



DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-1

УДК: 626.631.445(571.1)

АГРОГЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

^{1,2}Моторин А.С.

¹Государственный аграрный университет Северного Зауралья
Тюмень, Россия

²Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья –
филиал Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
Тюменская область, пос. Московский, Россия

Для цитирования: Моторин А.С. Агрогенная эволюция органического вещества торфяных почв Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 2. С. 5–14. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-1.

For citation: Motorin A.S. Agrogenaya evolyutsiya organicheskogo veshchestva torfyanykh pochv Zapadnoi Sibiri [Agrogenic evolution of organic matter in peat soils of Western Siberia] *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 2, pp. 5–14. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-1.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Определено влияние уровня залегания грунтовых вод (УГВ), культур овощекормового севооборота и минеральных удобрений на изменение состава органического вещества среднеторфяной почвы. Исследования проведены на лизиметрах с регулируемым уровнем (0,5; 1,0; 1,5 и 1,0–2,0 м) залегания грунтовых вод; в овощекормовом севообороте, развернутом во времени и в пространстве; под многолетними травами без предварительного возделывания однолетних культур. Установлено, что в пахотном слое (0,2 м) торфяной почвы содержание битумов при УГВ 0,5 м меньше на 1,65%, чем при глубине 1,0 м, и на 4,34% – 1,5 м. Максимальное количество (5,68%) водорастворимых и гидролизующихся 2%-й HCl (34,25%) веществ установлено при УГВ 0,5 м. Это соответственно на 1,2 и 3,4–3,8% больше, чем при уровне грунтовых вод 1–1,5 м. При УГВ 1,5 м количество гуминовых кислот снижается на 4,5% по сравнению с залеганием их на глубине 0,5 м. Количество фульвокислот в пахотном слое

AGROGENIC EVOLUTION OF ORGANIC MATTER IN PEAT SOILS OF WESTERN SIBERIA

^{1,2}Motorin A.S.

¹State Agrarian University of the Northern Trans-Urals

Tyumen, Russia

²Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals – Branch of the Tyumen Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Moskovsky settlement, Tyumen region, Russia

The influence of the groundwater level (GW), vegetable crop rotation and mineral fertilizers on the change in the composition of organic matter of medium-thick peat soil was determined. The study was conducted on lysimeters with an adjustable level (0.5; 1.0; 1.5 and 1–2.0 m) of groundwater occurrence; in a vegetable-feed crop rotation spread in time and space; under perennial grasses without prior cultivation of annual crops. It was established that in the arable layer (0.2 m) of peat soil, the bitumen content at GW level of 0.5 m was lower by 1.65% than at a depth of 1.0 m, and by 4.34% than at a depth of 1.5 m. The maximum amount of water-soluble substances (5.68%) and substances hydrolyzable by 2% HCl (34.25%) was established at GW level of 0.5 m. It was 1.2 and 3.4–3.8% higher than at groundwater level of 1–1.5 m, respectively. With GW level of 1.5 m, the amount of humic acids decreased by 4.5% compared to their occurrence at

зависит от УГВ ($r = 0,79$). Содержание трудногидролизующих 80%-й H_2SO_4 веществ в пахотном слое снижается от 2,82 до 2,31% при увеличении глубины залегания грунтовых вод от 0,5 до 1,5 м. Просматривается зависимость снижения количества лигнина при увеличении глубины залегания грунтовых вод от 0,5 (6,66%) до 1,5 м (5,30%). Пятилетнее возделывание сельскохозяйственных культур в овощекормовом севообороте не приводит к радикальным изменениям в составе органического вещества торфа. Залужение торфяных почв многолетними травами без посева предварительных культур обеспечивает сохранность органического вещества торфа и предотвращает его существенную трансформацию. Минеральные удобрения снижают скорость накопления трудногидролизующих и негидролизующих форм вследствие создания в почве более жестких окислительно-гидролитических условий и увеличения количества свежего растительного материала за счет пожнивных и корневых остатков.

Ключевые слова: торфяная почва, органическое вещество, агрогенная эволюция

ВВЕДЕНИЕ

Рациональное использование торфяных почв должно основываться на глубоком знании состава органического вещества [1]. Групповой состав органического вещества торфяных почв определяет их многие агропроизводственные свойства [2, 3]. От этого существенным образом зависят водно-воздушные свойства, буферность, емкость ионного обмена и потенциальные возможности обеспечения подвижными формами питательных веществ, освобождаемых в процессе минерализации органического вещества [4]. От состава органической массы торфа зависит устойчивость к биохимической и химической деградации, что позволяет прогнозировать процессы эрозии и скорость минерализации торфяных почв [5, 6]. Органическая масса торфа имеет сложный и разнородный химический состав [7, 8]. В него входят группы органических соединений, слагающих исходное растительное вещество. Химический состав растений-торфообразователей оказывает решающее влияние на состав торфа [9, 10]. Даже та-

а depth of 0.5 m. The amount of fulvic acids in the arable layer depends on the GW level ($r = 0.79$). The content of substances hardly hydrolyzable by 80% H_2SO_4 in the arable layer decreased from 2.82 to 2.31% with an increase in groundwater depth from 0.5 to 1.5 m. It was observed that the amount of lignin decreased with an increase in groundwater depth from 0.5 (6.66%) to 1.5 m (5.30%). Five-year cultivation of crops in the vegetable-feed crop rotation did not lead to significant changes in the composition of the organic matter of peat. Grassing of peat soils with perennial grasses without sowing pre-crops ensures preservation of peat organic matter and prevents its substantial transformation. Mineral fertilizers reduce the rate of accumulation of hardly-hydrolyzable and non-hydrolyzable forms due to more severe oxidative-hydrolytic conditions in the soil and because of an increase in the amount of fresh plant material as a result of crop and root residues.

Key words: peat soil, organic matter, agrogenic evolution

кие приемы интенсивного антропогенного воздействия, как осушение, возделывание различных сельскохозяйственных культур и механическая обработка торфяных почв, не могут радикально изменить групповой состав органического вещества [11, 12]. В естественных условиях торф формируется при высоком увлажнении, что сдерживает минерализацию и гумификацию и способствует консервации биохимически малоустойчивых веществ [13]. Групповой состав органического вещества мелиорированных торфяных почв определяется главным образом геоботанической природой торфа и практически мало изменяется под воздействием различных приемов сельскохозяйственного использования [14]. В условиях Западной Сибири влияние осушения и сельскохозяйственного использования на состав органического вещества торфяных почв практически не изучали. В связи с этим проведение исследований по данному вопросу не вызывает сомнений.

Цель исследований – установить влияние уровня залегания грунтовых вод, культур

овощекормового севооборота и минеральных удобрений на изменение состава органического вещества торфа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на опытном дренажном участке Решетниково. Опытномелиоративная система Решетниково расположена в Тюменском районе в центральной части Тарманского болотного массива, занимающего площадь 125,8 тыс. га на второй озерно-аллювиальной террасе р. Туры. В 1981 г. заложено 12 лизиметров, площадь одного равнялась 1,1 м². Грунтовые воды в лизиметрах в течение года поддерживали на уровнях 0,5; 1,0 и 1,5 м. С целью изучения влияния вневегетационного положения грунтовых вод использовали 2-метровые лизиметры, где в осенне-зимний период поддерживали уровень 2 м, летом – 1 м. Повторность уровня грунтовых вод трехкратная. Торф осоково-тростниковый со степенью разложения 20–45%.

Среднемощные торфяные почвы (слой торфа 1,7 м) имеют низкую зольность (4,7–7,2%), слабокислую реакцию среды (рН_{сол} 5,6–6,2), относительно высокую гидролитическую кислотность (21,2–40,8 мг-экв./100 г почвы), низкую степень насыщенности оснований (62–85%).

Первые 2 года в лизиметрах выращивали овес на зеленую массу. На следующий год после овса проведен беспокровный посев многолетних трав: овсяницы луговой и костреца безостого – 12 и 10 кг/га соответственно. Для создания освещенности растений, близкой к условиям поля, вокруг лизиметров высевали аналогичную травосмесь. Удобрения вносили в подкормку весной и после первого укоса из расчета N₃₀P₄₅K₄₅.

Почвенные образцы отбирали в монолитах лизиметров перед закладкой опыта и через 7 лет после начала исследования.

В овощекормовом севообороте с 2001 по 2005 г. нами контролировались изменения состава органической массы торфа под капустой (сорт Слава 1305), картофелем (сорт Невский), одно- (овес + горох + подсолнечник) и многолетними травами (овся-

ница луговая + костреца безостый) на трех фонах питания – без удобрений, N₁₂₀P₉₀K₁₂₀, N₂₄₀P₁₈₀K₂₄₀. Для получения сопоставимых результатов при подборе опытного участка соблюдали обязательное условие – однородность ботанического вида торфа. Почвенные образцы отбирали буром перед закладкой опыта и ежегодно осенью после уборки культур по глубинам 0–0,2 и 0,2–0,4 м. Повторность опыта четырехкратная, общая площадь делянки 94 м², учетная – 50 м². Возделывали районированные сорта всех культур по научно обоснованной технологии.

Групповой состав органического вещества торфа исследовали по модифицированной методике «Инсторфа» [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате многолетних (1981–1987) лизиметрических исследований установлено существенное влияние водного режима почвы на групповой состав органического вещества торфа (см. табл. 1). Через 7 лет после закладки опыта минимальное содержание битумов в пахотном слое почвы определено при 0,5-метровом уровне залегания грунтовых вод. В этом слое их меньше на 1,65%, чем при уровне грунтовых вод 1 м, и на 4,34% – на полутораметровых лизиметрах ($r = 0,71$). На лизиметрах с вневегетационным регулированием грунтовых вод содержание битумов аналогично тем, где постоянное положение уровней равно 1 м. Максимальное количество битумов (10,85%) в пахотном слое почвы установлено при глубоким (1,5 м) залегании грунтовых вод. Это становится понятным, если принять во внимание, что битумы – вещества, представляющие собой наиболее устойчивую часть растений. Они могут увеличиваться лишь вследствие потери углеводной части растений, которая происходит при разложении органического вещества. В подпахотных слоях определенной закономерности не выявлено. Среднее содержание битумов по всему изучаемому профилю почвы различается незначительно: при УГВ 0,5 м – 8,2%; 1,0 м – 8,4; 1,5 м – 8,9; 1–2 м – 8,1% ($r = 0,54$). В целом необходимо отметить повышенное содержа-

Табл. 1. Групповой состав органического вещества торфяной почвы в зависимости от уровня грунтовых вод, % на абсолютно сухой торф**Table 1.** Group composition of the organic matter of peat soil depending on the level of ground water, % on absolutely dry peat

УГВ, м	Глубина, м	Битумы	Гумусовые вещества		Гидролизующие вещества		Лигнин
			ГК	ФК	легкогидролизующие	трудногидролизующие	
0,5	0–0,2	6,51	30,94	15,57	5,62	2,82	6,66
	0,2–0,4	8,68	29,30	18,04	5,29	2,66	6,88
	0,4–0,6	8,20	32,97	17,77	4,55	2,76	8,35
	0,6–0,8	9,30	34,98	17,31	2,69	2,61	4,63
1,0	0–0,2	8,16	27,27	16,35	5,12	2,47	6,82
	0,2–0,4	6,59	31,75	17,60	4,47	2,59	5,53
	0,4–0,6	10,58	35,38	16,90	2,57	2,74	6,15
	0,6–0,8	6,94	31,29	18,55	2,64	2,70	4,78
1,5	0–0,2	10,85	26,40	17,94	4,48	2,31	5,30
	0,2–0,4	6,65	30,63	18,06	5,46	2,62	5,22
	0,4–0,6	8,03	32,66	17,79	5,36	2,89	5,65
	0,6–0,8	10,14	32,12	17,74	2,84	2,61	4,76
1–2,0	0–0,2	8,54	28,07	18,28	5,19	2,34	6,11
	0,2–0,4	6,95	29,87	17,32	6,03	2,51	6,35
	0,4–0,6	7,47	28,33	17,46	4,58	2,89	6,43
	0,6–0,8	9,92	29,65	17,71	3,43	2,64	5,41

ние битумов в исследуемой торфяной почве. В торфе типичных видов центральной части Западной Сибири содержание битумов составляет 3–4% [7].

Водорастворимые и легкогидролизующие при 100 °С вещества составляют небольшую долю при всех уровнях залегания грунтовых вод. В среднем по профилю почвы их количество колеблется в пределах 3,6–4,5%, что аналогично содержанию в торфах Западной Сибири. При этом какой-либо закономерности не отмечено. Прослеживается лишь снижение рассматриваемой группы веществ в пахотном слое почвы. Например, при 0,5-метровом уровне залегания грунтовых вод в пахотном слое их содержится 5,62%, 1,0 – 5,12%, 1,5 м – 4,48%. При круглогодичном регулировании уровня грунтовых вод содержание водорастворимых и легкогидролизующих при 100 °С веществ соответствует их количеству при постоянном залегании.

Содержание в торфяной почве веществ, гидролизующих 2%-й HCl, достаточно высокое (30,4–34,2%) при всех уровнях грунтовых вод. При близком залегании грунтовых вод (0,5 м) зафиксировано их максимальное (34,25%) количество. Это на 3,4–3,8% больше, чем при уровне грунтовых вод 1,0–1,5 м.

Необходимо отметить, что наибольшее различие в содержании легкогидролизующих веществ соответствует верхнему 0,4-метровому слою почвы. Вниз по профилю почвы различий практически не отмечено. При глубоком (2 м) зимнем залегании грунтовых вод количество легкогидролизующих веществ даже несколько выше, чем при их круглогодичном положении 1 м, соответственно 30,4 и 32,5%. Гидролизующие 2%-й HCl вещества на 41,8–52,3% представлены гемицеллюлозой. Минимальное ее количество (14,0–14,3%) содержится при уровнях грунтовых вод 0,5–1,0 м. Снижение грунтовых вод до 1,5 м повышает количество гемицеллюлозы до 15,3%, т.е. на 7,0–9,2% по сравнению с уровнем 0,5–1,0 м. Круглогодичное регулирование УГВ обеспечивает максимальное содержание (17,0%) гемицеллюлозы в торфяной почве. Подвергаясь микробиологической атаке, группа легкогидролизующих соединений относительно быстро разлагается. В связи с этим не следует избыточно повышать микробиологическую активность во избежание активной сработки торфа. Достичь этой цели возможно созданием оптимального водного режима [12].

Гуминовые и фульвокислоты представляют собой наиболее специфическую часть соединений торфа. На их долю приходится почти половина органической части торфа. Нами установлено влияние УГВ на их содержание. Так, при 0,5-метровом уровне количество ГК в среднем по профилю почвы составляет 32,05%, что больше на 1,6%, чем на полутораметровых лизиметрах. Максимальное снижение ГК (4,5%) при этом происходит в пахотном слое. Таким образом, подтверждается повышение микробиологической активности в торфяной почве при глубоком осушении. В условиях Томской области при оптимальном содержании влаги с увеличением степени разложения торфа повышается количество ГК [3]. Количество ГК в пахотном слое зависит от УГВ ($r = 0,63$). Фульвокислоты – более окисленные органические вещества по сравнению с ГК. В связи с этим увеличение их количества возможно за счет частичного окисления органического вещества. При этом соотношение между содержанием гуминовых и фульвокислот колеблется по профилю почвы в пределах 1 : 0,53–0,61 при всех уровнях грунтовых вод.

В среднемошной торфяной почве содержание трудногидролизующих 80%-й H_2SO_4 соединений не превышает 2,8% и не обнаруживает определенной связи с другими компонентами торфа. Исследованиями [3] установлено низкое содержание трудногидролизующих веществ в торфах, обогащенных древесными остатками. При одинаковом ботаническом составе торфа с увеличением глубины залегания грунтовых вод от 0,5 до 1,5 м снижается содержание трудногидролизующих веществ. Самое значительное сокращение (0,5%) происходит в пахотном слое. Со степенью разложения торфа связи нет. Соединения, трудно гидролизующие кислотой, представлены в значительной мере целлюлозой (46–52%), ее количество практически не зависит от уровня грунтовых вод.

Остаток, не подвергающийся гидролизу 80%-й H_2SO_4 , принято считать лигнином. Количество лигнина в торфе оказалось в несколько раз больше, чем содержание

целлюлозы. Чем больше в растениях-торфообразователях лигнина, тем больше ГК образуется в торфе и наоборот [6]. Колебания в содержании лигнина при УГВ 0,5 м находятся в интервале 4,63–8,35% (среднее 6,63%), 1,0 м – 5,53–6,82 (5,82%), 1,5 – 4,76–5,65 (5,23%), 1,0–2,0 м – 5,41–6,11 (6,07%). Просматривается зависимость снижения содержания лигнина при увеличении глубины залегания грунтовых вод. Из этой зависимости выпадает вариант, где осуществляли вневегетационное регулирование грунтовых вод. По сравнению с постоянным уровнем грунтовых вод здесь содержание лигнина повышалось на 0,25% (рост 4,3%). Установлена высокая связь между содержанием лигнина и зольностью ($r = 0,74$).

Проведенный анализ результатов исследований в овощекормовом севообороте показывает, что в первый год наблюдений содержание водорастворимых соединений и гидролизующих НСI (в том числе и гемицеллюлоз) не имело существенных различий по вариантам. Наиболее важным с практической точки зрения является установление трансформации органического вещества торфа, направлений и скорости этого процесса за весь период ротации изучаемого севооборота. Обозначая условно поля севооборота цифрами 1–4, можно в общем виде дать характеристику этим процессам (см. табл. 2).

В поле 1 севооборота, где вначале 2 года возделывали пропашные культуры, отмечено незначительное увеличение содержания золы в пахотном слое к концу третьего года пользования, которое приостановилось после залужения многолетними травами. Этот процесс, связанный с тотальной минерализацией органической массы, не затрагивал подпахотный слой (0,2–0,4 м). Однако на фоне повышенных норм удобрений ($N_{240}P_{180}K_{240}$) такая тенденция отмечена и в горизонте 0,2–0,4 м.

При ускоренном залужении торфяных почв многолетними травами (поле 4), напротив, наблюдали некоторое снижение содержания золы по мере пользования травостоем. После распашки трав и посадки капусты зольность довольно резко возросла.

Табл. 2. Групповой состав органического вещества торфяной почвы в пахотном слое под культурами овощекормового севооборота**Table 2.** Group composition of the organic matter of peat soil in the arable layer under crops of vegetable feed crop rotation

Культура	Удобрения	Битумы	Гумусовые вещества		Гидролизуемые вещества		Лигнин
			ГК	ФК	легкогидролизуемые	трудногидролизуемые	
		%					
Поле 1							
Капуста	Без удобрений	6,42	27,95	20,69	3,0	2,17	7,80
Картофель		5,64	29,12	21,21	3,43	2,56	6,20
Травы:							
однолетние		3,18	30,98	20,40	3,43	3,09	8,49
многолетние, год жизни:							
первый	7,54	24,22	17,84	4,30	2,41	8,20	
второй	10,07	24,50	18,04	4,86	2,52	5,58	
Капуста	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₂₄₀	9,15	25,23	26,19	3,19	2,45	7,70
Картофель		6,43	31,68	18,74	3,19	2,82	8,06
Травы:							
однолетние		5,06	29,32	21,56	3,55	2,96	5,00
многолетние, год жизни:							
первый	7,46	27,91	18,11	4,25	2,60	6,42	
второй	8,53	27,14	19,42	4,48	2,32	7,40	
Поле 2							
Картофель	Без удобрений	7,09	29,91	22,40	2,82	2,98	7,94
Травы:							
однолетние		4,67	29,47	20,92	3,44	3,25	12,32
многолетние, год жизни:							
первый		6,50	26,90	22,40	2,90	2,22	8,61
второй	7,08	28,72	18,34	4,30	2,92	8,06	
третий	9,19	25,58	18,55	4,84	2,64	5,80	
Картофель	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₂₄₀	7,97	27,13	24,17	3,01	2,77	12,29
Травы:							
однолетние		4,47	31,13	18,35	3,36	2,74	10,51
многолетние, год жизни:							
первый		6,29	28,50	21,38	3,09	2,60	7,35
второй	10,95	26,73	17,82	3,18	2,63	5,83	
третий	10,74	24,52	19,61	4,11	2,45	5,04	
Поле 3							
Травы:	Без удобрений						
однолетние		6,00	29,10	21,77	2,93	2,65	9,24
многолетние, год жизни:							
первый		9,20	34,27	15,68	3,30	2,58	8,38
второй		4,55	30,22	21,69	3,88	2,74	7,16
третий	9,44	26,00	18,90	3,83	2,59	7,30	
Капуста	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₂₄₀	8,60	28,72	17,80	4,10	2,68	7,03
Травы:							
однолетние		5,73	30,07	19,46	3,58	2,12	8,54
многолетние, год жизни:							
первый		7,77	31,07	18,07	2,97	1,69	8,44
второй	5,61	27,74	24,88	3,46	2,74	5,94	
третий	6,39	25,70	16,70	4,22	2,50	6,11	
Капуста		9,38	28,40	18,60	4,82	2,58	6,36
Поле 4							
Многолетние травы, год жизни:	Без удобрений						
первый		7,20	32,38	18,90	2,63	2,50	8,60
второй		8,31	27,25	13,39	2,97	2,55	9,66
третий		6,15	29,63	21,22	3,36	3,82	7,01
Капуста		5,40	25,40	19,61	4,65	2,49	8,92
Картофель	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₂₄₀	9,21	25,13	20,43	15,14	2,72	4,40
Многолетние травы, год жизни:							
первый		6,59	31,02	17,33	3,36	1,45	8,15
второй		7,98	32,83	16,93	3,10	2,77	7,73
третий		5,84	29,29	21,36	3,47	2,63	5,04
Капуста		9,53	30,43	18,61	3,45	2,76	5,09
Картофель		8,81	27,25	17,97	4,60	2,52	5,32

Динамика содержания битумов не имела характерных особенностей и различий по всем полям севооборота. Содержание легкогидролизуемых водой и НС1 компонентов органического вещества в торфяной почве увеличивалось к концу ротации на каждом поле севооборота, однако существенных различий между ними не наблюдалось. Эти изменения происходили главным образом за счет накопления гемицеллюлоз.

Содержание специфических соединений торфяной почвы – гумусовых кислот (гуминовых и фульвовых) – имело неодинаковую динамику по полям севооборота, что обусловлено различием в чередовании культур.

В поле 1 севооборота количество гуминовых кислот возрастало в первые 3 года окультуривания, на следующий год заметно снижалось на всех фонах питания. По-видимому, накопление пожнивных и корневых остатков, свежего растительного материала создавало эффект «разбавления». Это подтверждает также факт увеличения количества легкогидролизуемых форм органического вещества. Аналогичная тенденция прослеживается и в других полях севооборота, но она более «стерта» ввиду высокой насыщенности этих полей травами. Ранее к аналогичному выводу пришли исследователи на Полесской ОМС. Установлено, что при механической обработке пахотного слоя происходит увеличение количества ГК при возделывании многолетних трав и к несколько большему – пропашных культур [6].

Изменения в содержании фульвокислот в пахотном слое всех полей севооборота характеризуются или уменьшением их количества к концу четвертого года сельскохозяйственного использования торфяной почвы, или сохранением исходного уровня. Можно полагать, что фульвокислоты подвергаются деградации или входят в состав макромолекул гуминовых кислот как субъединицы, так как являются менее устойчивыми при окислительно-гидролитическом воздействии и биохимической атаке.

Динамика накопления трудногидролизуемых форм органического вещества более сложна и неоднозначна, поскольку имеет

место многофакторное воздействие на почву, определяемое глубоким различием в обработке почвы под пропашные культуры и травы, с одной стороны, и неоднородностью количества и состава пожнивных и корневых остатков после этих культур – с другой. Однако следует отметить, что прослеживается общая направленность процессов трансформации органического вещества в сторону накопления «отбора» более термодинамически устойчивых форм: трудногидролизуемых соединений (включая целлюлозу) и лигнина. Это наиболее выражено под пропашными культурами в поле 1 севооборота. Главным процессом, сдерживающим изменение группового состава органического вещества, является систематическое добавление к пахотным слоям новых порций торфа в результате припахивания его из нижележащих слоев [13].

Минеральные удобрения снижают скорость накопления трудногидролизуемых и негидролизуемых форм, очевидно, вследствие создания в почве более жестких окислительно-гидролитических условий. Кроме того, на их фоне в почве накапливается больше свежего растительного материала за счет пожнивных и корневых остатков.

Важные результаты по составу органического вещества торфа получены нами под многолетними травами, длительно выращиваемыми без посева предварительных культур. Отбор образцов торфа для анализа проведен перед залужением торфяной почвы злаковыми многолетними травами (кострец безостый + овсяница луговая) и в конце седьмого года их жизни. Полученные экспериментальные данные позволяют сделать общий вывод: под многолетними травами в течение семилетнего периода их произрастания не происходит значительных изменений состава органического вещества торфа (см. табл. 3).

Например, количество битумов в слое почвы 0,4 м сократилось от 8,2 до 7,9% (3,7%). В пахотном слое оно вообще осталось на исходном уровне. Одной из главных причин, очевидно, является низкая биологическая активность почвы. В качестве подтвержде-

Табл. 3. Групповой состав органического вещества среднетолстой торфяной почвы под многолетними травами, % на абсолютно сухой торф**Table 3.** Group composition of the organic matter of medium-thick peat soil under perennial grasses, % on absolutely dry peat

Глубина, м	Битумы	Водорастворимые и легкогидролизуемые при 100 °С	Гидролизуемые 2%-й НСl	Гумусовые вещества		Трудногидролизуемые 80%-й Н ₂ SO ₄	Лигнин
				ГК	ФК		
Перед закладкой опыта							
0–0,2	7,28	3,85	31,87	30,07	17,19	2,62	5,34
0,2–0,4	9,18	3,45	27,94	33,05	17,56	2,63	5,28
Через 7 лет							
0–0,2	7,20	2,63	29,41	32,38	18,90	2,50	8,60
0,2–0,4	8,64	3,36	30,09	30,20	20,76	2,81	7,31

ния можно привести данные по содержанию общего азота. Его количество в пахотном слое сохранилось на исходном уровне 3,7%.

Следует отметить снижение от 3,85 до 2,63% (46,4%) в пахотном слое количества водорастворимых и легкогидролизующих при 100 °С веществ. Общее содержание гидролизующих 2%-й HCl веществ не изменилось, а количество гемицеллюлозы сократилось в слое 0,4 м на 39,0% (от 16,9 до 12,1%).

Содержание гуминовых кислот в слое почвы 0,4 м сохранилось – соответственно 31,6 и 31,3%, фульвокислот – увеличилось от 17,5 до 19,8%. Осталось на исходном уровне количество трудногидролизующих 80%-й H₂SO₄ веществ. В качестве исключения можно привести наличие лигнина. Его количество через 7 лет возросло от 5,3 до 7,9%.

ВЫВОДЫ

1. Торфяные почвы, сформированные на основе осоково-тростникового торфа, более устойчивы к агрогенной эволюции органического вещества при круглогодичном регулировании уровня залегания грунтовых вод: летом – 1,0 м, в осенне-зимний период – 2,0 м.

2. Возделывание сельскохозяйственных культур в овощекормовом севообороте обеспечивает минимальные изменения в составе органического вещества торфа. При этом в большей мере изменения проявляются под

пропашными культурами. Залужение торфяных почв многолетними травами без посева предварительных культур обеспечивает сохранность органического вещества торфа и предотвращает его существенную трансформацию.

3. Минеральные удобрения снижают скорость накопления трудногидролизующих и негидролизующих форм органического вещества вследствие создания в почве более жестких окислительно-гидролитических условий и накопления больше свежего растительного материала за счет пожнивных и корневых остатков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минаева Т.Ю. Торфяные болота России: актуальные проблемы сохранения и рационального использования // Торф и бизнес. 2011. № 2 (20). С. 31–32.
2. Моторин А.С. Торф – важный ресурс для развития сельского хозяйства Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 8. С. 17–20.
3. Инишева Л.И. Агрономическая природа торфа // Химия растительного сырья. 1998. № 4. С. 17–22.
4. Грехова И.В. Групповой состав органического вещества торфов низинных месторождений // Аграрный вестник Урала. 2012. № 6. С. 14–16.
5. Зайдельман Ф.Р. Минеральные и торфяные почвы полесских ландшафтов: монография. М.: КРАСАНД, 2013. 440 с.

6. Бамбалов Н.Н., Ракович В.А. Роль болот в биосфере. Минск: Белнаука, 2005. 285 с.
7. Архипов В.С., Маслов С.Г. Состав и свойства типичных видов торфа центральной части Западной Сибири // Химия растительного сырья. 1998. № 4. С. 9–16.
8. Моторин А.С., Игловиков А.В. Оценка состава органического вещества осушаемых торфяных почв Северного Зуралья // Известия Оренбургского ГАУ. 2018. № 6. С. 12–15.
9. Инишева Л.И., Деметьева Т.В. Скорость минерализации органического вещества торфов // Почвоведение. 2000. № 2. С. 196–203.
10. Бамбалов Н.Н. Краткий исторический очерк становления и развития химии и торфа Белоруссии // Природопользование. Минск. 2012. Вып. 22. С. 24–46.
11. Семененко Н.Н. Влияние осушения и сельскохозяйственного использования на трансформацию химического состава торфяных почв // Мелиорация. 2009. № 2 (62). С. 147–152.
12. Лученок Л.Н., Шкутов Э.Н., Баран С.Г. Изменение качественного состава органического вещества торфяных почв Белорусского полесья в результате длительного сельскохозяйственного использования // Мелиорация. 2010. № 1 (63). С. 112–119.
13. Лихацевич А.П., Авраменко Н.М., Ткач В.В. Изменение свойств маломощной торфяной почвы в процессе многолетнего сельскохозяйственного использования // Вести Академии наук Беларуси. 2011. № 2. С. 60–65.
14. Моторин А.С. Плодородие торфяных почв Западной Сибири: монография. Новосибирск: ГРПО СО РАСХН, 1999. 284 с.
15. Бамбалов Н.Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения // Минск: Наука и техника, 1984. 175 с.
1. Minaeva T.Yu. Torfyanye bolota Rossii: aktual'nye problemy sokhraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya [Peat bogs in Russia: actual problems of conservation and rational use]. *Torfi biznes* [Peat and Business], 2011, no. 2 (20), pp. 31–32. (In Russian).
2. Motorin A.S. Torf – vazhnyi resurs dlya razvitiya sel'skogo khozyaistva Tyumenskoi oblasti [Peat is an important resource for the development of agriculture in Tyumen region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of APC], 2018, vol. 32, no. 8, pp. 17–20. (In Russian).
3. Inisheva L.I. Agronomicheskaya priroda torfa [The agronomic nature of peat]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 1998, no. 4, pp. 17–22. (In Russian).
4. Grekhova I.V. Gruppovoi sostav organicheskogo veshchestva torfov nizinnikh mestorozhdenii [Group structure of organic substance of peat low-lying fields]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2012, no. 6, pp. 14–16. (In Russian).
5. Zaidel'man F.R. Mineral'nye i torfyanye pochvy polesskikh landshaftov [Mineral and peat soils of Polesye landscapes]. M.: KRASAND Publ., 2013. 440 p. (In Russian).
6. Bambalov N.N., Rakovich V.A. Rol' bolot v biosphere [The role of swamps in the biosphere]. Minsk: Belnauka Publ., 2005. 285 p. (In Belarusian).
7. Arkhipov V.S., Maslov S.G. Sostav i svoistva tipichnykh vidov torfa tsentral'noi chasti Zapadnoi Sibiri [Composition and properties of typical peat species in the central part of Western Siberia]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 1998, no. 4, pp. 9–16. (In Russian).
8. Motorin A.S., Iglovikov A.V. Otsenka sostava organicheskogo veshchestva osushaemykh torfyanykh pochv Severnogo Zaural'ya [Assessment of organic substances composition in the drained peat soils of Northern Zauralye]. *Izvestiya Orenburgskogo GAU* [Izvestiya of Orenburg State Agrarian University], 2018, no. 6, pp. 12–15. (In Russian).
9. Inisheva L.I., Dement'eva T.V. Skorost' mineralizatsii organicheskogo veshchestva torfov [Peat organic matter mineralization rate]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], 2000, no. 2, pp. 196–203. (In Russian).
10. Bambalov N.N. Kratkii istoricheskii ocherk stanovleniya i razvitiya khimii i torfa Belorusii [A brief historical outline of the formation and development of chemistry and peat of Belarus]. *Prirodopol'zovanie* [Nature Management], Minsk, 2012, vol. 22, pp. 24–46. (In Belarusian).
11. Semenenko N.N. Vliyanie osusheniya i sel'skokhozyaistvennogo ispol'zovaniya na transformatsiyu khimicheskogo sostava torfyanykh pochv [Effect of drainage and agricul-

REFERENCES

- tural application on transformation of chemical composition of peat]. *Melioratsiya* [Reclamation], 2009, no. 2 (62), pp. 147–152. (In Russian).
12. Luchenok L.N., Shkutov E.N., Baran S.G. Izmenenie kachestvennogo sostava organicheskogo veshchestva torfyanykh pochv Belorusskogo poles'ya v rezul'tate dlitel'nogo sel'skokhozyaistvennogo ispol'zovaniya [Change in the qualitative composition of the organic matter of peat soils of the Belarusian Polesye as a result of long-term agricultural use]. *Melioratsiya* [Reclamation], 2010, no. 1 (63), pp. 112–119. (In Russian).
13. Likhatshevich A.P., Avramenko N.M., Tkach V.V. Izmenenie svoistv malomoshchnoi torfyanoi pochvy v protsesse mnogoletnego sel'skokhozyaistvennogo ispol'zovaniya [Changes in the properties of thin peat soils in the process of long-term agricultural use]. *Vesti Akademii nauk Belarusi* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus], 2011, no. 2, pp. 60–65. (In Belarusian).
14. Motorin A.S. *Plodorodie torfyanykh pochv Zapadnoi Sibiri*. [Fertility of peat soils in Western Siberia]. Novosibirsk: GRPO SO RASKhN Publ., 1999, 284 p. (In Russian).
15. Bambalov N.N. *Balans organicheskogo veshchestva torfyanykh pochv i metody ego izucheniya* [Peat soil organic matter balance and methods for its study]. Minsk: *Nauka i tekhnika* [Science and Technique], 1984, 175 p. (In Belarusian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Моторин А.С.**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, профессор; **адрес для переписки:** Россия, 625501, Тюменская область, пос. Московский, ул. Бурлаки 2; e-mail: a.s.motorin@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Motorin A.S.**, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher, Professor; **address:** 2, Burlaki Str., Moskovsky settlement, Tyumen region, 625501, Russia e-mail: a.s.motorin@mail.ru

*Дата поступления статьи 20.01.2020
Received by the editors 20.01.2020*