	0,5	<u>5.1-15.5</u> 9,1	2,6	<u>0.4-17.9</u> 6,0	5,4	<u>65.1-90.7</u> 83,2	6,9	20,9
Группа травяная	35	<u>0.9-3.2</u> 2,2	0,4	<u>3.0-18.0</u> 9,2	2,8	<u>0.6-12.1</u> 5,7	2,7	<u>74.7-90.1</u> 83,5	3,6	19,3
Вид осоковый	16	<u>0.8-2.8</u> 2,1	0,5	<u>4.6-14.0</u> 8,6	2,5	<u>1.0-12.1</u> 6,3	2,7	<u>78.1-88.9</u> 83,7	4,0	19,9
Вид травяной	19	<u>1.5-3.2</u> 2,2	0,4	<u>3.0-18.0</u> 9,6	3,1	<u>0.6-10.8</u> 5,2	2,8	<u>74.7-90.1</u> 83,4	4,0	18,7
Группа травяно-моховая	14	<u>0.7-2.9</u> 1,7	0,75	<u>0.5-28.4</u> 10,3	6,3	<u>2.6-13.7</u> 6,5	3,7	<u>55.9-90.3</u> 81,2	8,3	22,1
Группа моховая (гипновый)	14	<u>0.7-2.3</u> 1,4	0,5	<u>7.1-2.8</u> 13,4	6,1	<u>0.6-14.8</u> 9,4	4,3	<u>50.6-90.6</u> 75,1	10,8	26,6
Тип верховой										
Вид шейцериевый	4	<u>1.9-2.1</u> 1,9	0,1	<u>5.9-9.0</u> 7,4	1,2	<u>4.7-6.9</u> 5,8	0,9	<u>84.0-87.8</u> 85,0	1,8	26,8
Вид пушицево-сфагновый	12	<u>0.5-2.0</u> 1,2	0,4	<u>3.5-1.0</u> 11,0	3,7	<u>1.9-14.4</u> 6,6	3,8	<u>53.5-91.0</u> 75,1	9,5	48,1
Группа травяно-моховая	14	<u>0.5-2.0</u> 1,2	0,4	<u>3.5-1.0</u> 10,3	3,9	<u>1.9-14.4</u> 6,6	3,6	<u>53.7-91.0</u> 76,4	9,4	46,0
Группа моховая	19	<u>0.5-1.9</u> 1,0	0,4	<u>0.7-17.7</u> 7,5	3,5	<u>3.6-11.7</u> 6,7	2,4	<u>72.4-85.8</u> 80,4	4,0	56,3
Вид фускум	6	<u>0.5-0.8</u> 0,6	0,1	<u>0.7-11.0</u> 6,1	3,4	<u>4.8-11.7</u> 8,7	2,6	<u>76.2-85.8</u> 79,5	3,6	77,6
Вид комплексный	8	<u>0.6-1.9</u> 1,1	0,4	<u>3.4-17.7</u> 9,2	4,6	<u>3.6-10.3</u> 6,4	2,1	<u>72.4-84.0</u> 79,5	4,9	51,7

* – отношение углерода к азоту.

ются близкими средними значениями Nтг. В торфах низинного типа прослеживается увеличение доли Nтг от травяной группы к древесной и моховой. Низинная древесная группа торфов обладает самым высоким содержанием азота как в относительном, так и в абсолютном выражениях, достигая максимальных величин – 391 мг/кг.

Преобладающим соединением азота в исследуемых торфах является очень стойкая фракция негидролизуемого азота, достигающая 50,6–91,0 % от общего азота в разных торфах. Высокий процент негидролизуемой фракции определяется преобладанием среди азотсодержащих веществ торфов малоподвижных, труднодоступных растениям и микроорганизмам соединений, прежде всего, гумусовой природы.

Абсолютное содержание негидролизуемого азота изменяется в пределах 292–2499 мг/кг. Пониженным содержанием негидролизуемого азота отличаются моховая и травяно-моховая группы торфов обоих типов. Самое низкое абсолютное содержание негидролизуемого азота характерно для тор-

фов верховой моховой и травяно-моховой групп (837–1005 мг/кг). К этому же уровню приближается низинный торф моховой группы – в среднем 1094 мг/кг. Травяные группы обоих типов имеют наибольшее абсолютное содержание негидролизуемого азота – в среднем 1689–1897 мг/кг. Выявляется общая закономерность: моховые торфа содержат меньше негидролизуемого азота, чем травяные, а верховые – меньше, чем низинные.

Особого внимания заслуживает степень обогащенности ОБ азотом, оцениваемая по величине C/N, поскольку известно, что она указывает на биохимическую устойчивость ОБ. Согласно Т.Т.Ефремовой [13], при C/N более 14 торфяные почвы характеризуются очень низкой биохимической устойчивостью, в этом случае самая слабая обогащенность торфа азотом отмечается для верховой моховой группы торфов (в среднем 56), самая высокая – для низинной травяной группы (C/N 19; табл. 2). Еще более резко выражены межвидовые различия: фускум-торф в среднем имеет отношение C/N 11,6; низинный осоковый торф – 18,7. В целом, вер-

ховой торф имеет более широкое отношение С/Н, чем низинный торф, а моховая группа больше, чем травяная.

О существовании связей между отдельными свойствами торфов известно давно. Наиболее полные исследования корреляционных связей между свойствами торфов были проведены И.И. Лиштваном и Н.Т. Королем [24]. Этими авторами были исследованы корреляционные связи между 25 характеристиками торфов. Результаты послужили основой для разработки используемой в настоящее время промышленной классификации торфяного сырья [25], а также методики расчета отдельных свойств торфа по его ботаническому составу на основе уравнений регрессии [26]. Были выявлены наиболее существенные параметры ОВ торфа, на основе которых возможно классифицировать торф по агрохимическому качеству. С этой целью выполнен корреляционный анализ для определения функциональных связей между переменными, характеризующими состав ОВ торфа. В расчет были включены все 140 образцов торфов по 38 признакам, характеризующим фракционный состав углерода, азота, а также общетехнические и агрохимические свойства торфов. Степень сопряженности между признаками оценивали по коэффициентам детерминации, достоверность коэффициента корреляции – с помощью критерия Стьюдента.

Проведенный корреляционный анализ показал, что содержание групп ОВ, определенное с использованием метода Пономаревой-Николаевой [15], в целом имеет те же закономерности, что и описанные И.И. Лиштваном и Н.Т. Королем [24] с использованием метода Инсторфа группового анализа ОВ. Большинство выявленных связей имеют низкие коэффициенты корреляции; зависимости для верховых и низинных торфов различаются. Расчеты показали, что среди всех исследуемых параметров состава ОВ относительно независимыми друг от друга и влияющими на значения других свойств торфов являются следующие: сумма ГК, содержание липидов, отношение С/Н, содержание углеводов.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что по сравнению с торфами других регионов в составе ОВ западносибирских торфов отмечено повышенное содержание липидов. Общее содержание ГК в торфах низинного типа возрастает в ряду травяно-моховая группа – моховая группа – древесная группа – древесно-травяная – травяная группа. Группы торфов низинного типа характеризуются повышенным содержанием азота. Анализ состава азота в торфах подтверждает ведущую роль ботанического состава в распределении азотистых соединений по фракциям, на что ранее указывали В.Н. Переверзев [27] и др. Выявленные различия фракционного состава азота характеризуют разную подвижность и гидролизруемость азотсодержащих соединений торфов разного ботанического состава и в общих чертах согласуются с различиями фракционно-группового состава

ОВ. Среди верховых торфов выделяется шейхцериевый вид, который обогащен азотом. По фракционному составу азота шейхцериевый торф приближается к низинным видам торфов.

Проведенный корреляционный анализ показал, что среди всех исследуемых параметров состава ОВ торфов значимыми являются: сумма ГК, содержание липидов, отношение С/Н, содержание углеводов. Это дает основание считать их наиболее существенными и рассматривать как возможные параметры агрохимической классификации торфов.

Сибирь могла бы стать мировым экспортером торфяной продукции, так как она представляет собой крупнейший регион мира по торфу – 39% мировых запасов.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки (госзадание ТГПУ №174).

Литература

1. Жученко А.А. Сельское хозяйство XXI века // Агрохимический вестник. 1998. № 3. С.24–35.
2. Гамзиков Г.П. Системный комплексный подход в агрохимических исследованиях биогенных элементов в агроценозах (на примере азота) // Агрохимия. 2014. № 8. С. 3–16.
3. Савельев В.М. Состояние торфяной отрасли и перспективы развития // Торфяная отрасль России на рубеже XXI века: проблемы и перспективы. Тверь, 1999. С. 122–130.
4. Ефимов В.Н. Торфяные почвы и их плодородие. Л.: Агропромиздат, 1986. 264 с.
5. Ефимов В.Н., Лунина Н.Ф. Изменение состава органического вещества торфяных почв за 70 лет сельскохозяйственного освоения // Почвоведение. 1986. №7. С. 79–88.
6. Ефимов В.Н. Торфяные почвы. М.: Россельхозиздат, 1980. 120 с.
7. Лиштван И.И., Базин Е.Т., Гамаюнов Н.И., Терентьев А.А. Физика и химия торфа. М.: Недра, 1989. 304 с.
8. Торфяные ресурсы мира / В.В.Марков, А.С. Оленин, Л.А. Оспенникова, Е.И. Скобеева, П.И. Хорошев. М.:Наука, 1988. 384 с.
9. Классификация торфов и торфяных залежей Западной Сибири/П.Г.Матухин, В.Г.Матухина, И.П.Васильев, Л.С.Михантьева, Г.И.Попова, В.Д.Марков, Л.А.Оспенникова, Л.И.Скобеева // Проблемы комплексного изучения, рационального использования, структура геологической службы по торфу и сапропелю. Н.Новгород, 1999. С.141–146.
10. Классификация растительного покрова и видов торфа Центральной части Западной Сибири/ Мингео РСФСР, трест "Геолторфразведка". М., 1975. 150 с.
11. Широких П.С. Органическое вещество и соединения азота в низинных торфяных почвах с различным ботаническим составом // Сиб. вестник сельскохозяйственной науки. 1981. № 1. С.16–20.
12. Бамбалов Н.Н. Минерализация и трансформация органического вещества торфяных почв

- при их сельскохозяйственном использовании (на примере торфяных почв Белоруссии): дис... д-ра с.-х. наук. Минск, 1983. 497 с.
13. *Ефремова Т.Т.* Гумус и структурообразование в лесных торфяных почвах Западной Сибири: автореф. дис ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 1990. 48 с.
 14. *Замятина Б.Б.* Методы определения азота в почве // Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. С.94–95.
 15. *Пономарева В.В., Николаева Т.А.* Методы изучения органического вещества в торфоболотных почвах // Почвоведение. 1961. № 5. С. 88–95.
 16. *Каталог образцов торфа и сапропеля коллекции треста "Геолторфразведка".* М., 1974. 400 с.
 17. *Маль С.С.* Углеводы и азотсодержащие вещества торфа. Минск: Наука и техника, 1982. 231 с.
 18. *Ефимов В.И., Царенко В.П.* Органическое вещество и азот торфяных почв // Почвоведение. 1992. № 10. С.40–48.
 19. *Бамбалов Н.Н., Янковская Н.С.* Фракционный состав азотного фонда органических удобрений и растений-торфообразователей // Агрохимия. 1994. № 7–8. С. 55–62.
 20. *Синькевич Е.И.* Ресурсы азота осушаемых торфяных почв Европейского Севера // Почвоведение. 1997. № 2. С. 240–246.
 21. *Ефимов В.И., Царенко В.П.* Органическое вещество и азот торфяных почв // Почвоведение. 1992. № 10. С.40–48.
 22. *Славина Т.П.* Азот в почвах элювиального ряда. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1978. 391 с.
 23. *Гамзиков Г.П.* Агрохимия азота в агроценозах. Новосибирск: СО РАСХН, 2013. 790 с.
 24. *Литтван И.И., Король Н.Т.* Основные свойства торфа и методы их определения. Минск: Наука и техника, 1975. 320 с.
 25. *Торфяные ресурсы СССР.* М.: Мингео РСФСР, 1982. 352 с.
 26. *Методические указания по анализу торфа и торфяной продукции.* Л., 1980. 82 с.
 27. *Переверзев В.Н.* Биохимия гумуса и азота почв Кольского полуострова. Л., 1987. 303 с.
- References**
1. *Zhuchenko A.A.* Sel'skoe khozyajstvo XXI veka [Agriculture of the XXI century] // Agroximicheskij vestnik [Agrochemical Bull.]. 1998. No. 3. P. 24–35.
 2. *Gamzikov G.P.* Sistemny'j kompleksny'j podxod v agroximicheskix issledovaniyax biogeny'x e'lementov v agrocenozax (na primere azota) [System integrated approach in agrochemical research of biogenic elements in agrocenoses (on the example of nitrogen)] // Agrohimiya [Agrochemistry]. 2014. No. 8. P. 3–16.
 3. *Savelyev V.M.* Sostoyanie torfyanoj otrasli i perspektivy' razvitiya [The state of the peat industry and prospects of development] // Torfyanaaya otrasl' Rossii na rubezhe XXI veka: problemy' i perspektivy' [Peat industry in Russia at the turn of the XXI century: problems and prospects]. Tver, 1999. P. 122-130.
 4. *Efimov V.N.* Torfyany'e pochvy' i ix plodorodie. [Peat soils and their fertility]. Leningrad: Agropromizdat, 1986. 264 p.
 5. *Efimov V.N., Lunina N.F.* Izmenenie sostava organicheskogo veshhestva torfyany'x pochv za 70 let sel'skoxozyajstvennogo osvoeniya [Changes in the composition of organic matter of peat soils for 70 years of agricultural reclamation] // Pochvovedenie [Eurasian soil Science]. 1986. No. 7. P. 79–88.
 6. *Efimov V.N.* Torfyany'e pochvy' [Peat soils]. Moscow: Rosselkhozizdat, 1980. 120 p.
 7. *Lishtvan I.I., Bazin E.T., Gamayunov N.I., Terentyev A.A.* Fizika i ximiya torfa [Physics and chemistry of peat] Moscow: Nedra, 1989. 304 p.
 8. *Markov V.V., Olenin A.S., Ospennikova L.A., Skobeeva E.I., Khoroshev P.I.* Torfyany'e resursy' mira [Peat resources of the world]. Moscow: Nauka, 1988. 384 p.
 9. *Matukhin P.G., Matukhina V.G., Vasilyev I.P., Mikhantyeva L.S., Popova G.I., Markov V.D., Ospennikova L.A., Skobeeva L.I.* Klassifikaciya torfov i torfyany'x zalezhej Zapadnoj Sibiri [Classification of peats and peat deposits of West Siberia] // Problemy' kompleksnogo izucheniya, racional'nogo ispol'zovaniya, struktura geologicheskoy sluzhby' po torfu i sapropelyu [Problems of integrated study, rational use, structure of the geological survey on peat and sapropel]. N.Novgorod, 1999. P.141–146.
 10. *Klassifikaciya rastitel'nogo pokrova i vidov torfa Central'noj chasti Zapadnoj Sibiri* [Classification of vegetation cover and types of peat in the Central part of West Siberia] / Mingeo RSFSR, trest "Geoltorfrazvedka". Moscow, 1975. 150 p.
 11. *Shirokikh P.S.* Organicheskoe veshhestvo i soedineniya azota v niziny'x torfyany'x pochvax s razlichny'm botanicheskim sostavom [Organic matter and nitrogen compounds in eutrophic peat soils with different botanical composition] // Sib.Vestnik s-x nauki [Siberian Bull. of Agricultural Science]. 1981. No. 1. P. 16–20.
 12. *Bambalov N.N.* Mineralizaciya i transformaciya organicheskogo veshhestva torfyany'x pochv pri ix sel'skoxozyajstvennom ispol'zovanii (na primere torfyany'x pochv Belorussii) [Mineralization and transformation of organic matter of peat soils in agricultural use (on the example of peat soils of Belarus)]. Diss. ... Dr.Sci. (Agriculture). Minsk, 1983. 497 p.
 13. *Efremova T.T.* Gumus i strukturoobrazovanie v lesny'x torfyany'x pochvax Zapadnoj Sibiri [Humus and structure formation in forest peat soils of West Siberia]: Abstract of Diss. ... Dr. Sci. (Biology). Novosibirsk, 1990. 48 p.
 14. *Zamyatina B.B.* Metody' opredeleniya azota v pochve [Methods for determination of nitrogen in soil] // Agroximicheskie metody' issledovaniya pochv [Agrochemical methods of soil investigation]. Moscow: Nauka, 1975. P. 94–95.
 15. *Ponomareva V.V., Nikolaeva T.A.* Metody' izucheniya organicheskogo veshhestva v torfo-bo-

- lotny'x pochvax [Methods of studying organic substance in peat-bog soils] // Pochvovedenie [Eurasian soil Science]. 1961. No. 5. P. 88–95.
16. *Katalog obrazcov torfa i sapropelya kolekcii tresta "Geoltorfrazvedka"* [Catalogue of samples of peat and sapropel of collection of "Geoltorfrazvedka" (Peat Geological Exploration) trust]. Moscow, 1974. 400 p.
 17. *Mal' S.S. Uglevody' i azotsoderzhashhie veshhestva torfa* [The carbohydrates and nitrogen-containing substances of peat]. Minsk: Nauka i tehnika [Science and technology], 1982. 231 p.
 18. *Efimov V.I., Tsarenko V.P. Organicheskoe veshhestvo i azot torfyany'x pochv* [Organic matter and nitrogen in peat soils] // Pochvovedenie [Eurasian soil Science]. 1992. No. 10. P. 40–48.
 19. *Bambalov N.N., Yankovskaya N.S. Frakcionny'j sostav azotnogo fonda organicheskix udobrenij i rastenij-torfobrazovatelej* [Fractional composition of nitrogen fund of organic fertilizers and peat-forming plants] // *Agrohimiya* [Agrochemistry]. 1994. No. 7–8. P. 55–62.
 20. *Sin'kevich E.I. Resursy' azota osushaemy'x torfyany'x pochv Evropejskogo Severa* [The resources of nitrogen in drained peat soils of the European North] // Pochvovedenie [Eurasian soil Science]. 1997. No. 2 . P. 240–246.
 21. *Efimov V.I., Tsarenko V.P. Organicheskoe veshhestvo i azot torfyany'x pochv* [Organic matter and nitrogen in peat soils] // Pochvovedenie [Eurasian soil Science]. 1992. No. 10. P. 40–48.
 22. *Slavnina T.P. Azot v pochvax e'lyuvial'nogo ryada* [Nitrogen in soils of eluvial range]. Tomsk: Tomsk Univ. Publ., 1978. 391 p.
 23. *Gamzikov G.P. Agroximiya azota v agrocenozakh* [Agrochemistry of nitrogen in agroce-noses]. Novosibirsk, Russian Acad. of Agriculture. Sci., Siberian Branch, 2013. 790 p.
 24. *Lishtvan I.I., Korol' N.T. Osnovny'e svoystva torfa i metody' ih opredeleniya* [Basic properties of peat and methods for their determination]. Minsk: Nauka i tehnika [Science and technology], 1975. 320 p.
 25. *Torfyany'e resursy' SSSR* [Peat resources of the USSR]. Moscow: Mingeo RSFSR, 1982. 352 p.
 26. *Metodicheskie ukazaniya po analizu torfa i torfyanoj produkcii* [Methodical instructions on peat analysis and peat products]. Leningrad, 1980. 82 p.
 27. *Pereverzev V.N. Biohimiya gumusa i azota pochv Kol'skogo poluostrova* [Biochemistry of humus and nitrogen in soils of the Kola peninsula]. Leningrad, 1987. 303 p.

Статья поступила в редакцию 04.05.2016.