

Агроэкологические особенности антропогенной трансформации состава и свойств осушенных агроторфяных почв Беларуси

Т.Н. Азаренок, С.В. Шульгина, кандидаты с.-х. наук
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 15.09.2016 г.)

В статье представлены систематизированные показатели состава и свойств осушенных агроторфяных почв различной стадии антропогенной трансформации для характеристики их агроэкологического состояния по данным крупномасштабного и агрохимического почвенного обследования.

The results of human-induced transformation of drained peat soil are presented. The new values of space-time transformation of the properties in peat horizon of agropeat soils and in peat-mineral horizon of degraded peat soil are given on the based on analysis and systemization of data large-scale soil and agrochemical researches for study the process of degradation.

Введение

В условиях экологической политики, направленной на сохранение и создание устойчивых агроэкосистем, важно четко представлять последствия антропогенных воздействий на почвенный покров Республики Беларусь. Особенно это относится к осушенным агроторфяным почвам (торфяным осушенным, используемым в сельскохозяйственном производстве), занимающим 11,3 % сельскохозяйственных земель Беларуси.

В настоящее время в республике разработаны многочисленные рекомендации по рациональному использованию осушенных агроторфяных почв. Однако несоблюдение или игнорирование норм и правил рационального их использования, рекомендованных наукой, агрономической трактовкой почв как объекта сельскохозяйственного производства, пренебрежение принципами экологической безопасности при выборе возделываемых сельскохозяйственных культур и направлений их использования, слабая вовлеченность конкретных землепользователей в процесс защиты от деградации ставит под угрозу их существование и способствует образованию деградированных почв, отличающихся низким содержанием органического вещества (ОВ) и неустойчивым режимом функционирования. Поэтому исследования по систематизации количественных показателей, характеризующих пространственно-временную изменчивость состава и свойств, для характеристики агроэкологического состояния осушенных агроторфяных почв разной стадии антропогенной трансформации в целях сохранения их как генетического типа представляются весьма актуальными.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований явились органогенные почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь разных стадий антропогенной эволюции: агроторфяная маломощная (содержание ОВ >50,0 %), дегроторфяная торфяно-минеральная (содержание ОВ 50,0–20,1 %),

дегроторфяная минеральная остаточнo-торфяная (содержание ОВ 20,0–5,1 %), дегроторфяная минеральная постторфяная (содержание ОВ <5,0 %) [1].

Исследования выполнены на основе сбора, систематизации и анализа информации из разных источников: Почвенной Информационной Системы Беларуси, разновременных данных крупномасштабного почвенного обследования и корректировки осушенных земель 2005–2015 гг., результатов агрохимических обследований сельскохозяйственных земель 2007–2012 гг. с использованием профильно-генетического, сравнительно-аналитического методов, математической статистики.

Основная часть

Систематизация и анализ разновременных результатов почвенных обследований в Республике Беларусь (II тура крупномасштабного почвенного картографирования 1986–1998 гг.) [2] осушенных и прилегающих к ним земель (2005–2015 гг.) показал, что в составе сельскохозяйственных земель площади агроторфяных почв значительно сократились, а дегроторфяных увеличились. Так, если по результатам II тура крупномасштабного почвенного картографирования площадь осушенных агроторфяных почв в составе сельскохозяйственных земель составляла 863,4 тыс. га, то к настоящему времени она сократилась на 187,3 тыс. га и составляет 676,1 тыс. га. Агроторфяные почвы с мощностью торфа до 1,0 м уменьшились на 102,4 тыс. га. Площади же дегроторфяных почв возросли на 125,7 тыс. га (со 187,2 до 312,9 тыс. га), т. е. в 1,7 раза, дегроторфяных торфяно-минеральных – на 85,5 тыс. га (со 102,5 до 188,0 тыс. га), а деградированных минеральных остаточнo-торфяных – на 51,6 тыс. га (с 66,3 до 117,9 тыс. га), т. е. в 1,8 раза (таблица 1).

Морфологическое строение профиля объективно отражает направленность почвообразовательного процесса и дает наглядное представление об их экологическом состоянии [1].

Таблица 1 – Динамика площадей агроторфяных и дегроторфяных почв в составе сельскохозяйственных земель Беларуси

Годы обследования	Площади почв, тыс. га / %				
	агроторфяные		дегроторфяные		
	всего	в том числе	всего	в том числе	
		низинные		торфяно-минеральные	минеральные остаточнo-торфяные
По данным обследования 1986–1998 гг.	863,4 11,1	686,1 8,8	187,2 2,4	102,5 1,3	66,3 0,8
По данным обследования 2005–2015 гг.	676,1 7,8	522,9 6,1	312,9 3,6	188,0 2,2	117,9 1,4

Так, если агроторфяной горизонт агроторфяной мало-мощной почвы (рисунок 1) характеризуется четкой обособленностью от остальной части торфяной залежи, темно-окрашен, имеет непрочную комковатую структуру, то в результате антропогенной трансформации образовавшийся агроторфяно-минеральный горизонт деградаторфяных почв представляет собой преимущественно смесь органического вещества и рыхлых песчаных отложений. В силу преобразования песчаных зерен водными потоками, возможностей для механического закрепления органических частиц на их поверхности нет, и в деградаторфяных почвах (рисунок 2–4) поверхностный агроторфяно-минеральный горизонт представляет собой механическую смесь обособленных и легко отделяющихся друг от друга органических и минеральных частиц [3]. Мощность этого горизонта колеблется от 40 до 25 см. Цвет агроторфяно-минерального горизонта изменяется от светло-серого до темно-серого и интенсивно темно-серого и определяется содержанием органического вещества.

Изменение содержания ОВ, вследствие осушения, является одним из важнейших факторов, обуславливающих их эволюцию и является энергетическим регулятором всех почвенных процессов. Запасы энергии в органическом веществе почвы определяют ее экологическое состояние и устойчивость [4]. Трансформация осушенных агроторфяных почв идет по пути количественного и качественного уменьшения содержания ОВ [5, 6].

Так, если в агроторфяной мало-мощной почве содержание ОВ составляет 72,77 %, в деградаторфяной торфяно-минеральной – 32,29 %, в минеральной остаточно-торфяной – 14,34 %, то в деградаторфяной минеральной постторфяной падает до 4,68 %. В результате эволюции агроторфяных мало-мощных почв в деградированные постторфяные содержание ОВ снижается в 15,5 раза. В этом же направлении происходит и снижение внутренней энергии ОВ.

Согласно проведенным расчетам [4], наибольшее количество внутренней энергии ОВ сосредоточено в агроторфяном горизонте агроторфяной мало-мощной почвы – $7,22 \times 10^5$ ккал/м². С увеличением степени деградации исследуемых почв внутренняя энергия ОВ в метровой почвенной толще уменьшается, и в агроторфяно-минеральном горизонте деградаторфяной торфяно-минеральной почвы средняя величина внутренней энергии

составила $5,30 \times 10^5$ ккал/м² или 73,4 % от исходной. В деградаторфяной минеральной остаточно-торфяной средняя величина внутренней энергии верхнего горизонта составила $3,03 \times 10^5$ ккал/м² или 44,0 % от исходной почвы, а в деградаторфяной минеральной постторфяной – $1,18 \times 10^5$ ккал/м² (таблица 2). То есть в результате антропогенной эволюции агроторфяной мало-мощной почвы в деградаторфяную минеральную постторфяную происходит снижение внутренней энергии органического вещества в 6,1 раза.

Анализ полученных данных показал, что по мере сработки органогенного слоя запасы продуктивной влаги в полуметровой толще почвенного профиля уменьшаются: с 340,08 % в агроторфяной мало-мощной до 252,00 % в деградированной торфяно-минеральной, достигая минимальных значений в деградированных минеральных остаточно-торфяных и минеральных постторфяных почвах – 170,07 и 146,23 %, соответственно, т. е. в 2,3 раза [5]. Значения плотности сложения изменяются с 0,29 г/см³ в агроторфяном горизонте до 0,79–1,12 г/см³ в агроторфяно-минеральном горизонте торфяно-минеральной и минеральной остаточно-торфяной почв, достигая значений, близких к зональным дерново-подзолистым почвам, в минеральных постторфяных – 1,41 г/см³, т. е. возрастают в среднем в 4,9 раза.

В исследуемом эволюционном ряду в 20-ти см слое пахотного горизонта почв происходят изменения и их химического состава: содержание углерода снижается с 36,8 до 3,6 % (в 10,0 раз), валового азота – с 3,60 до 0,16 % (в 22,5 раза), фосфора – с 0,71 до 0,09 % (в 7,9 раза), калия – с 0,17 до 0,05 % (в 3,4 раза), кальция – с 1,49 до 0,01 % (в 149 раз) и магния – с 0,65 до 0,02 % (в 32,5 раза). Соотношения $C_{орг}/N_{общ}$ возрастают с 12,0 до 26,3 % (связь с содержанием ОВ – $R^2 = 0,80-0,99$) [7].

Вследствие изменений содержания органического вещества происходят изменения и других физико-химических характеристик, тесно с ним коррелирующих. Так, если величина суммы поглощенных оснований в агроторфяной низинной мало-мощной составила 103,30 смоль(+)-кг⁻¹, то в деградаторфяной торфяно-минеральной – 21,16 смоль(+)-кг⁻¹, достигая минимального значения в минеральной остаточно-торфяной почве – 14,54 смоль(+)-кг⁻¹ (снижение в 4,9 раза, $r = 0,97$). Такая же тенденция характерна и для показателя емкости по-

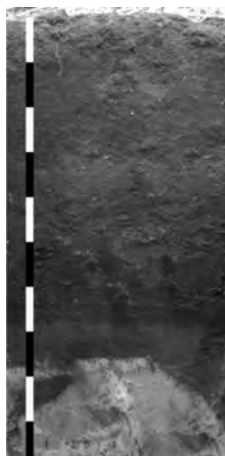


Рисунок 1

Агроторфяная низинная типичная, развивающаяся на тростниково-осоковых торфах, подстилаемая с глубины 0,60 м песками, мало-мощная

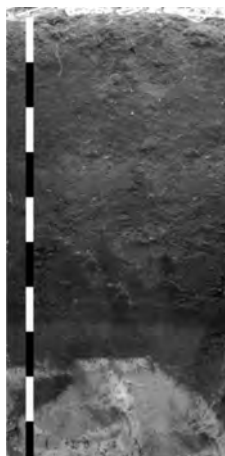


Рисунок 2

Деградаторфяная торфяно-минеральная, подстилаемая с глубины 0,36 м песками

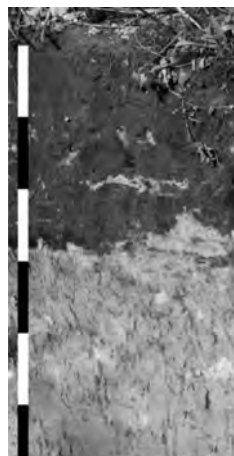


Рисунок 3

Деградаторфяная, минеральная остаточно-торфяная, подстилаемая с глубины 0,26 м песками

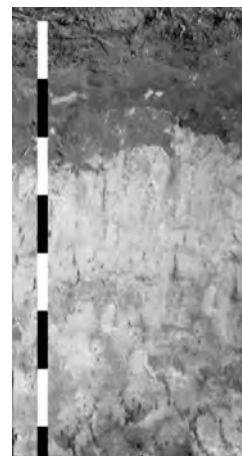


Рисунок 4

Деградаторфяная минеральная постторфяная, подстилаемая с глубины 0,23 м песками

Таблица 2 – Показатели отдельных свойств агроторфяных почв различной стадии трансформации

Почва	Горизонт	Мощность горизонта, см	Плотность сложения, г/см ³	Содержание ОВ, %	Внутренняя энергия ОВ (U) × 10 ⁵ агроторфяного и агроторфяно-минерального горизонтов, ккал/м ²
Агроторфяная низинная маломощная	ТР	35,51±3,96 ¹ 124 ¹	0,29±0,05 37	72,77±2,49 141	7,22±1,08 37
Дегроторфяная торфяно-минеральная	РТС	37,80±6,70 356	0,79±0,07 214	32,29±5,47 942	5,30±0,48 214
Дегроторфяная минеральная остаточно-торфяная	РТС	34,30±5,30 294	1,12±0,15 180	14,34±4,26 767	3,03±0,59 180
Дегроторфяная минеральная постторфяная	РТС	32,50±4,44 78	1,41±0,09 44	4,68±0,24 74	1,18±0,10 44

Примечание – *Учитывается мощность только агроторфяного горизонта; ¹ количество определений.

Таблица 3 – Среднестатистические показатели физико-химических и агрохимических свойств пахотных горизонтов агроторфяных маломощных и дегроторфяных почв Республики Беларусь

Название почвы	Кислотность, рН _{KCl}	Гидролитическая кислотность, Нг ⁺	Сумма поглощенных оснований, S	Емкость поглощения, Т	Степень насыщенности основаниями, V	Содержание подвижных	
						Р ₂ O ₅	К ₂ O
						смоль(+)-кг ⁻¹	
						%	
						мг/кг	
Агроторфяная низинная маломощная	5,60±0,54 1200 ¹	36,62±20,57 182	103,30±44,96 202	140,02±54,50 202	72,69±12,80 202	296,47±268,60 1137	286,00±223,96 1136
Дегроторфяная торфяно-минеральная	5,59±0,59 1174	8,10±6,70 273	21,16±10,77 273	30,01±15,34 273	70,91±19,78 273	222,39±191,25 1213	196,54±176,54 1213
Дегроторфяная минеральная остаточно-торфяная	5,68±0,67 974	4,56±3,83 438	14,54±6,84 419	18,95±8,28 419	75,40±14,52 419	179,54±145,93 935	138,32±116,39 935
Дегроторфяная минеральная постторфяная	5,79±0,56 59	3,25±1,73 49	16,43±9,61 49	20,26±14,28 49	77,66±14,04 49	131,56±67,22 52	151,03±73,78 52

Примечание – ¹Количество определений.

глощения: изменение с 140,02 смоль(+)-кг⁻¹ в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы до 18,95 смоль(+)-кг⁻¹ в агроторфяно-минеральном горизонте минеральной остаточно-торфяной (снижение в 7,4 раза, r = 0,97) (таблица 3).

Содержание ОВ является основным фактором, определяющим количественные значения содержания подвижных форм фосфора и калия, меди и цинка, обменных форм кальция, магния и марганца, серы [6, 8].

По данным корректировки осушенных земель (2005–2015 гг.), среднестатистические значения подвижного фосфора в результате трансформации агроторфяной маломощной почвы в деградированную минеральную постторфяную изменяются от 296,47 до 131,56 мг/кг, а калия – с 286,00 до 151,03 мг/кг, соответственно, и оцениваются как «низкое» и «очень низкое» [8] (таблица 3). С потерей ОВ и трансформацией почв с агроторфяной маломощной в дегроторфяную постторфяную ее азотминерализующая способность (N_{мин}) изменяется с 301–400 мг/кг в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы до 240–300 – 151–240 мг/кг в агроторфяном горизонте торфяно-минеральной и минеральной остаточно-торфяной почв, достигая минимальных значений в деградированной минеральной постторфяной – 120–150 мг/кг, т. е. снижается в 2 раза. Нитрифицирующая способность (N – NO₃) изменяется с 280–350 мг/кг в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы до 180–300 – 121–200 мг/кг в агроторфяно-минеральном горизонте торфяно-минеральной и минеральной остаточно-торфяной почв, достигая также минимальных значений в агроторфяно-минеральном горизонте минеральной постторфяной почвы – 80–120 мг/кг, т. е. снижается в 3,5 раза [7].

По результатам систематизации данных агрохимического обследования сельскохозяйственных земель республики 2007–2012 гг. установлено, что в результате трансформации агроторфяных почв в дегроторфяные происходит снижение среднего содержания обменного кальция с 10771,34 до 2164,58 мг/кг (в 4,9 раза), магния – с 1486,46 до 399,68 мг/кг (в 3,7 раза), бора – с 2,88 до 0,75 мг/кг (в 3,8 раза), меди – с 6,60 до 3,00 мг/кг (в 2,2 раза), цинка – с 10,85 до 4,56 мг/кг (в 2,4 раза), серы – с 22,17 до 7,16 мг/кг (в 3,1 раза), марганца – с 17,85 до 6,22 мг/кг (в 2,9 раза).

Таким образом, проведенные исследования подтверждают деградиционную направленность трансформации агроторфяных маломощных почв.

Заключение

Все вышеизложенное позволяет заключить, что антропогенная пространственно-временная трансформация агроторфяных почв в деградированные подтверждается объективными количественными данными крупномасштабного почвенного и агрохимического обследования сельскохозяйственных земель республики.

Содержание органического вещества играет определяющую роль в формировании свойств агроторфяных и дегроторфяных почв и их различий между собой, а среднестатистические показатели свойств являются незаменимым источником информации, отражающей их агроэкологическое состояние вследствие антропогенной трансформации.

Для сохранения осушенных агроторфяных почв как важнейшего объекта агроэкосистемы назревает необходимость в применении мер экономического воздействия через систему количественных показателей оценки вреда, причиняемого этим почвам землепользователями в

результате их использования в сельскохозяйственном производстве без учета разработанных научных рекомендаций, способствующих минимизации процессов деградации, экологических последствий их трансформации на основе системного мониторинга их состава и свойств.

Литература

1. Смян, Н.И. Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / Н.И. Смян, Г.С. Цытрон // РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси – Минск, 2007. – 219 с.
2. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: прак. пособие / Г.И. Кузнецов [и др.] // под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.
3. Микроморфологическая интерпретация процессов в антропогенно-преобразованных торфяных почвах / Смян Н.И. [и др.] // Почвенные исследования и применение удобрений: сб. науч. тр. / БелНИИПА; редкол.: И.М. Богdevич (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Ураджай, 1992. – Вып. 22. – С. 3–8.

4. К вопросу оценки эффективного плодородия органогенных почв Беларуси / Г.С. Цытрон [и др.] // Земля Беларуси. – № 2. – 2015. – С. 36–41.
5. Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части Республики Беларусь под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н.И. Смян [и др.] // Весці Акадэміі Аграрных Навук Рэспублікі Беларусь. – 2000. – №3. – С. 54–57.
6. Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / В.И. Белковский [и др.]. – Минск: Бел. изд. Тов-во «Хата», 2002. – 280 с.
7. Семеновко, Н.Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / Н.Н. Семеновко. – Минск: Белорусская наука, 2015. – 282 с.
8. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания / под ред. акад. И.М. Богdevича. – Минск, 2012. – 46 с.

УДК 631.4/5 + 631.8

Влияние сапонитсодержащих базальтовых туфов на продуктивность сельскохозяйственных культур

В.Н. Босак¹, доктор с.-х. наук, Г.Д. Стрельцова², О.Ф. Кузьменкова², кандидаты г.-м. наук, Т.В. Сачивко³, кандидат с.-х. наук

¹Белорусский государственный технологический университет

²Научно-практический центр по геологии

³Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 23.06.2016 г.)

Приведены результаты исследований эффективности применения сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистой супесчаной почве со средним содержанием обменного магния (110–120 мг/кг почвы).

Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов в дозах 200–750 кг/га (20–60 кг/га MgO) увеличило урожай зерна яровой пшеницы на 2,5–5,1 ц/га, зерна овса – на 2,1–4,3 ц/га, зерна гороха – на 1,9–4,1 ц/га, бобов фасоли овощной – на 15,1–17,1 ц/га, зеленой массы горохо-овсяной смеси – на 15,0–36,0 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – на 0,17–0,23 кг/м² с лучшими показателями агрономической эффективности при внесении Mg₄₀ на фоне полного минерального удобрения.

Введение

Одним из наиболее перспективных направлений развития экономики Республики Беларусь является вовлечение в производство местных сырьевых ресурсов взамен импортируемых и разработка безотходных технологий, связанных с добычей полезных ископаемых [4, 6, 7, 11, 12].

Сапонитсодержащие туффиты и туфы основного состава (базальтовые туфы) залегают среди потоков и покровов базальтов вендского (неопротерозойского) возраста (волынская серия, ратайчицкая свита) в юго-западной части Республики Беларусь. Глубина залегания туфов варьирует от 40–150 м в Ивановском и Пинском районах, до 150–300 м – в Волковысском, Дрогичинском и Малоритском районах и 600–1500 м – в Брестском и Кобринском районах.

Основу сапонитсодержащих туфов составляет минерал сапонит (Ca_{0,5}Na)_{0,3}[(Mg,Fe)₃(Si,Al)₄O₁₀](OH)₂×4H₂O (англ. Saponite) – глинистый минерал, слоистый силикат из группы монтмориллонита (смектитов).

Наряду с сапонитом, в состав сапонитсодержащих базальтовых туфов Беларуси в небольшом количестве входят минералы: анальцит Na[AlSi₂O₆]×H₂O, гематит α-Fe₂O₃, гидрослюда K_x(Al,Mg,Fe)₂₋₃×[Si_{4-x}Al_xO₁₀](OH)₂·nH₂O

The results of researches on studying the efficiency of saponite-containing basaltic tuffs application while growing agricultural crops on soddy-podzolic sandy soil with the average exchangeable magnesium content (110–120 mg/kg of soil) are presented.

The application of saponite-containing basaltic tuffs at the rates of 200–750 kg/ha (20–60 kg/ha MgO) increased spring wheat grain yield for 2,5–5,1 cwt/ha, oat grain – for 2,1–4,3 cwt/ha, peas grain – for 1,9–4,1 cwt/ha, green bean – for 15,1–17,1 cwt/ha, peas-oat green mass – for 15,0–36,0 cwt/ha, green mass of sweet basil – for 0,17–0,23 kg/m² with the best agronomic efficiency parameters by Mg₄₀ application against a background of complete mineral fertilizing.

(x≤0,5, n≤1,5), каолинит Al₄[Si₄O₁₀](OH)₈, полевой шпат (плагноклаз: альбит Na[AlSi₃O₈]) и анортит Ca[Al₂Si₂O₈]; ортоклаз K[AlSi₃O₈]), кварц SiO₂.

В усредненных пробах, отобранных в Пинском, Ивановском и Малоритском районах Брестской области, содержание MgO составило 6,53–9,87 %, K₂O – 0,79–3,46 %, N_{общ.} – 0,14–0,18 %, P₂O₅ – 0,22–0,24 %, Na₂O – 2,31–3,29 %, CaO – 0,04–1,94 %, FeO – 17,06–24,20 %, Al₂O₃ – 11,50–14,49 %, SiO₂ – 41,82–57,12 %.

Наряду с макроэлементами, в туфе обнаружены микроэлементы. Содержание подвижных форм марганца в среднем составило 162,39 мг/кг, кобальта – 4,45 мг/кг, цинка – 35,37 мг/кг, меди – 51,69 мг/кг.

Учитывая химический состав, сапонитсодержащий базальтовый туф может быть использован, в первую очередь, в качестве источника магния для питания сельскохозяйственных культур.

Значение магния в питании растений определяется, главным образом, тем, что он входит в состав зеленого пигмента листьев хлорофилла и непосредственно участвует в фотосинтезе. В хлорофилле содержится 2,7 % (по весу) магния, что составляет около 10 % общего его содержания в зеленых частях растений. Остальное количество магния необходимо для регулирования нормаль-