

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНаВОДСТВА

УДК 631.445.12:620.95(476)

Н. Н. СЕМЕНЕНКО

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Институт мелиорации, Минск, Республика Беларусь, e-mail: niimel@mail.ru

(Поступила в редакцию 20.10.2011)

Перед земледелием Беларуси в настоящее время стоит задача – существенно повысить эффективность использования земель, удобрений и других средств интенсификации производства. Решение этих вопросов особенно актуально для зоны Полесья, где около 700 тыс. га сельскохозяйственных земель размещаются на торфяных почвенных комплексах, более 90 % площади которых подстилаются песками.

После осушения и в результате сельскохозяйственного использования в торфяных почвах коренным образом меняется направление почвообразовательного процесса, круговорота органического вещества и накопленной энергии. Это приводит к разрушению торфяного слоя, уменьшению запасов органического вещества, изменению морфологических, химических, физико-химических, биологических свойств и снижению уровня эффективного плодородия почв [1–16]. На месте торфяных формируются почвы торфяно-минеральные, минеральные остаточно-торфяные и минеральные постторфяные. В настоящее время из 1068,2 тыс. га бывших торфяных используемых в сельском хозяйстве образовалось около 200 тыс. га органо-минеральных почв разной степени эволюции. Площади таких почв постоянно увеличиваются и по прогнозу в перспективе могут достигнуть 350 тыс. га и более [1–4 и др.].

При разработке приемов интенсификации земледелия на торфяных почвах разных стадий эволюции и способов по защите их от деградации, снижения плодородия важнейшее значение имеет объективная оценка состояния свойств и прогноз их возможных изменений во времени под влиянием антропогенных факторов. Для рационального использования этих почв, сохранения и повышения их плодородия необходимо знать закономерности развития, тенденции трансформации свойств и уметь воздействовать на эти изменения. Не менее актуальна и проблема идентификации торфяных почв различных стадий эволюции.

В настоящее время диагностика и оценка деградированных почв проводится по морфологическому строению пахотного слоя и содержанию органического вещества. Наряду с этими показателями в современных условиях при решении задач рационального использования торфяных почв различных стадий эволюции, оценки их агроэкологического состояния возрастает актуальность использования новых показателей их свойств – энергетического статуса, которые на этих почвах не изучались. Показатель энергетического состояния более точно представляет информацию о направленности и интенсивности трансформации органического вещества и энергии почвы, изменения плодородия и потенциале режима питания растений. Руководствуясь показателями энергетического состояния торфяных почв разной стадии эволюции можно более объективно оценивать их свойства и более обоснованно принимать решения по разработке мероприятий повышения эффективности земледелия на них и сохранения плодородия.

Анализ литературных источников по проблеме энергетики почвообразования показывает, что эволюция живого вещества на Земле возможна только при постоянном притоке энергии, главным источником которой почти для всех природных процессов служит солнечная радиация. Жизнеспособность любой экосистемы, в том числе и почвенных биоценозов, зависит от эффективности использования энергетического потока. С этой целью система создает накопители энергии, затрачивает накопленную энергию на поступление новой, обеспечивает круговорот веществ, создает механизм саморегуляции и налаживает обмен с другими системами.

Согласно В. Р. Вильямсу, почвообразование определяется синтезом и распадом органических соединений почв. Солнечная энергия аккумулируется зелеными растениями, попадает вместе с опадом на поверхность почвы и в почву. Часть образующихся соединений минерализуется и освобожденная энергия расходуется на образование более сложных органических и минеральных соединений почв. Таким образом, остатки растений и органическое вещество почв являются в системе «почва – растение» аккумулятором энергии, за счет привноса этих соединений в экосистему происходит развитие почв.

В этой связи почва представляет собой универсальный аккумулятор и экономный распределитель энергии, который состоит из нескольких самостоятельных подсистем: гумусовое состояние, минеральная часть, водные и физические свойства, микробиологическая активность, почвенно-поглощающий комплекс и др. Рядом исследователей [17–21] установлено, что в минеральных почвах основным накопителем энергии является энергия кристаллической решетки минералов. Например, С. А. Тихоновым и Т. А. Романовой [19] установлено, что в дерново-подзолистых почвах Беларуси в структуре запасов внутренней энергии энергия кристаллической решетки минералов составляет 96–99 %. В то же время многие исследователи [12–30 и др.] считают, что, несмотря на низкую долю гумуса (0,6–1,2 %) в формировании полной внутренней энергии дерново-подзолистых почв, основным источником энергии для процессов превращения в них минеральных соединений, биосинтетических, микробиологических и других процессов является органическое вещество, гумус – продукт преобразования растительной массы. Аккумулированные в составе органического вещества почвы запасы солнечной энергии непрерывно используются в процессах жизнедеятельности растений и микроорганизмов и почвообразовании. Консервируя солнечную энергию, органическое вещество является одним из важнейших естественных энергетических источников, определяющих развитие почвы и формирование ее главного свойства – плодородия. Академик Т. Н. Кулаковская также отмечает [25], что биоэнергетический потенциал почвы, во многом определяющий течение почвообразовательных процессов, теснейшим образом связан с накоплением и преобразованием органического вещества и его содержание больше, чем другие составные части почвы, определяют главное ее свойство – плодородие.

Гумусовые соединения являются наиболее надежным энергетическим коррелянтом продукционной способности почв, поэтому черноземы резко выделяются среди других почв количеством энергии, аккумулированной в гумусе, богатство которым и определяет высокое и устойчивое их плодородие. Как показывают результаты исследований А. П. Щербакова и И. Д. Рудого (1983), в слое 0–20 см чернозем типичный содержит 899 млн ккал/га, а серые лесные почвы – 434 млн ккал/га. Еще более высокие уровни энергетических запасов выявлены в торфяно-болотных почвах Дальнего Востока России Л. Н. Пуртовой и Н. М. Костенковым (2003) – они достигают 905–1566 млн ккал/га.

Необходимо отметить, что вопросы биоэнергетики и энергетики почвообразования, впервые рассмотренные В. Р. Волобуевым в 1956–1958 гг., в настоящее время приобретают все большую актуальность. Это связано как с общими экологическими проблемами, так и с конкретными практическими задачами оценки, сохранения и повышения плодородия почв и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. В последнее время проведен ряд исследований, в которых данной проблеме уделено большое внимание (В. М. Володин и др., 1999, 2000; Л. Н. Пуртова, Н. М. Костенков, 2003; В. Н. Кудеяров, 2005; В. И. Савич и др., 2007; Г. С. Цытрон и др., 2011, и др.).

Особое место в исследованиях оценки содержания внутренней энергии, их биоэнергетического потенциала, занимают торфяные почвы, которые образовались в процессе естественного

отмирания, неполного распада и гумификации отмерших болотных растений в условиях избыточного увлажнения и недостатка кислорода и, по нашим данным, содержат до 40 % углерода в пересчете на сухую массу. Однако вопросы состояния энергетических свойств этих почв, особенно их изменения под влиянием длительного воздействия антропогенных факторов, в Беларуси не изучались, поэтому проведение подобных исследований на торфяных почвах разных стадий эволюции особенно актуально.

Цель исследований – дать оценку биоэнергетического потенциала торфяных почв в естественном состоянии (заповедник) и выявить влияние осушения и длительного (50 лет) сельскохозяйственного использования на его изменение.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований были использованы торфяные почвы разных стадий эволюции, аналитические данные трансформации химического состава и биологических свойств по которым уже опубликованы в ряде наших работ [14–16 и др.]. Методической основой проводимых исследований служит системный подход, сущность которого состоит в том, что изучаются не пространственно изолированные почвенные образования, а целый ряд почв, сформировавшихся в идентичных условиях. Исследования проводили на основе комплексного изучения влияния мелиорации, длительного сельскохозяйственного использования и трансформации содержания органического вещества на эволюцию энергетических свойств почв. Для этого на болотном массиве «Хольче» Лунинецкого района Брестской области площадью более 25 тыс. га на землях Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства НАН Беларуси были подобраны участки: неосушенный (заповедник) с мощностью торфа 68–85 см, а также участки одного поля севооборота, представленные катеной почв – агроторфяных, дегроторфяно-минеральных, дегроторфяно-минеральных остаточно-торфяных и дегроторфяно-минеральных постторфяных с различным содержанием органического вещества. Исходное состояние этих почв – осушенный маломощный торфяник, мощность торфа которого в 1956 г. до осушения составляла 65–85 см, т. е. был аналогичным с заповедником, подстилаются песком, исходный ботанический состав торфа – преимущественно осоковый. На этом поле возделывались одни и те же культуры при одинаковой агротехнике. В результате использования под пашней в течение 50 лет на этом месте образовались комплексы с торфяными почвами разных стадий эволюции. По нашему мнению, а также на это указывает и академик Н. Н. Бамбалов [3], это могло произойти по следующим причинам: осушение и сельскохозяйственное использование привело к усадке и уплотнению торфа и снижению его мощности. Затем, по мере «сработки» торфяного слоя и припашки подстилающей породы (которая залегает на разной глубине), разбавления торфа песком, произошло еще в большей степени снижение мощности органогенного слоя, содержания органического вещества (ОВ) и углерода гумусовых веществ в почве.

Подобранные объекты исследований, включающие в общей сложности 17 почвенных разновидностей, охватывают широкий спектр агроторфяных почв, содержание ОВ в которых колеблется от 83,7 до 4,8 %. На объектах исследований отобрано 45 смешанных почвенных проб. Для достижения удовлетворительной представительности смешанной пробы каждая из них составлялась из 5 индивидуальных.

Для энергетической оценки плодородия почв важно руководствоваться наиболее объективными индикаторами и методами. Результаты анализа литературных источников показали, что наиболее методически изученным естественным накопителем и источником энергии в почве является органическое вещество, углерод гумусовых соединений. Основу в методике энергетической оценки состояния почв составляет определение содержания углерода [17, 18, 22–24, 26 и др.].

Несмотря на то что по данным разных авторов величина теплоты сгорания гумусовых соединений почв колеблется в широких пределах (от 3,8 до 7,4 ккал/г), В. А. Ковда в своей монографии [17], проведя обобщение экспериментальных данных разных исследователей и методов расчета запаса энергии в гумусе сделал вывод, что *для получения общих представлений* в качестве характеристики внутренней энергии гумуса, *можно использовать теплоту его сгорания*. Для расчетов запаса энергии гумусовых веществ минеральных почв он предложил использовать *средний эквивалент энергии, равный 5,5 ккал на 1 г гумуса*.

Для торфяных почв внутреннюю теплоту сгорания впервые определил Е. М. Мовсиан [31] – она составила 5,7 ккал/г. Проведя обширные (908 проб) прямые экспериментальные измерения и обобщения, И. И. Лиштван и Н. Т. Король [32] сделали вывод, что теплота сгорания низинных торфов в зависимости от их ботанического состава и степени минерализации колеблется от 4930 до 6230 и в среднем составляет 5550 ккал/кг, что практически совпадает с нормативом, предложенным В. А. Ковдой [17].

В то же время С. А. Ваксманом (1937), И. В. Тюриным (1937), а позже и другими исследователями отмечалось, что при оценке энергетических свойств необходимо ориентироваться прежде всего на содержание углерода гумусовых соединений органического вещества почв. Наряду с этим приведенные выше данные по выделяемой теплоте сгорания низинных торфов указывают на широкий разброс результатов (более 25 %). При длительном сельскохозяйственном использовании торфяно-болотных почв в них происходит не только снижение, но и трансформация состава и структуры органического вещества, увеличение доли гумусовых соединений (от 71 до 92 %). Поэтому использование *усредненного эквивалента энергии – 5,5 ккал/г гумуса* – может привести к неточной оценке энергетического состояния торфяно-болотных почв отдельных участков (полей). Считаем, что для характеристики состояния энергетических свойств этих почв отдельных объектов необходимо пользоваться результатами определения содержания углерода гумусовых соединений органического вещества в каждом конкретном случае. Имея данные по содержанию углерода и плотности в определенном слое почвы, можно рассчитать и общий запас энергии (биоэнергетический потенциал).

Расчет биоэнергетического потенциала проводится по следующей формуле:

$$Q = S h_{\text{п}} d_{\text{п}} C_{\text{орг}} \cdot 37,334,$$

где Q – запас энергии в гумусовых соединениях почвы, ГДж/га; S – расчетная площадь, га; $h_{\text{п}}$ – мощность горизонта почвы, м; $d_{\text{п}}$ – плотность почвы, т/м³; $C_{\text{орг}}$ – содержание органического углерода в гумусовых соединениях, %; 37,334 – содержание энергии в углероде, ГДж/т.

В качестве теоретической основы расчетов использованы результаты исследований И. В. Тюрина (1937), показавшего, что по содержанию углерода можно рассчитывать запасы энергии в органическом веществе почвы, так как 1 см³ окислителя (0,1н раствора хромовой кислоты) соответствует 0,3 мг органического углерода гумусовых соединений и 2,675 калории (или 1 г $C_{\text{орг}} = 8,917$ ккал). Полученные результаты расчета запасов энергии в углероде по окисляемости вполне достоверны и близко совпадают с результатами определения запаса энергии калориметрическим методом. Учитывая, что в настоящее время международная оценка энергии в системе СИ проводится в джоулях, результаты исследований в статье также представлены в этих единицах.

В наших исследованиях содержание углерода в почвах определяли по методу Тюрина, масса навески почвы в зависимости от содержания в ней ОВ колебалась от 50 до 100 мг и количество 0,1 н раствора хромовой кислоты, израсходованное на окисление углерода гумусовых соединений, – от 10 до 20 см³. Все анализы выполнялись в 3-кратной повторности. Корреляционно-регрессионный анализ полученных результатов исследований проводили с использованием компьютерной программы Excel.

Результаты и их обсуждение. Представленные в табл. 1 результаты исследований показывают, что под влиянием длительного антропогенного воздействия на месте маломощного торфяника образовался комплекс почв разных стадий эволюции: агроторфяных, дегроторфяно-минеральных, минеральных остаточно-торфяных и минеральных постторфяных, которые различаются мощностью органогенного слоя от 56 до 21 см, содержанием ОВ – от 82,5 до 4,8 и углерода – от 36,8 до 2,5%. Обращает на себя внимание тот факт, что при содержании ОВ в почвах ниже 15 % доля углерода в его составе возрастает от 42,1–44,6 до 52,1–53,6 %, а степень гумификации ОВ повышается от 73,5–76,7 до 89,6–92,3 %. Наряду с этим в несколько раз повысилась плотность почвы: от 0,225 г/см³ почвы агроторфяные до 0,463 дегроторфяно-минеральные, 0,827–1,039 минеральные остаточно-торфяные и 1,367 г/см³ минеральные постторфяные. В связи с этим в несколько раз возрастает вес как пахотного (0–20 см), так и наиболее активного корнеобитаемого (0–40 см) слоя почвы.

Т а б л и ц а 1. Влияние осушения и длительного сельскохозяйственного использования на трансформацию торфяной почвы

Вид почвы	Мощность органо-генного слоя, см	Содержание в почве		
		ОВ, %**	C, %**	K***
I. Торфяно-болотная (неосушенная)	78*	83,7	36,1	74,2
II. Агроторфяная	56	82,5	36,8	76,7
III. Агроторфяная	48	68,0	30,3	76,6
IV. Дегроторфозем торфяно-минеральный	43	39,8	17,0	73,5
V. Дегроторфозем минеральный остаточно-торфяный	36	19,7	9,2	79,6
VI. Дегроторфозем минеральный остаточно-торфяный	30	15,1	8,1	92,3
VII. Дегроторфозем минеральный остаточно-торфяный	26	10,8	5,7	90,8
VIII. Дегроторфозем минеральный постторфяный	21	4,8	2,5	89,6

* На момент отбора почвенных проб.

** Слой 0–20 см.

*** K – коэффициент гумификации.

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что по мере «сработки» торфяной почвы сухая масса ее основного корнеобитаемого слоя (0–40 см) за счет уплотнения и припашки подстиляющей породы увеличилась от 982 т/га (торфяно-болотные почвы заповедника) до 5140 т/га (дегроторфозем минеральный постторфяный). Таким образом, в результате комплексного антропогенного воздействия (осушения и длительного сельскохозяйственного использования) на почву произошла существенная трансформация ее морфологического строения, агрофизических свойств, содержания ОВ и структуры его состава.

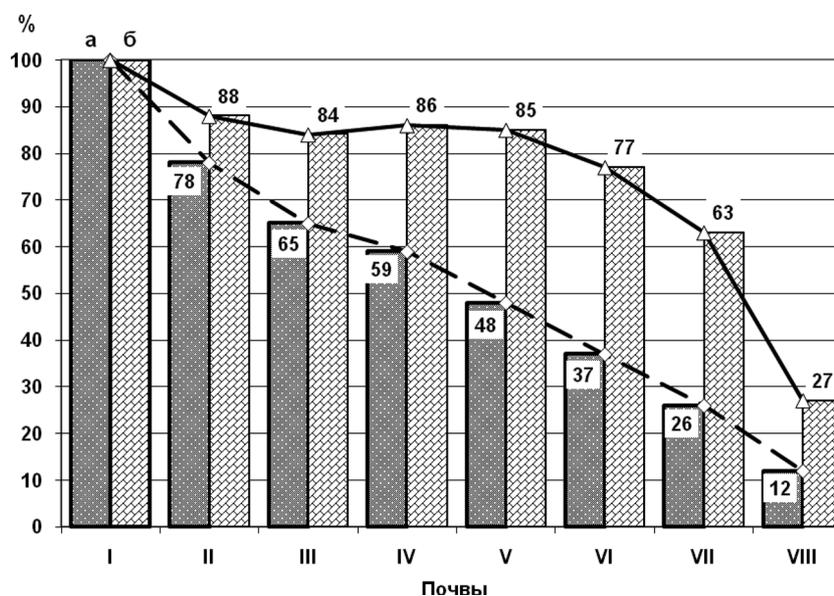
Т а б л и ц а 2. Изменение запасов углерода органических соединений и биоэнергетического потенциала торфяных почв под влиянием антропогенного воздействия

Вид почвы	Вес сухой почвы		Биоэнергетический потенциал, тыс. ГДж/га	
	Слой 0–40 см, т/га	Запас C _{орг} , т/га	органогенного слоя	слоя 0–40 см
I. Торфяно-болотная (неосушенная)	982	374,7	22,0	14,0
II. Агроторфяная	1220	329,0	17,23	12,29
III. Агроторфяная	1896	314,2	14,38	11,73
IV. Дегроторфозем торфяно-минеральный	2200	321,5	12,94	12,0
V. Дегроторфозем минеральный остаточно-торфяный	3602	317,2	10,49	11,84
VI. Дегроторфозем минеральный остаточно-торфяный	4022	289,2	8,22	10,80
VII. Дегроторфозем минеральный остаточно-торфяный	4281	235,8	5,75	8,80
VIII. Дегроторфозем минеральный постторфяный	5140	101,8	2,60	3,80
IX. Агродерново-подзолистая песчаная*	x	x	0,87–1,95; среднее – 1,41 ГДж/га	

* Слой 0–25 см.

Особое теоретическое и практическое значение представляют результаты исследований, приведенные в табл. 2 и на рисунке. Так, в результате эволюции торфяной почвы в дегроторфяные разных стадий трансформации запас углерода органических соединений в наиболее активном корнеобитаемом слое 0–40 см в них снизился с 374,7 (торфяно-болотные почвы заповедника) до 314,2–329,0 (агроторфяные и торфяно-минеральные); 235,8–317,2 (минеральные остаточно – торфяные) и 101,8 (минеральные постторфяные) т/га. Наряду с уменьшением в дегроторфяных почвах запасов углерода органических соединений так же снижается и их биоэнергетический потенциал (БЭП). Если биоэнергетический потенциал торфяно-болотных (неосушенных) почв превышает 20 тыс. (22,0) ГДж/га, то в агроторфяных почвах уровень этого показателя снижается до 14,38–17,23 тыс. ГДж/га. Это составляет 65–78 % от биоэнергетического потенциала почвы заповедника.

С увеличением степени деградации торфяных почв их БЭП еще больше снижается, достигая уровня 12,94 тыс. ГДж/га – в торфяно-минеральных; 5,75–10,49 – минеральных остаточно-торфя-



Почвы: I – торфяно-болотная (неосушенная); II – агроторфяная; III – агроторфяная; IV – деградотрофозем торфяно-минеральный; V – деградотрофозем минеральный остаточно-торфяный; VI – деградотрофозем минеральный остаточно-торфяный; VII – деградотрофозем минеральный остаточно-торфяный; VIII – деградотрофозем минеральный постторфяный

Динамика биоэнергетического потенциала торфяных почв под влиянием антропогенного воздействия: а – весь органический слой; б – 0–40 см

ных и 2,60 тыс. ГДж/га – минеральных постторфяных. Из этого можно сделать вывод, что биоэнергетический потенциал исходной торфяной почвы естественного состояния за 50 лет сельскохозяйственного использования снизился по сравнению с почвой заповедника по отдельным разновидностям от 22 до 88 %.

Приведенные выше данные представляют научный и практический интерес с точки зрения трансформации генетического типа торфяной почвы. Наряду с этим для оценки и прогноза продуктивности торфяных почв разной степени эволюции важное практическое значение имеют результаты изменения биоэнергетического потенциала в наиболее активном корнеобитаемом слое 0–40 см. Из данных, приведенных в табл. 2 и рисунке, также видно, что биоэнергетический потенциал этого слоя агроторфяной и минеральной остаточно-торфяной по сравнению с аналогичным слоем почвы заповедника снизился на 12–37 %. Более существенны изменения биоэнергетического потенциала установлены в минеральной постторфяной, которые составляют только 27% от почвы заповедника.

Важное теоретическое и практическое значение имеет установленный факт, что биоэнергетический потенциал слоя 0–40 см агроторфяных, торфяно-минеральных и минеральных остаточно-торфяных почв с содержанием ОВ 20 % и более различается несущественно (11,84–12,29 ГДж/га). Только в минеральной постторфяной почве снижение биоэнергетического потенциала достигает значительной величины и составляет 31 % от агроторфяной почвы. В связи с тем, что «срабатывается» в основном слой 0–40 см почвы, по нашему мнению, величина содержания энергии в этом слое более объективно характеризует биоэнергетический потенциал, плодородие и возможную продуктивность торфяных почв разных стадий эволюции.

Из приведенного выше видно, что наиболее низкая величина биоэнергетического потенциала характерна для минеральной постторфяной почвы с содержанием ОВ – 4,8 %, которая составляет 2,6 тыс. ГДж/га в слое 0–21 см (органогенном) и 3,8 тыс. ГДж/га в слое 0–40 см, однако это выше биоэнергетического потенциала зональных агродерново-подзолистых песчаных почв (среднее в слое 0–25 см – 1,41 тыс. ГДж/га).

Выводы

1. Под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (50 лет) бывший мелкозалежный торфяник с мощностью торфяного слоя около 78 см трансформировался в агроторфяные, дегроторфяно-минеральные, дегроторфяно минеральные остаточно-торфяные и дегроторфяно минеральные постторфяные почвы с мощностью органогенного слоя 56–21 см.

2. Под влиянием антропогенного воздействия происходит потеря ОВ (в слое 0–20 см – с 83,7 до 4,8 %), углерода гумусовых соединений (в слое 0–40 см – с 374,7 до 101,8 т/га) и биоэнергетического потенциала, а с ним и уровня плодородия торфяных почв. Биоэнергетический потенциал маломощных торфяно-болотных естественного состояния (неосушенных) почв составляет 22 ГДж/га. По сравнению с почвой неосушенной биоэнергетический потенциал органогенного слоя в почвах агроторфяных, агроторфяно-минеральной, минеральных остаточно-торфяных и минеральной постторфяной снижается на 22–35, 41, 52–74 и 88 % соответственно.

3. Потеря биоэнергетического потенциала корнеобитаемого слоя (0–40 см) почв происходит менее интенсивно, поэтому для оценки состояния плодородия и прогноза продуктивности антропогенно-преобразованных торфяных почв разных стадий эволюции более целесообразно использовать результаты определения биоэнергетического потенциала этого слоя. Величина БЭП в агроторфяных, торфяно-минеральных и минеральных остаточно-торфяных почвах с содержанием органического вещества 20 % и более различается несущественно.

4. Биоэнергетический потенциал, а значит и потенциал почвенного плодородия минеральной постторфяной почвы существенно выше, чем в зональных агродерново-подзолистых песчаных почвах – 2,6 (в слое 0–21 см) и 1,41 тыс. ГДж/га (среднее в слое 0–25 см) соответственно.

Литература

1. Зайко, С. М. Прогноз изменения осушенных торфяно-болотных почв республики / С. М. Зайко, П. Ф. Вашкевич, А. В. Горблюк // Современные проблемы сельскохозяйственной мелиорации: доклады междунар. конф. / БелНИИМиЛ. – Минск, 2001. – С. 104–107.
2. Эволюция почв мелиорируемых территорий / С. М. Зайко [и др.]. – Минск: Университетское, 1990. – 288 с.
3. Бамбалов, Н. Н. Агрогенная эволюция осушенных торфяных почв / Н. Н. Бамбалов // Почвоведение. – 2005. – № 1. – С. 29–37.
4. Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / под ред. В. И. Белковского [и др.]. – Минск: Хата, 2002. – 281 с.
5. Лихацевич, А. П. Мелиорация земель в Беларуси / А. П. Лихацевич, А. С. Мееровский, Н. К. Вахонин. – Минск: БелНИИМиЛ, 2001. – 308 с.
6. Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части Республики Беларусь под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н. Н. Смян [и др.] // Изв. Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – 2000. – №3. – С. 54–57.
7. Цытрон, Г. С. Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г. С. Цытрон. – Минск, 2004. – 124 с.
8. Петухова, Н. Н. Геохимия почв Белорусской ССР / Н. Н. Петухова. – Минск: Наука и техника, 1987. – 231 с.
9. Слагада, Р. Г. Изменение физических свойств и состава торфяных почв в процессе их сельскохозяйственного использования / Р. Г. Слагада // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – №1 (53). – С. 119–127.
10. Усачева, Л. Н. Оценка степени деградации осушенных торфяных почв по биологическому критерию / Л. Н. Усачева, Н. В. Шорох // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – №1 (55). – С. 119–129.
11. Методические указания по полевому исследованию и картографированию антропогенно-преобразованных торфяных почв Беларуси / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2001. – 19 с.
12. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: метод. указания / под ред. И. М. Богдевича. – Минск, 2006. – 64 с.
13. Адаптивные системы земледелия в Беларуси / В. С. Антонок [и др.]; под ред. А. А. Попкова. – Минск, 2001. – 308 с.
14. Семененко, Н. Н. Трансформация химического состава торфяных почв под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования / Н. Н. Семененко, Е. В. Каранкевич // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2011. – №1. – С. 45–50.
15. Семененко, Н. Н. Трансформация азотминерализующей способности торфяных почв Полесья в зависимости от способов длительного сельскохозяйственного использования / Н. Н. Семененко, Е. В. Каранкевич, С. И. Жмачинская // Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства : материалы междунар. науч.-практ. конф. и IV съезда почвоведов. – Ч. 1. – Минск, 2010. – С. 67–69.
16. Семененко, Н. Н. Трансформация фракционного состава азота торфяных почв под влиянием различных способов длительного сельскохозяйственного использования / Н. Н. Семененко, Е. В. Каранкевич, С. И. Жмачинская // Природнае асяроддзе Палесся : асаблівасці і перспектывы развіцця. – Вып. 2. – Брест, 2010. – С. 36–42.

17. Ковда, В. П. Основы учения о почвах / В. П. Ковда. – М.: Наука, 1973. – Кн. 1. – 446 с.
18. Волобуев, В. Р. Введение в энергетику почвообразования / В. Р. Волобуев. – М.: Наука, 1974. – 128 с.
19. Тихонов, С. А. Энергетическая характеристика дерново-подзолистых почв БССР / С. А. Тихонов, Т. А. Романова // Почвоведение и агрохимия. – 1987. – №23. – С. 9–15.
20. Пуртова, Л. Н. Энергетическое состояние почв Дальнего Востока России / Л. П. Пуртова, Н. М. Костенков. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 136 с.
21. Савич, В. И. Энергетическая оценка плодородия почв / В. И. Савич [и др.]. – М.: Изд-во ВНИИА, 2007. – 500 с.
22. Алиев, С. А. Метод изучения энергетики органического вещества почв / С. А. Алиев // Почвоведение. – 1972. – № 9. – С. 147–150.
23. Алиев, С. А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв / С. А. Алиев. – Баку: ЭЛМ, 1978.
24. Ryszkowski, L. Direct measurements of calorific value of soil organic matter / L. Ryszkowski, I. Zielinski // Bull. Acad. Po Sc., Ser. Sc. Biol. – 1975. – P. 769–773.
25. Кулаковская, Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т. Н. Кулаковская. – Минск: Ураджай, 1978. – 72 с.
26. Орлов, Д. С. Практикум по агрохимии гумуса / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 271 с.
27. Щербаков, А. П. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ / А. П. Щербаков, И. Д. Рудай. – М.: Колос, 1983. – 189 с.
28. Володин, В. М. Концепция оценки почвенного плодородия / В. М. Володин // Почвоведение. – 1990. – № 1.
29. Кудеяров, В. Н. Роль почв в круговороте углерода / В. Н. Кудеяров // Почвоведение. – 2005. – №8. – С. 915–923.
30. Цытрон, Г. С. Новые подходы к оценке плодородия почв / Г. С. Цытрон // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2011. – №3. – С. 21–26.
31. Мовсисян, Е. М. Методика изучения гумуса и результаты ее применения к почвам Араратской равнины / Е. М. Мовсисян. – Ереван, 1959.
32. Лиштван, И. И. Основные свойства торфа и методы их определения / И. И. Лиштван, Н. Т. Король. – Минск: Наука и техника, 1975. – 320 с.

N. N. SEMENENKO

POLESYE PEAT SOIL BIOENERGETIC POTENTIAL AND ITS TRANSFORMATION UNDER THE LONG-TERM INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS

Summary

The research shows that bio-energy potential of shallow peat soils is more than 20 thousand GJ/ha (21.96 GJ/ha). Organic matter, carbon, energy potential and the fertility of these soils are reduced under the influence of drainage and long-term (50 years) agricultural use of peat soils. In comparison with undrained soils bioenergetic potential of organogenic layer of agropeat, agropeat-mineral, mineral residually peat and mineral postpeat soils decreases respectively by 22–35, 41, 52–74 and 88 %. Loss of root zone (0–40 cm) soil energy potential is less intensive. Bioenergetic potential of mineral postpeat soils is considerably higher than the one of zonal agrosod-podzol sandy soils.