

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ТРАНСФОРМАЦИИ ОСУШЕННЫХ АГРОТОРФЯНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

**Азаренок Т.Н., Шульгина С.В., Матыченкова О.В., Шибут Л.И., Калюк В.А., Матыченков Д.В.**

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск, Республика Беларусь, [soil@tut.by](mailto:soil@tut.by)

*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 современных условиях экологической политики, направленной на сохранение и создание устойчивых агроэкосистем, важно осознавать последствия антропогенных воздействий на почвенный покров республики. Особенно это относится к осушенным агроторфяным почвам (торфяным осушенным, используемым в сельскохозяйственном производстве).

В настоящее время в республике разработаны многочисленные рекомендации по рациональному использованию осушенных агроторфяных почв, однако несоблюдение или игнорирование норм и правил рационального их использования, противоречащих рекомендациям науки, агрономической трактовкой почв как объекта сельскохозяйственного производства, пренебрежение принципами экологической безопасности при выборе возделываемых сельскохозяйственных культур и направлений их использования, слабой вовлеченности 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 экологического состояния осушенных агроторфяных почв в целях сохранения их как генетического типа, представляются весьма актуальными.

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 остаточно-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] и 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 их площади сократились на 187,3 тыс. га и составляют 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. – с 187,2 до 312,9 тыс. га (таблица 1), т.е. в 1,7 раза, дегроторфяных торфяно-минеральных почв увеличились на 85,5 тыс. га с 102,5 га до 188,0 га, а деградированных минеральных остаточно-торфяных почв на 51,6 тыс. га с 66,3 га до 117,9 га, т.е. в 1,8 раза.

**Таблица 1** – Динамика площадей агроторфяных и дегроторфяных почв в составе сельскохозяйственных земель Беларуси, тыс. га /%

Годы обследования	Агроторфяные		Дегроторфяные		
	Всего	в том числе	всего	в том числе	
		низинные		торфяно-минеральные	минеральные остаточно-торфяные
по данным обследования 1986-1998 гг.	<u>863,4</u> 11,1	<u>686,1</u> 8,8	<u>187,2</u> 2,4	<u>102,5</u> 1,3	<u>66,3</u> 0,8
по данным обследования 2005-2015 гг.	<u>676,1</u> 7,8	<u>522,9</u> 6,1	<u>312,9</u> 3,6	<u>188,0</u> 2,2	<u>117,9</u> 1,4

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

Так, если агроторфяный<sup>6</sup> горизонт агроторфяной маломощной почвы (фото 1) характеризуется четкой обособленностью от остальной части торфяной залежи, темноокрашен, имеет непрочную комковатую структуру, то в результате антропогенной трансформации, образовавшийся агроторфяно-минеральный горизонт дегроторфяных 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 дегроторфяных почвах (фото 2-4) поверхностный агроторфяно-минеральный горизонт представляет собой механическую смесь обособленных органических и минеральных частиц, не связанных друг с другом и легко отделяющихся друг от друга [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.

<sup>6</sup> Номенклатура диагностических горизонтов и почв приведена согласно [1]

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

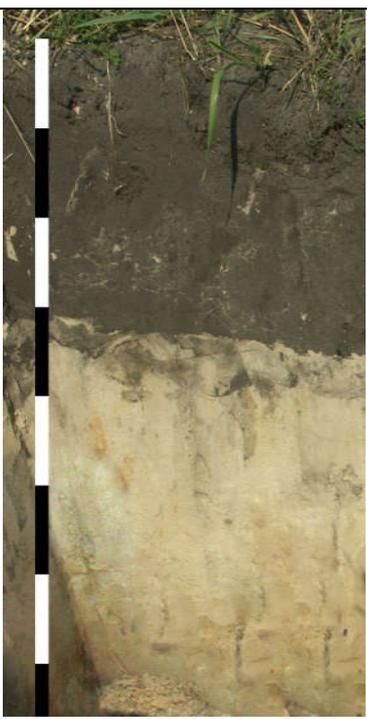
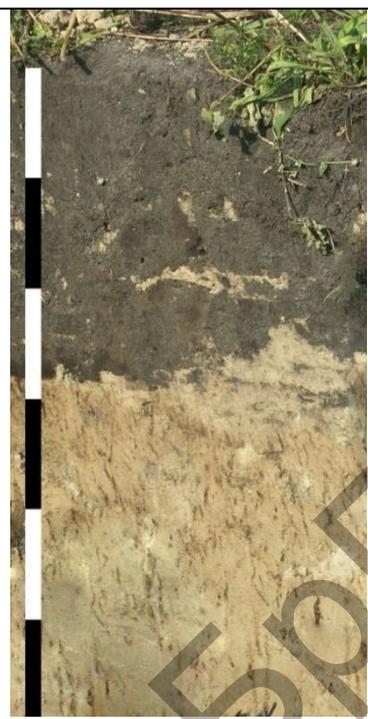
Согласно проведенным расчетам [4], наибольшее количество внутренней энергией ОВ сосредоточено в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы –  $7,22 \times 10^5$  ккал/м<sup>2</sup>. С увеличением степени деградации исследуемых почв внутренняя энергия ОВ в метровой почвенной толще уменьшается и в агроторфяно-минеральном горизонте дегроторфяной торфяно-минеральной почвы средняя величина внутренней энергии составила  $5,30 \times 10^5$  ккал/м<sup>2</sup> или 73,4% от исходной. В дегроторфяной минеральной остаточно-торфяной средняя величина внутренней энергии верхнего горизонта составила  $3,03 \times 10^5$  ккал/м<sup>2</sup>, что составляет уже 44,0% от исходной почвы, а в дегроторфяной минеральной постторфяной достигает  $1,18 \times 10^5$  ккал/м<sup>2</sup> (таблица 2). То есть в результате антропогенной эволюции агроторфяной маломощной почвы в дегроторфяную минеральную постторфяную происходит снижение внутренней энергии органического вещества в 6,1 раза.

**Таблица 2** – Показатели отдельных свойств агроторфяных почв различной стадии трансформации

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

\* – учитывается мощность только агроторфяного горизонта

<sup>7</sup> количество определений

			
<p><b>Фото 1</b> Торфяная низинная почва, развивающаяся в условиях выщелачивания, подстилаемая с глубины 0,60 м песками, маломощная</p>	<p><b>Фото 2</b> Дегроторфяная торфяно-минеральная почва, подстилаемая с глубины 0,36 м песками</p>	<p><b>Фото 3</b> Дегроторфяная, минеральная почва, остаточнo-торфяная, подстилаемая с глубины 0,26 м песками</p>	<p><b>Фото 4</b> Дегроторфяная минеральная почва, постторфяная, подстилаясь с глубины 0,23 м песками</p>

**Фото 1-4** – Стадии эволюции осушенных агроторфяных почв на м/о «Копацевичи» в СПК «Новополесье» Солигорского района Минской области

Анализ полученных данных показал, что по мере сработки органогенного слоя запасы продуктивной влаги в полуметровой толще почвенного профиля уменьшаются: с 340,08% в агроторфяной маломощной 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/см<sup>3</sup> в агроторфяном горизонте до 0,79-1,12 г/см<sup>3</sup> в агроторфяно-минеральном горизонте торфяно-минеральной и минерально-остаточно-торфяной почв, достигая значений близких к зональным дерново-подзолистым почвам в минеральных постторфяных – 1,41 г/см<sup>3</sup>, т.е. возрастают в среднем в 4,9 раза.

В исследуемом эволюционном ряду почв происходят изменения и их химического состава в 20-см слое пахотного горизонта: 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.

Если величина суммы поглощенных оснований в агроторфяной низинной маломощной составила 103,30 смоль(+) $\cdot$ кг<sup>-1</sup> (таблица 3), то в деградированной торфяно-минеральной 21,16 смоль(+) $\cdot$ кг<sup>-1</sup>, достигая минимального значения в минеральной остаточно-торфяной почве – 14,54 смоль(+) $\cdot$ кг (снижение в 4,9 раза,  $r=0,97$ ). Такая же тенденция характерна и для показателя емкости поглощения: изменение с 140,02 смоль(+) $\cdot$ кг<sup>-1</sup> в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы до 18,95 смоль(+) $\cdot$ кг<sup>-1</sup> 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 в деградированную минеральную постторфяную изменяется от 296,47 до 131,56 мг/кг, а калия с 286,00 до 151,03 мг/кг соответственно и оценивается как «низкое» и «очень низкое» [8] (таблица 3).

С потерей ОВ и трансформацией почв с агроторфяной маломощной в деградированную 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 ( $N - NO_3$ ) 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].

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

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

По результатам систематизации данных агрохимического обследования сельскохозяйственных земель республики 2007-2012 гг. установлено, что в результате трансформации агроторфяных почв в деэроторфяные 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 обследований сельскохозяйственных земель республики;

– органическое вещество 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 экологическое состояние на определенный момент времени;

– для сохранения осушенных агроторфяных почв, как важнейшего объекта экосистемы, необходима разработка на законодательном уровне понятий охраны почв, методики оценки экономического вреда, причиняемого этим почвам. Это позволит улучшить контроль и повысить материальную ответственность за использование почв без учета экологических последствий их трансформации в хозяйствах с высоким их удельным весом в составе сельскохозяйственных земель.

### **Список литературы**

1. Смяян, Н.И. Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / Н.И. Смяян, Г.С. Цытрон // РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси – Минск, 2007. – 219 с.
2. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / Г.И. Кузнецов [и др.] // под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смяяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.
3. Смяян, Н.И. Микроморфологическая интерпретация процессов в антропогенно-преобразованных торфяных почвах / Смяян Н.И. [и др.] // Почвенные исследования и применение удобрений: сб. науч. тр. / БелНИИПА; редкол.: И.М. Богдевич (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Ураджай, 1992. – Вып.22. – С. 3-8.
4. Цытрон, Г.С. К вопросу оценки эффективного плодородия органогенных почв Беларуси / Г.С. Цытрон [и др.] // Земля Беларуси. – № 2. – 2015. – С. 36-41.
5. Смяян, Н.И. Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части Республики Беларусь под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н.И. Смяян [и др.] // Весці Акадэміі Аграрных Навук Рэспублікі Беларусь. – 2000. – №3. – С. 54-57.
6. Белковский, В.И. Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / В.И. Белковский [и др.]. – Минск: Бел. изд. Тов-во «Хата», 2002. – 280 с.
7. Семененко, Н.Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / Н.Н. Семененко. – Минск: Белорусская наука, 2015. – 282 с.
8. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания / под ред. акад. И.М. Богдевича. – Минск, 2012. – 46 с.