

УДК 631.445.124:631.434.5

А. П. ЛИХАЦЕВИЧ¹, Н. М. АВРАМЕНКО², В. В. ТКАЧ²

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ МАЛОМОЩНОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ В ПРОЦЕССЕ МНОГОЛЕТНЕГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

¹*Институт мелиорации*

²*Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства*

(Поступила в редакцию 03.01.2011)

Эволюционирующая (изменяющая свойства) в процессе многолетнего сельскохозяйственного использования мелкозалежная торфяная почва переходит в новые качественные состояния, характеризуемые (в соответствии с принятой идеологией построения классификации органогенных почв) двумя показателями – мощностью органогенного слоя и его зольностью. Граничные значения классификационных признаков предложены учеными Института почвоведения и агрохимии на основе собственных многолетних исследований и изучения литературных источников по генезису, классификации и диагностике антропогенно-преобразованных (органогенных) почв [1]. Эти значения использованы при разработке Методики кадастровой оценки земель сельскохозяйственных предприятий [2].

В табл. 1 указаны классификационные признаки, их граничные значения и названия подтипов органогенных почв в соответствии с действующей в Беларуси классификацией.

Т а б л и ц а 1. Классификация органогенных почв (БелНИИПА, Белгипрозем, 2001)

Основной классификационный признак	Граничные значения основного классификационного признака	Подтип почвы
Мощность торфяной залежи, м	Более 2	Торфяная мощная
	1–2	Торфяная среднемощная
	<i>0,5–1</i>	<i>Торфяная маломощная</i>
	<i>0,3–0,5</i>	<i>Торфяно-глеевая</i>
	<i>Менее 0,3</i>	<i>Торфянисто-глеевая</i>
Зольность, %	<i>50–80</i>	<i>Торфяно-минеральная</i>
	80–95	Остаточно торфяно-минеральная
	Более 95	Минеральная после сработки торфа

Для оценки свойств почв, достигших обозначенных курсивом в табл. 1 граничных значений классификационных признаков, нами использованы данные многолетнего полевого стационара Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства (ПОСМЗиЛ). Главной целью исследований на стационаре, идея которых принадлежит академику С. Г. Скоропанову, а основным исполнителем продолжительное время был заведующий лабораторией ПОСМЗиЛ А. И. Барсуков, являлась разработка для мелкозалежных (маломощных) торфяных почв Полесья оптимальной системы почвозащитного земледелия, способной обеспечить максимально возможную продуктивность каждого мелиорированного гектара с минимальными потерями почвенной органики. В последние годы наблюдения за трансформацией свойств органогенной почвы проводились А. В. Семенченко и Н. М. Авраменко (ПОСМЗиЛ).

С целью выбора модели сельскохозяйственного использования мелкозалежной торфяной почвы стационара с 1961 г. изучаются шесть вариантов. Первый из них – использование земли под

многолетние травы (бессменная культура), последний (шестой) – только под пропашные культуры. Промежуточные варианты представляют собой севообороты с различным соотношением в структуре трех групп культур: многолетних трав, зерновых и пропашных.

Результаты 50-летних исследований (1961–2010), приведенные в табл. 2, свидетельствуют, что при уменьшении торфяного слоя от 63–73 см до мощности корнеобитаемого его физические характеристики (зольность и объемная масса) изменяются пропорционально мощности органо-генного слоя, поэтому вполне закономерно, что основным параметром, характеризующим данную почву, принята мощность торфяной залежи. После уравнивания торфяного горизонта с корнеобитаемым слоем мощность органо-генной почвы становится весьма неустойчивым показателем и не может в дальнейшем служить объективной характеристикой процесса трансформации свойств подобной почвы.

Данные многолетних наблюдений (см. табл. 2) также показывают, кроме того, что в соответствии с действующей классификацией осушенную маломощную торфяную почву можно отнести к торфяной по показателю содержания органического вещества (более 50%) только при мощности торфяного слоя более 30 см при использовании под многолетние травы и при мощности около 40 см при использовании в пропашном севообороте (см. табл. 1), что примерно соответствует корнеобитаемому слою этих культур. Следовательно, в соответствии с данными многолетних опытов на полевом стационаре ПОСМЗиЛ, из классификации органо-генных почв, находящихся в сельскохозяйственном использовании, необходимо исключить торфянисто-глеевые почвы с мощностью торфяного слоя менее 30 см. Фактически эти почвы по своим характеристикам относятся к другому подтипу, а именно к торфяно-минеральным почвам с зольностью более 50%.

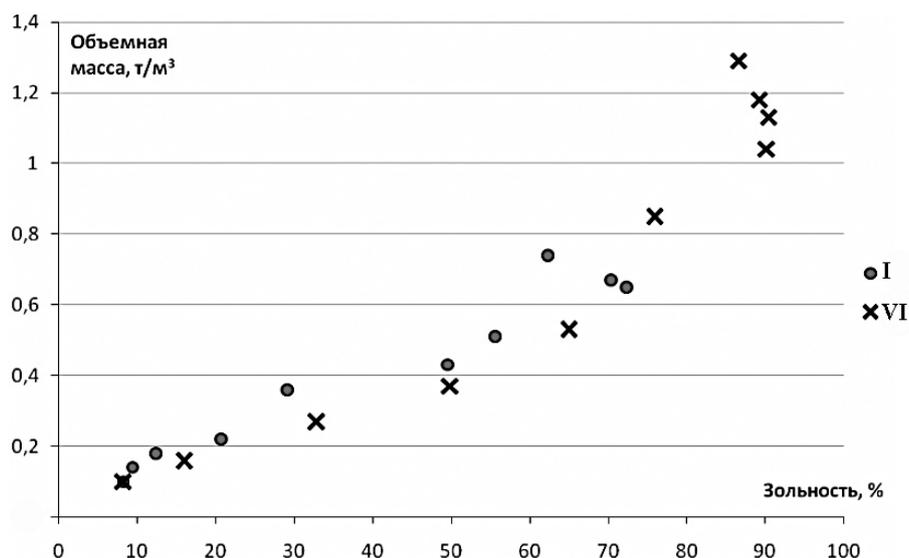
Т а б л и ц а 2. Трансформация органического вещества мелкозалежной торфяной почвы, срабатываемой в процессе многолетнего сельскохозяйственного использования, по вариантам опыта (I – монокультура многолетних трав, VI – пропашные 100%) на полевом стационаре, ПОСМЗиЛ

Годы	Мощность органо-генного слоя, см		Зольность, % от массы		Объемная масса, г/см ³ (т/м ³)	
	I	VI	I	VI	I	VI
1961	63	73	8,2	8,2	0,10	0,10
1966	51	55	9,4	16,0	0,14	0,16
1971	45	43	12,4	32,8	0,18	0,27
1976	41	38	20,7	49,8	0,22	0,37
1981	38	35	29,1	65,0	0,36	0,53
1993	31	24	49,5	75,9	0,43	0,85
1998	28	23	55,6	86,6	0,51	1,29
1999–2002	24	26	62,3	89,2	0,74	1,18
2003–2006	29	26	70,3	90,4	0,67	1,13
2007–2010	28	24	72,3	90,1	0,65	1,04

П р и м е ч а н и е. Осреднение показателей в 1999–2010 гг. обусловлено существенными колебаниями их значений по годам.

Из табл. 2 также следует, что при мощности органо-генного слоя, превышающей 50 см, интенсивность нарастания зольности в пахотном горизонте в процессе эволюции, по отношению к исходной, существенно меньше, чем у торфяно-глеевых почв с мощностью торфяного слоя от 30 до 50 см.

В свою очередь, от зольности зависит интенсивность повышения плотности. Графическое изображение связи зольности с объемной массой, приведенное на рисунке, показывает, что до зольности 50% нарастание плотности в процессе эволюции идет с тенденцией к затуханию, а после превышения зольности 50% интенсивность повышения плотности в процессе сработки торфа начинает прогрессивно возрастать. Сделанный вывод справедлив для вариантов сельскохозяйственного использования почвы как в севообороте при возделывании 100% пропашных культур, так и при монокультуре многолетних трав.



Связь зольности органогенной почвы с объемной массой корнеобитаемого слоя при сработке маломощной торфяной залежи в процессе многолетнего сельскохозяйственного использования: I – монокультура многолетних трав; VI – пашня 100%

Причиной повышения интенсивности нарастания плотности в корнеобитаемом слое органо-генной почвы при бессменной монокультуре многолетних трав является участие в этом процес-се нижележащего подстилающего минерального слоя, а на пашне – его припашка. Считаем этот известный факт подтверждением принятого граничного значения (50% от массы почвы) класси-фикационного признака «зольность», с которого в действующей классификации начинается под-тип торфяно-минеральных почв (начало перехода от торфяных к постторфяным почвам).

Для обоснования следующего граничного значения зольности в классификации органоген-ных почв используем известные характеристики их водного режима [3–6]. Как показывают ре-зультаты исследований (табл. 3), содержание продуктивных влагозапасов в органогенной почве начинает постепенно снижаться при ее уплотнении сверх $0,5 \text{ г/см}^3$, причем до зольности в пределах 65–70% это снижение идет с медленно нарастающей интенсивностью, а после перехода рубежа в 70% стабилизируется на максимальной интенсивности, составляющей от исходной величины около 5% на $0,1 \text{ г/см}^3$.

Учитывая точность определения наименьшей влагоемкости (см. табл. 3), можно считать, что водный режим осушенной маломощной торфяной почвы, эволюционирующей в процессе много-летнего сельскохозяйственного использования в направлении «маломощная торфяная – торфяно-глеевая – торфяно-минеральная» и далее, при отсутствии подпитывания влагой от уровня грун-товых вод начинает лимитировать почвенное плодородие только с уровня зольности 65–70%.

Т а б л и ц а 3. Изменение влагообеспеченности (на начало вегетации) в слое 0–30 см органогенной почвы, сработываемой в процессе многолетнего сельскохозяйственного использования

Показатель	Объемная масса, г/см^3 (т/м^3)							
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
Наименьшая влагоемкость, мм*	176	169	160	151	142	124	107	91
Влагозапасы завядания, мм**	42	34	29	26	23	19	16	14
Продуктивные влагозапасы, мм	134	135	131	125	119	105	91	77
Снижение содержания продуктивной влаги, % (мм)	–	–	3 (4)	7 (10)	12 (16)	22 (30)	33 (44)	43 (58)
Количество поливов (норма 25–30 мм), необходимых для восстановления исходной влагообеспеченности	–	–	–	–	0,5	1	1,5	2

* Рассчитанный доверительный интервал значений наименьшей влагоемкости при точности определения с ве-роятностью 95% составляет ± 6 мм.

** Расчет выполнен по эмпирической зависимости Э. Н. Шкутова.

Дополнительно к продуктивным влагозапасам оценим объем, занимаемый в органогенной почве минеральными и органическими частицами.

Известно, что зольность органогенной почвы выражается в весовых процентах:

$$Z = \frac{M_m}{M_m + M_o} 100\%, \quad (1)$$

где Z – зольность органогенной почвы, %; M_m – масса минеральной составляющей почвы, г; M_o – масса органической составляющей почвы, г.

От процентной оценки зольности перейдем к относительным единицам. При этом допускаем, что органогенная почва представляет собой смесь минеральной части с постоянной плотностью минеральной составляющей твердой фазы и органической части также с постоянной плотностью органической составляющей твердой фазы, следовательно,

$$M_m = \gamma_m V_m, \quad (2)$$

$$M_o = \gamma_o V_o, \quad (3)$$

где γ_m, γ_o – плотность минеральной и органической составляющих твердой фазы соответственно, г/см³; V_m, V_o – объемы, занимаемые минеральной и органической составляющими твердой фазы соответственно, см³.

Используя выражения (1)–(3), можем показать, что

$$\frac{V_o}{V_m + V_o + P} = \frac{\rho}{\gamma_o} (1 - Z), \quad (4)$$

$$\frac{V_m}{V_m + V_o + P} = \frac{\rho}{\gamma_m} Z, \quad (5)$$

где ρ – объемная масса органогенной почвы, г/см³; P – пористость органогенной почвы, см³.

Согласно данным табл. 2 и рисунка находим, что зольности 50% соответствует объемная масса около 0,4 г/см³, а зольности 65–70% (в среднем 67%) – объемная масса 0,65–0,70 г/см³ (в среднем 0,67 г/см³).

Из опытных данных ПОСМЗиЛ можно получить значения плотности твердых фаз органического вещества (торфа) и минеральной составляющей почвы (песка). Пределом снижения плотности органики (при зольности, стремящейся к нулю) является диапазон значений от 1,3 до 1,35 г/см³ (в среднем 1,32 г/см³). В свою очередь, для подстилающих торф песков Полесья, из которых слагается минеральная составляющая почвы, плотность твердой фазы колеблется в пределах 2,6–2,7 г/см³ (в среднем 2,65 г/см³) [7].

В соответствии с заявленными значениями составляющих выражений (4) и (5) определим, что в объеме 1 см³ органогенной почвы содержится:

при $Z = 0,5$ (50%):

$$V_o = \frac{0,4}{1,32} (1 - 0,5) = 0,152 \text{ см}^3, \quad (6)$$

$$V_m = \frac{0,4}{2,65} 0,5 = 0,075 \text{ см}^3, \quad (7)$$

при $Z = 0,67$ (67%):

$$V_o = \frac{0,67}{1,32} (1 - 0,67) = 0,167 \text{ см}^3, \quad (8)$$

$$V_m = \frac{0,67}{2,65} 0,67 = 0,169 \text{ см}^3. \quad (9)$$

Сравнивая между собой полученные объемы содержания минеральной и органической составляющих в твердой фазе органогенной почвы, видим, что

$$\text{при } Z = 50\% \quad V_o \approx 2V_m; \quad (10)$$

$$\text{при } Z = 67\% \quad V_o \approx V_m. \quad (11)$$

Таким образом, можно констатировать, что граничные значения зольности в классификации органогенных почв объективно определяются соотношением не только масс, но и объемов минеральной и органической составляющих твердой фазы, а именно:

при переходе торфяно-глеевой почвы в подтип «торфяно-минеральная» уравниваются массы органической и минеральной составляющих, при этом в единице объема содержание органической составляющей примерно в два раза больше, чем минеральной;

на границе перехода торфяно-минеральной почвы в следующий подтип, который логично назвать «минерально-торфяная почва», в ней уравниваются объемы органической и минеральной составляющих. Именно на этом рубеже с зольностью 65–70% органогенная почва утрачивает морфологические признаки торфа.

Интересно отметить, что полученное в результате проведенного выше анализа (по содержанию продуктивных влагозапасов и объемам, занимаемым в почве органической и минеральной составляющими) граничное значение зольности в 70% рекомендуется учитывать в качестве основного признака перехода торфяной почвы в другую почвенную разновидность и другими исследователями. Например, Н. Н. Бамбалов при определении граничной величины содержания органического вещества в торфяных и «деградированных торфяных» почвах использует показатель спектральной отражательной способности осоково-гипнового торфа со степенью разложения 25–30%. Им установлено, что «для данного торфа, несмотря на некоторый разброс результатов измерений, перегиб на графике спектральной отражательной способности наблюдается лишь в зоне, соответствующей примерно 30% содержания органических и 70% минеральных веществ, после чего величина спектральной отражательной способности возрастает с увеличением зольности». Объясняя установленную закономерность, Н. Н. Бамбалов констатирует: «Лишь при содержании минеральных компонентов более 70% смесь утрачивает морфологические признаки торфа. Это подтверждает обоснованность американского и западноевропейского подходов отнесения к торфу органогенных болотных отложений с содержанием органического вещества более 30% и минеральных компонентов менее 70%» [8].

Заметим, что анализируемые выше граничные значения зольности (50 и 70% от массы почвы) более 10 лет назад приняты В. И. Белковским в предложенной им классификации органогенных почв [9]. На эти же границы ориентируется Л. Н. Лученок при оптимизации видового состава кормовых культур на торфяных почвах Полесья [10].

Таким образом, согласно результатам анализа многолетних опытных данных ПОСМЗиЛ, в приведенной классификации (см. табл. 1) распространение торфяно-минеральных почв следует ограничить рамками зольности в 50–70%, при дальнейшей минерализации органогенного слоя, именно с 70% зольности, данная почва утрачивает морфологические признаки торфа.

Выводы

Органогенные почвы в процессе многолетнего сельскохозяйственного использования «проходят» несколько качественных этапов, характеризующихся определенными количественными закономерностями.

1. Уравнивание мощности органогенного и корнеобитаемого слоев (для монокультуры многолетних трав – 30 см, для пропашных – около 40 см) свидетельствует о том, что масса минеральной составляющей сравнивается с массой органической составляющей почвы, при этом объем органических частиц, содержащихся в почве, еще почти в два раза больше объема минеральных частиц в ней. Несмотря на большее содержание органических частиц в почве, с этого периода мощность органогенного слоя становится весьма неопределенным показателем и пере-

стает характеризовать процесс дальнейшей эволюции органогенной почвы. Главными параметрами, определяющими свойства этой почвы, становятся три взаимосвязанных показателя: содержание органического вещества, обратная ему величина зольности и плотность сложения (объемная масса) почвы. При оценке такой почвы принято использовать показатель зольности.

2. При повышении зольности органогенной почвы более 50% резко возрастает интенсивность ее минерализации и начинается процесс постепенного снижения содержания продуктивной влаги, которое при отсутствии достаточной подпитки от грунтовых вод становится ощутимым (существенным для сельскохозяйственных культур) с уровня 65–70% зольности и выше.

3. Когда происходит сработка органогенной почвы до зольности 65–70%, что соответствует плотности ее сложения 0,65–0,70 г/см³, в ней уравниваются объемы органических и минеральных частиц. Именно с этого периода почва утрачивает морфологические признаки торфа и начинает превращаться в минерально-торфяной субстрат, с ускорением эволюционирующий к почве, генетической основой которой является минеральный грунт, подстилающий торф. Продуктивность такой почвы определяется уровнем земледелия, влаготеплообеспеченностью вегетационных периодов и содержанием в почве продуктивной влаги, которое снижается по мере дальнейшей минерализации почвы.

Литература

1. Цытрон, Г. С. Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г. С. Цытрон. – Минск, 2004. – 124 с.
2. Методика кадастровой оценки земель сельскохозяйственных предприятий. – Минск: Белгипрозем, 2001. – 117 с.
3. Лихацевич, А. П. Исследования режима дождевания и мелкодисперсного увлажнения многолетних трав на торфяных почвах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02. / А. П. Лихацевич; БелНИИМиВХ. – Минск, 1982. – 23 с.
4. Авраменко, Н. М. Орошение культурных пастбищ подземными водами на торфяно-глеевых почвах Полесья: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02. / Н. М. Авраменко; БелНИИМиЛ. – Минск, 1992. – 24 с.
5. Лихацевич, А. П. Расчет наименьшей влагоемкости по физическим свойствам почв / А. П. Лихацевич // Мелиорация переувлажненных земель. – 1985. – Вып. 33. – С. 75–80.
6. Русак, Т. И. Влажность устойчивого завядания на старопахотных торфяных почвах Полесья / Т. И. Русак, Э. Н. Шкутов // Мелиорация. – 2008. – № 2 (60). – С. 154–162.
7. Грунтоведение: учебник для студентов вузов / под ред. Е. М. Сергеева. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 596 с.
8. Бамбалов, Н. Н. Граничная величина содержания органического вещества в торфяных и деградированных торфяных почвах / Н. Н. Бамбалов // Инновационные технологии в мелиорации и сельскохозяйственном использовании мелиорированных земель: тезисы докл. Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рож. акад. С. Г. Скоропанова, Минск, 15–17 сент. 2010 г. / Институт мелиорации; редкол.: А. П. Лихацевич [и др.] – Минск, 2010. – С. 19–22.
9. Белковский, В. И. Проблемы сельскохозяйственного использования и повышения плодородия антропогенных почв, формирующихся на месте сработанных торфяников / В. И. Белковский, Д. Б. Даутина, Н. А. Саквенкова // Мелиорация переувлажненных земель. – 2000. – Т. 47. – С. 192–208.
10. Лученок, Л. Н. Концепция оптимизации видового состава кормовых культур на мелиорированных торфяных почвах Полесья / Л. Н. Лученок // Мелиорация. – 2008. – № 2 (60). – С. 142–153.

A. P. LIKHATSEVICH, N. M. AVRAMENKO, V. V. TKACH

ALTERATION OF LOW-POWERED PEAT SOIL PROPERTIES IN THE COURSE OF LONG-TERM AGRICULTURAL USE

Summary

The evaluation of organic soil properties changing in the course of long-term agricultural use is made according to the data of a long-term field experiment founded in 1960 by the member of the Academy of Sciences S. G. Skoropanov and carried out by Polesye experimental station of ameliorative agriculture and meadow cultivation (Luninetsky district, Brest oblast). The results of 50-year research show that drained low-powered peat soil can be referred to peat soil on the indicator "organic substance content" (more than 50% of soil weight) only when the peat layer depth is more than 30 sm and when this soil is used for permanent grasses, or the depth is not less than 40 sm and this soil is used in arable crop rotation, that approximately corresponds to a root-inhabited layer of these crops. It is shown, that with 65–70% of ash content in organic soil the amounts of organic and mineral elements are equal. This fact can be considered a proof that 70% of organic soil ash content is a line dividing peaty-mineral soils with morphological characteristics of peat and postpeat soils without these characteristics