

Оценка состава органического вещества осушаемых торфяных почв Северного Зауралья

А.С. Моторин, д.с.-х.н., профессор, А.В. Игловиков, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Рациональное использование торфа должно основываться на глубоком знании его природы, закономерностей проявления физико-химических и других свойств [1, 2]. Групповой состав органического вещества торфяных почв определяет многие их агропроизводственные свойства. От этого существенным образом зависят водно-воздушные свойства, буферность, ёмкость ионного обмена и потенциальные возможности обеспечения подвижными формами питательных веществ, освобождаемых в процессе минерализации органического вещества [3–5]. От состава органической массы торфа зависит устойчивость к биохимической и химической деградации, что позволяет прогнозировать процессы эрозии и скорость минерализации торфяных почв [6]. Органическая масса торфа имеет сложный и разнородный химический состав. В него входят группы органических соединений, слагающих исходное растительное вещество [7]. В процессе торфообразования, кроме того, формируются новые специфические вещества под общим названием гумусовые вещества, которые разделяются на гуминовые и фульвокислоты [8]. Химический состав растений-торфообразователей оказывает решающее влияние на состав торфа [9–12].

Влияние осушения и сельскохозяйственного использования на групповой состав торфяных почв Северного Зауралья изучено недостаточно.

Цель исследования – изучить групповой состав осушаемых среднемощных торфяных почв Северного Зауралья при сельскохозяйственном использовании.

Материал и методы исследования. Исследования проводили на низинных болотах (Ернякуль, Усальское) подтаёжной зоны Тюменской области.

Болото Ернякуль площадью 11 тыс. га расположено в Юргинском районе на водоразделе рек Тобола и Вагая. Осушение проведено на площади 2400 га сетью открытых каналов глубиной 1,5–1,7 м с расстоянием между ними 200 и 400 м.

Первые два года после осушения возделывались однолетние травы (горохо-овсяная смесь). Затем было проведено залужение многолетними травами (кострецом безостым и овсяницей луговой). Почвенный разрез для отбора образцов закладывали на пятый год после осушения.

Опытный дренажный участок Усалка составляет часть осушительной системы площадью 1300 га, водосбор которой занимает восточную окраину болота Усальское.

Болото Усальское залегает на второй надпойменной озёрно-аллювиальной террасе левобережья

реки Тобола. Исследование проводили на участке гончарного дренажа, заложенного с параметрами: глубина – 1,5 м, междреннее расстояние – 30 м. После двухлетнего возделывания овса на зелёный корм был проведён беспокровный посев костреца безостого. Почвенные образцы отбирали в разрезе на пятый год после осушения.

Групповой состав органического вещества торфа исследовали по модифицированной методике «Инсторфа» [8].

Результаты исследования. При групповом анализе органического вещества торфов по методике «Инсторфа» под термином «битумы» понимается совокупность веществ, извлекаемых спиртобензолом (1:1), в состав которых входят воск, смолы, липиды и сопутствующие им соединения. Все они в той или иной мере обладают связующими свойствами и гидрофобностью. Количество их в среднемощной торфяной почве болота Ернякуль под многолетними травами составляет от 6,2 до 8,1%, но наиболее часто – в пределах 6,2–6,8%. При этом не обнаруживается связи с ботаническим составом и степенью разложения торфа (табл.).

В торфе типичных видов центральной части Западной Сибири содержание битумов в основном составляет 3–4% [12]. Низинный торф с повышенным содержанием битумов (более 5%) встречается редко, а в условиях Зауралья такой выход битумов наблюдается у 70% образцов [10].

В водорастворимые и легкогидролизуемые вещества входят различные органические соединения: пентозы, уроновые кислоты, гексозы. Содержание их может варьировать от 6,9 до 63% [7]. Используемая нами схема анализа предполагает раздельное определение веществ, гидролизуемых водой при температуре 100°C и 2-процентной соляной кислотой. Результаты исследования показали, что наиболее лабильная часть гидролизуемых соединений, представленная группой веществ, растворимых в горячей воде, составляла небольшую долю (3,4–5,5%).

Содержание в торфе веществ, гидролизуемых 2-процентной HCl, было достаточно высокое. Оно колебалось в пределах 27,0–31,8%. Определённой зависимости содержания легкогидролизуемых соединений от ботанического вида и степени разложения не наблюдалось. По-видимому, гидролизуемые кислотой вещества представлены преимущественно лабильными углеводами. Количество гемицеллюлоз в их составе достигало 15,7–17,1%. От общего количества их доля колебалась в пределах от 53,8 до 57,8%.

Гуминовые и фульвокислоты представляют собой наиболее специфическую часть соединений торфа. На их долю приходится 44,1–54,0% орга-

Групповой состав органического вещества среднемошной торфяной почвы под многолетними травами

Глубина, см	В процентах на абсолютно сухой торф									
	битумы	водорастворимые и легкогидролизующие при 100°C		гидролизующие 2% HCL		гуминовые кислоты	фульво-кислоты	трудногидролизующие 80% H ₂ SO ₄		лигнин
		всего	в том числе гемицеллюлоза	всего	в том числе гемицеллюлоза			всего	в том числе гемицеллюлоза	
Болото Ернякуль										
0–20	6,81	4,32	сл.	29,30	16,69	31,21	18,87	2,63	1,66	4,38
20–40	6,20	5,21	сл.	31,81	17,07	30,31	18,23	2,96	1,74	5,46
40–60	6,88	3,44	сл.	26,96	16,78	34,67	17,81	2,62	1,37	3,96
60–80	7,50	5,50	сл.	27,15	15,75	34,55	18,16	2,44	1,35	3,98
80–100	8,09	3,22	сл.	27,21	16,55	35,76	18,12	2,75	1,76	4,58
Болото Усальское										
0–20	4,09	4,11	сл.	34,56	13,89	36,22	10,62	1,83	0,84	5,21
20–40	4,09	5,28	отс.	35,06	14,98	34,43	14,40	1,93	0,76	5,38
40–60	4,66	2,85	сл.	36,65	14,73	38,07	10,39	2,10	0,88	5,99
60–80	4,27	2,31	отс.	25,35	16,47	40,63	6,95	2,46	1,43	4,84
80–100	3,92	1,89	отс.	28,76	15,81	39,03	11,52	3,61	2,23	5,00

нической части торфа. При сельскохозяйственном использовании они играют первостепенную роль, т.к. обуславливают многие своеобразные свойства торфа. В торфе с болота Ернякуль прямым путём определялось только содержание гуминовых кислот (ГК). Фульвокислоты (ФК) вычислялись лишь по разнице. Минимальное количество ГК содержалось в шейхцериювом торфе (31,2%), со степенью разложения 10–15%, и осоковом, соответственно 30,3 и 25,0%. Вниз по профилю торфяной почвы степень разложения торфа увеличивалась до 30–45%, а содержание гуминовых кислот – до 34,5–35,8%. Среднее содержание ГК и ФК в торфе центральной части Западной Сибири составляло 32 и 15% [12]. В торфе, обследованном нами, содержание фульвокислот находилось в пределах 17,8–18,9%. Полученные данные позволяют сделать вывод, что торф Зауралья отличается более высоким содержанием фульвокислот.

Суммарное содержание гумусовых веществ составляло приблизительно половину от массы всей органической части сухого торфа. При этом соотношение между содержанием гуминовых и фульвокислот колебалось в пределах 1,6–2,0, среднее значение 1,8. При низкой степени разложения торфа (15–25%) соотношение ГК и ФК было равно 1,6–1,7, т.е. практически не различалось. С увеличением степени разложения торфа до 35–45% соотношение возрастало до 1,9–2,0, что свидетельствовало о росте на 15,1–19,4%. В условиях Томской области с увеличением степени разложения в торфе количество углеводов уменьшается, а ГК увеличивается [10].

Соединения, трудногидролизующие кислотами, представлены в торфе в значительной степени целлюлозой, их доля составляет 52,3–64,0%. В исследованном торфе содержание этой группы веществ не превышало 2,4–2,7% и не обнаружи-

валась связь с другими компонентами торфа. Торф при одинаковом ботаническом составе с увеличением степени разложения содержит меньше трудногидролизующих соединений. В Томской области низкое содержание трудногидролизующих веществ отмечалось в торфе, обогащённом древесными остатками, высоким содержанием доли мха [12]. В исследованных образцах повышенное количество (3,1%) этой группы веществ также содержится в торфе с высоким процентом содержания мха [7].

Остаток, не подвергающийся гидролизу 80-процентной серной кислотой, принято считать лигнином. Лигнин является основным источником ароматических структурных единиц для формирования биохимически устойчивого ароматического ядра гуминовых кислот. Чем больше в растениях-торфообразователях лигнина, тем больше гуминовых кислот образуется в торфе и наоборот [1]. Количество лигнина (4–5,5%) во всех исследованных образцах торфа с болота Ернякуль оказалось больше в 1,5–1,7 раза, чем содержание целлюлозы. Колебания в содержании лигнина по профилю почвы укладываются в интервал 1,5–1,8%. Количество негидролизующего остатка (лигнина) может достигать до 26% [12]. Связь между негидролизующим остатком и зольностью высокая ($r = 0,74$). Увеличение негидролизующего остатка часто согласуется с уменьшением трудногидролизующих соединений.

На объекте Усалька торф в слое 0,6 м сформирован осоками, тростником; далее вниз по профилю почвы – главным образом гипновыми мхами. Степень разложения осоково-тростникового торфа составляет 35–40%. С глубины 0,6 м она резко снижается и колеблется в пределах 15–20%. Анализ экспериментальных данных показывает, что содержание битумов в торфе на объекте Усалька почти не изменяется по профилю почвы

и находится в пределах 3,9–4,7% (табл.). Связь со степенью разложения и ботаническим составом не обнаруживается. Это на 2,9% меньше, чем в торфе с болота Ернакуль (7,1%).

Максимальное количество (4,1–5,3%) водорастворимых и легкогидролизуемых при 100°C органических соединений сосредоточено в слое 0,4 м. Вниз по профилю торфяной почвы их количество резко снижается и на глубине 0,8–1,0 м достигает минимальной величины – 1,9%. Можно полагать, что резко дифференцированное наличие водорастворимых веществ в торфяной почве обусловлено прежде всего типом водного питания болота. В качестве подтверждения можно привести данные по торфу с болота Ернакуль. Здесь различия по содержанию водорастворимых веществ по профилю почвы значительно меньше. Болото имеет атмосферно-намывной тип водного питания, и грунтовые воды в тёплый период залегают на глубине более 1,0 м.

Определение в образцах торфа с болота Усальское веществ, гидролизуемых 2-процентной НСL, показало достаточно высокое их содержание. Среднее количество данных веществ для всего метрового слоя почвы равнялось 32,1%, что больше на 3,6%, чем в торфе с болота Ернакуль. Возможная причина – различия в ботаническом составе и степени разложения торфа на рассматриваемых объектах. Следует отметить повышенное содержание данной группы веществ в слое 0,6 м и очень слабое варьирование. Начиная с глубины 0,6 м содержание гидролизуемых 2-процентной НСL веществ снижается до 25,3–28,8%, т.е. на 8,3%. Доля гемицеллюлозы от общего количества веществ, гидролизуемых 2-процентной НСL, в слое 0,6 м составляет 40,2–42,7%. По сравнению с торфом на болоте Ернакуль это меньше соответственно на 13,5–19,5%. Вниз по профилю почвы, до глубины 1,0 м, доля гемицеллюлозы увеличивается до 55–65%, что практически не отличается от значения показателя на болоте Ернакуль. Сравнительный анализ результатов по двум объектам даёт основание утверждать об отсутствии связи рассматриваемой группы веществ с ботаническим составом и степенью разложения торфа.

Доля гуминовых и фульвокислот в органической части торфа с болота Усальское составляет в метровом слое 48,7%. При этом соотношение между содержанием гуминовых и фульвокислот колеблется в пределах 1,5–1,8. Максимальное количество ГК (32,7%) обнаружено на глубине 0,8 м в гипновом типе торфа. Это на 4,7% больше, чем в слое 0,4 м осоково-тростникового типа торфа. Сравнительный анализ показывает, что в торфе с болота Ернакуль в метровом слое гуминовых кислот содержится на 3,0% больше, чем в торфе на болоте Усальское. Количество фульвокислот существенно также различается, составляя соответственно 10,8 и 18,2%. Повышенное содержание

гуминовых кислот в торфе с болота Ернакуль, вероятно, обусловлено несколькими факторами: во-первых, более интенсивным режимом осушения; во-вторых, повышением биологической активности за счёт обработки почвы и использования минеральных удобрений.

Трудногидролизуемые кислотами соединения представлены в торфе с болота Усальское в значительной степени целлюлозой (39,4–61,8%). В исследованных образцах торфа общее содержание этой группы веществ составляет 1,8–3,6%. Самое низкое содержание трудногидролизуемых кислотами веществ (1,9%) установлено в слое 0,6 м осоково-тростникового торфа. В осоково-гипновом торфе их количество увеличивается до 2,5% (26,1%). Максимальное наличие зафиксировано в слое 0,8–1,0 м гипнового типа торфа, которое составило 3,6%. Аналогичная ситуация просматривается и по содержанию гемицеллюлозы.

Количество лигнина в метровом слое почвы равно 4,2%, что в 4,5 раза больше, чем целлюлозы. По сравнению с торфом с болота Ернакуль содержание лигнина в образцах с болота Усальское существенно меньше, где его количество в слое 1,0 м, и составляет 5,3%.

Выводы. 1. Количество битумов в осоково-тростниковом торфе болота Ернакуль наиболее часто составляет 6,2–6,8%. На болоте Усальское их количество находится в пределах 3,9–4,7%. Содержание битумов слабо изменяется по профилю почвы и не обнаруживает связи с ботаническим составом и степенью разложения торфа.

2. На болоте Ернакуль наиболее лабильная часть гидролизуемых соединений, представленная группой веществ, растворимых в горячей воде, составляет небольшую долю (3,4–5,5%). Зависимость между ботаническим составом и степенью разложения торфа отсутствует.

В осоково-тростниковом торфе с болота Усальское максимальное количество (4,1–5,3%) водорастворимых органических соединений сосредоточено в слое 0,4 м. Вниз по профилю почвы их содержание резко снижается и достигает минимальной величины 1,9% на глубине 1,0 м в гипновом типе торфа.

3. Содержание в торфе с болота Ернакуль веществ, гидролизуемых 2-процентной НСL, колеблется в пределах 27,0–31,8%. Гидролизуемые кислотой вещества представлены преимущественно углеводами. Количество гемицеллюлоз в их составе достигает 15,7–17,1%.

На болоте Усальское среднее количество веществ, гидролизуемых 2-процентной НСL, в метровом слое торфа больше на 3,6%, чем на болоте Ернакуль.

4. В торфе с болота Ернакуль минимальное количество гуминовых кислот (31,2%) содержится в шейхериевом типе торфа со степенью разложения 10–15% и осоковом – соответственно 30,3 и

25,0%. Вниз по профилю торфяной почвы степень разложения торфа увеличивается до 35–45%, а содержание гуминовых кислот – до 34,5–35,8%. Содержание фульвокислот находится в пределах 17,8–18,9%. При степени разложения торфа 15–25% соотношение ГК и ФК составляет 1,6–1,7, с увеличением до 35–45% соотношение возрастает до 1,9–2,0.

5. На болоте Усальское максимальное количество гуминовых кислот (32,7%) обнаружено на глубине 0,8–1,0 м в гипновом типе торфа. Это на 4,7% больше, чем в слое 0,4 м осоково-тростникового торфа. В метровом слое почвы соотношение гуминовых и фульвокислот изменяется в пределах 1,5–1,8.

6. Содержание трудногидролизующих кислотами веществ в торфе с болота Ернякуль не превышает 2,4–2,7%; на 52,3–64,6% оно представлено целлюлозой и не обнаруживает связи с другими компонентами торфа.

В торфе с болота Усальское самое низкое содержание данной группы веществ (1,9%) определено в слое 0,6 м осоково-тростникового торфа. В осоково-гипновом торфе их количество увеличивается до 2,5%. Максимальное наличие зафиксировано в слое 0,8–1,0 м (3,6%) гипнового типа торфа.

7. Количество лигнина в торфе с болота Ернякуль укладывается в интервал 4,5–5,0%, что в 1,5–1,7 раза больше содержания целлюлозы. По профилю почвы его величина изменяется незна-

чительно. Связь между негидролизующим остатком и зольностью высокая ($r=0,74$).

На болоте Усальское количество лигнина в метровом слое почвы равно 4,2%, что в 3,5 раза больше, чем целлюлозы. Связи с ботаническим составом и степенью разложения торфа не обнаруживается.

Литература

1. Бамбалов Н.Н., Ракович В.А. Роль болот в биосфере. Минск: Бел. Наука, 2005. 285 с.
2. Лиштван И.И., Король Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения. Минск: Наука и техника, 1975. 320 с.
3. Титлянова А.А., Шибарева С.В., Биеньковски П. Процессы разложения торфа в переходном болоте Центральной Польши // Почвоведение. 2011. № 2. С. 165–172.
4. Кононова М.И. Органическое вещество почвы. М.: Наука, 1963. 314 с.
5. Мееровский А.С. Проблемы эффективного использования мелиорированных земель // Белорусское Полесье. Минск, 2001. Вып. 1. С. 8–13.
6. Инишева Л.И., Дементьева Т.В. Скорость минерализации органического вещества торфов // Почвоведение. 2000. № 2. С. 196–203.
7. Моторин А.С. Плодородие торфяных почв Западной Сибири. Новосибирск: ГРПО СО РАСХН, 1999. 281 с.
8. Бамбалов Н.Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения. Минск: Наука и техника, 1984. 175 с.
9. Вомперский С.Э. Биосферное значение болот в углеродном цикле // Природа. 1994. № 7. С. 44–50.
10. Инишева Л.И., Белова Е.В. Агрохимические, биологические свойства и режимы осушенных агроторфяных почв // Агрехимия. 2003. № 4. С. 22–28.
11. Ефимов В.Н. Торфяные почвы и их плодородие. Л.: Агропромиздат, 1986. 263 с.
12. Грехова И.В. Ботанический состав и степень разложения низинных торфов в Тюменской области // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». 2012. Т. 5. № 2. С. 9–12.