

УДК 631.44

ВЛИЯНИЕ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ НА ЕЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ

Е.Е. Гаевский, ассистент,
Я.К. Куликов, доктор биологических наук,
Белорусский государственный университет
г. Минск, Беларусь

Аннотация

Повышение содержания физической глины в дерново-подзолистой песчаной почве с 9,6 до 17,8% под действием торфования и землевания коренным образом изменяет фазовый состав почвенной пористой структуры в пользу водной составляющей, что обеспечивает увеличение ее водоудерживающей способности в 2-3,5 раза. При этом водоудерживающая способность почвы в пахотном горизонте возрастает с 370 м³/га до 622-732 м³/га, а продуктивность пятипольного севооборота повышается на 15-37 ц/га кормовых единиц, или на 32-80%.

Ключевые слова: торфование, землевание, песчаная почва, водно-физические свойства, водоудерживающая способность, физическая глина, продуктивность

Abstract

E.E. Gaevsky, Ya.K. Kulikov
CULTIVATION OF SOD-PODZOLIC SANDY SOIL AFFECTS ITS WATER PHYSICAL PROPERTIES AND PRODUCTIVITY

High share of physical clay in sod-podzolic soil increased from 9,6 to 17,8% due to peat adding and re-cultivation radically changes phase composition of soil porous structure in favor of water component what improves its water-holding capacity by 2-3.5 times. Also soil water-holding capacity in topsoil rises from 370 m³/ha to 622-732 m³/ha as well as productivity of five-course rotation increases by 1500-3700kg/ha of feed units (32-80%).

Keywords: peat adding, re-cultivation, sandy soil, water physical properties, water-holding capacity, physical clay, productivity

Введение

Одной из наиболее важных физических характеристик почвы является ее пористая структура. Она в значительной степени определяет такие жизненно важные для нормального развития растений свойства почвы, как водо- и воздухопроницаемость, водоудерживающая способность и др. Знание закономерностей изменения пористой структуры и других свойств песчаной почвы дает возможность в определенной мере управлять этими свойствами и, в конечном счете, оказывать влияние на почвенное плодородие [1].

Общая пористость почвы включает два понятия – пористость капиллярная и некапиллярная. По их соотношению можно судить о структуре почвы, в теснейшей связи с которой находится вся динамика водного режима. Проникновение воды в почву обусловлено некапиллярными промежутками, через которые атмосферные осадки могут проходить во всю толщу корнеобитаемого слоя. Если эти поры отсутствуют, вода застаивается на поверхности почвы или стекает по склону. Капиллярные промежутки задерживают воду, и она по пути движения рассасывается в почве. Быстрота и мощность капиллярного поднятия воды обуславливается этими же капиллярами [2].

Изучение общей пористости песчаных почв показало, что они отличаются большим количеством крупных пор и незначительным количеством мелких, вследствие чего вода быстро просачивается в нижележащие горизонты и мало задерживается в корнеобитаемом слое. Внесение торфа в песчаные почвы сопровождается уменьшением количества крупных пор, занятых воздухом, и увеличением объема более мелких пор, занятых водой, что улучшает их водно-воздушный режим [3,4].

Песчаные почвы, представляющие собой рыхлые природные образования, характеризуются высокой водопроницаемостью и аэрацией, низкой влагоёмкостью и капиллярностью, что обуславливает малые запасы продуктивной влаги [5].

Торфование песчаных почв рассматривается как перспективное научное направление улучшения их водно-физических свойств, что проявляется в уменьшении некапиллярной пористости и аэрации и увеличении капиллярной пористости и влагоёмкости [6].

Материал и методы

Полевые опыты проводились на базе хозяйства «ПМК-АГРО» Борисовского района Минской области на дерново-подзолистой связнопесчаной почве.

Для анализа отбирали почвенные образцы, в которых определяли физическую глину по Качинскому, а водно-физические свойства почв по Вадюниной и Корчагиной.

Схема полевого опыта включает 5 вариантов, где на опытные делянки площадью 50 м² в четырехкратной повторности вносился суглинок из расчета 100, 200, 300 и 400 т/га, а также торфонавозный компост в дозе 200 т/га с соотношением навоза к торфу 1:1.

Вносимый легкий суглинок характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН 6,1; сумма поглощенных оснований – 4,3 м-экв/100 г почвы, подвижный фосфор – 22,9 мг/100 г почвы, обменный калий – 33,0 мг/100 г почвы, содержание меди – 1,0 мг/кг, цинка – 4,6 мг/кг, бора – 0,44 мг/кг. Содержание физической глины – 26%, содержание гумуса – 1,8%.

Для приготовления торфонавозного компоста нами использовался низинный торф с зольностью 30%, который характеризовался следующими показателями: рН 6,4; сумма поглощенных оснований – 19,6 м-экв/100 г почвы, подвижный фосфор – 99,1 мг/100 г почвы, обменный калий – 120,0 мг/100 г почвы, содержание меди – 3,6 мг/кг, цинка – 14,4 мг/кг, бора – 2,7 мг/кг.

В торфонавозном компосте 70% влажности содержалось (в кг/т): органического вещества – 220, N_{общ} – 6, P₂O₅ – 2, K₂O – 5, CaO – 4,5, MgO – 1.

Полевые опыты закладывали в звене севооборота: картофель – ячмень – многолетние травы (3 года).

В первый год опыта возделывали картофель сорта Темп. Это обусловлено тем, что внесенные под картофель минеральные и органические компоненты хорошо перемешиваются с припаханным слоем почвы в 15-20 см при вспашке, окучивании, уборке урожая. Выбор картофеля в качестве исходной культуры определялся и его высокой отзывчивостью на внесение органических и минеральных удобрений, кроме того, картофель как пропашная культура характеризуется высоким выносом элементов минерального питания с урожаем клубней. В качестве фона под картофель вносили макроудобрения из расчета N₂₀P₄₀K₈₀.

На второй год после внесения торфонавозного компоста и суглинка изучалось их последствие на урожай ячменя сорта Коралл по фону P₄₀K₈₀. При возделывании зерновой культуры формировался равномерный органоминеральный пахотный горизонт.

Последствие окультуривания песчаной почвы

На третий-пятый год после внесения торфонавозного компоста и суглинка изучалось на многолетних бобово-злаковых травах (клевер луговой *Trifolium pretense* L., тимopheевка луговая *Phleum pretense* L., ежа сборная *Dactylis glomerata* L.), где в качестве фона применяли N₄₀P₈₀K₁₂₀. Культура травосмеси из многолетних бобовых и злаковых трав имеет преимущество перед посевом каждой из этих трав в отдельности и большое значение в поднятии плодородия почвы: многолетние злаковые травы, развивая корневую систему, главным образом, в пахотном горизонте, после отмирания разлагаются при доступе воздуха и способствуют развитию аэробных бактерий. Второй компонент травосмеси – многолетние бобовые травы проникают своими корнями глубоко в почву, извлекают из почвенных слоев и переносят в верхние горизонты питательные вещества. Минеральные удобрения вносились в форме аммиачной селитры, простого суперфосфата и хлористого калия.

Обработку почвы, сроки посадки и уход за культурами в период вегетации проводили в соответствии с агротехническими требованиями, рекомендуемыми для центральной части Беларуси. Учет урожая проводили поделочно с использованием общепринятой методики.

Результаты и их обсуждение

Наши исследования показали, что уже в первый год окультуривания песчаной почвы наблюдалось увеличение ее общей пористости под действием торфования и землевания (таблица 1).

Выявленная закономерность более четко проявлялась в пахотном горизонте почвы, где общая пористость увеличилась с 43,8% - на контроле до 50,8% - на варианте с минимальной дозой суглинка и торфонавозным компостом. Следует отметить, что увеличение общей пористости было обусловлено увеличением объема пор, занятых водой, тогда как пористость аэрации заметно снижалась, хотя и не выходила за пределы оптимальных значений для растений.

Например, если количество пор, занятых водой, увеличилось в пахотном горизонте песчаной почвы под действием окультуривания с 18,5 до 36,6%, т.е. почти в 2 раза, то объем пор, занятых воздухом, уменьшился в

**Таблица 1 – Влияние торфования и землевания на пористость песчаной почвы
(картофель, 2006 г.)**

ВАРИАНТ	ГОРИЗОНТ, СМ	ПОРИСТОСТЬ ПОЧВЫ, %			ТВЕРДАЯ ФАЗА, %
		общая	занятая водой	занятая воздухом	
Контроль (фон) *	0-20	43,8	18,5	25,3	56,2
	20-50	39,0	10,7	28,3	61,0
Фон+200т/га компоста +100 т/га суглинка	0-20	44,3	21,5	22,8	55,7
	20-50	36,5	12,5	24,0	63,5
Фон+200т/га компоста +200 т/га суглинка	0-20	46,9	21,7	25,2	53,1
	20-50	40,5	12,6	27,9	59,5
Фон+200т/га компоста +300 т/га суглинка	0-20	49,6	29,7	19,9	50,4
	20-50	40,7	17,5	23,2	59,3
Фон+200т/га компоста +400 т/га суглинка	0-20	50,8	36,6	14,2	49,2
	20-50	31,3	20,8	10,5	68,7

Примечание: – *фон – N₂₀P₄₀K₈₀

1,8 раза. Это свидетельствует о том, что окультуривание песчаной почвы под действием торфования и землевания изменяет соотношение газовой и водной составляющих ее пористой структуры в пользу водной фазы. Следовательно, исходная песчаная почва в состоянии удерживать в пахотном горизонте только 18,5% воды, а после внесения торфонового компоста и суглинка ее вододерживающая способность увеличивается до 36,6%. В подпахотном горизонте песчаной почвы под действием торфования и землевания также возрастало участие водной фазы в формировании пористой структуры с 10,7 до 20,8%. Следует также отметить, что если в пахотном горизонте исходной песчаной почвы воздушная фаза превысила водную в 1,4 раза, то в окультуренной почве уже водная составляющая ее пористой структуры превысила воздушную в 1,5 раза, т.е. произошло перераспределение фазового состава пористости в пользу водной части. Однако, наиболее благоприятные отношения между водной и воздушной фазами были характерны для пористой структуры почвы на вариантах внесения суглинка в дозах от 100 до 300 т/га. При увеличении доз вносимого суглинка до 400 т/га наблюдалось снижение аэрации почвы до 14,2–10,5%, что выходит за пределы оптимальных значений для большинства сельскохозяйственных растений.

Последствие торфования и землевания на пористую структуру песчаной почвы проявлялось также и на второй год ее окультуривания при возделывании ячменя (таблица 2).

**Таблица 2 – Влияние торфования и землевания на пористость песчаной почвы
(ячмень, 2007 г.)**

ВАРИАНТ	ГОРИЗОНТ, СМ	ПОРИСТОСТЬ ПОЧВЫ, %			ТВЕРДАЯ ФАЗА, %
		общая	занятая водой	занятая воздухом	
Контроль (фон) *	0-20	36,6	11,3	25,3	63,4
	20-50	32,2	6,4	25,8	67,8
Фон + 200 т/га компоста + 100 т/га суглинка	0-20	45,7	20,9	24,8	54,3
	20-50	36,0	14,6	21,4	64,0
Фон + 200 т/га компоста + 200 т/га суглинка	0-20	46,1	22,6	23,5	53,9
	20-50	38,0	16,9	21,1	62,0
Фон + 200 т/га компоста + 300 т/га суглинка	0-20	47,1	24,7	22,4	52,9
	20-50	38,9	18,2	20,7	61,1
Фон + 200 т/га компоста + 400 т/га суглинка	0-20	49,2	34,0	15,2	50,8
	20-50	40,4	23,5	16,9	59,6

Примечание: – *фон – P₄₀K₈₀

В данном случае общая пористость в пахотном горизонте песчаной почвы возрастала с 36,6 до 49,2%, а в нижележащем слое – с 32,2% до 40,4%. При этом объем пористого пространства, заполненного водой, увеличился в пахотном горизонте в 3 раза, а в подпахотном – в 3,7 раза. Следовательно, водоудерживающая способность песчаной почвы увеличивается под действием торфования и землевания в пахотном слое с 11,3 до 34,0%, а в подпахотном горизонте – с 6,4 до 23,5%. Таким образом, окультуривание песчаной почвы путем торфования и землевания улучшает ее пористую структуру, что проявляется в уменьшении количества крупных пор, занятых воздухом, и увеличении объема мелких пор, заполненных водой. В результате этого соотношение газовой и водной фаз в поровом пространстве окультуренной песчаной почвы изменяется в пользу водной части. Например, если в пахотном горизонте исходной песчаной почвы пористость, занятая воздухом, в 2 раза превышала пористость, занятую водой,

то в окультуренной песчаной почве, наблюдается обратное, а именно водная фаза превышает воздушную в 2 раза. Однако наиболее благоприятные условия для аэрации почвы под ячменем создавались на вариантах, где суглинок вносился в дозах от 100 до 300 т/га, что было характерно и для картофеля.

Последствие торфования и землевания на пористую структуру песчаной почвы отмечалось и на третий год ее окультуривания при возделывании многолетних трав (таблица 3). Следует отметить, что под многолетними травами формировалась более однородная пористая структура песчаной почвы по сравнению с другими культурами. При этом объем пор, занятых водой, увеличивался в пахотном горизонте песчаной почвы под действием торфования и землевания с 23,2 до 31,1%, т.е. в 1,3 раза, а пористость аэрации уменьшалась с 21,3 до 19,7%, т.е. всего лишь в 1,1 раза. Следовательно, и в данном случае структура пористости песчаной почвы изменяется в процессе ее окультуривания в пользу водной фазы.

Таблица 3 – Влияние торфования и землевания на пористость песчаной почвы (многолетние травы, 2008 г.)

ВАРИАНТ	ГОРИЗОНТ, СМ	ПОРИСТОСТЬ ПОЧВЫ, %			ТВЕРДАЯ ФАЗА, %
		общая	занятая водой	занятая воздухом	
Контроль (фон)*	0-20	44,5	23,2	21,3	55,5
	20-50	39,2	20,3	18,9	60,8
Фон+200т/га компоста +100 т/га суглинка	0-20	44,4	23,4	21,0	55,6
	20-50	39,0	21,6	17,4	61,0
Фон+200т/га компоста +200 т/га суглинка	0-20	48,6	27,9	20,7	51,4
	20-50	41,0	24,4	16,6	59,0
Фон+200т/га компоста +300 т/га суглинка	0-20	49,0	29,1	19,9	51,0
	20-50	40,8	24,6	16,2	59,2
Фон+200т/га компоста +400 т/га суглинка	0-20	50,8	31,1	19,7	49,2
	20-50	42,6	26,8	15,8	57,4

*Примечание: – *фон – N₄₀P₈₀K₁₂₀*

Однако резких изменений в соотношении между жидкой и воздушной фазами в пахотном горизонте песчаной почвы не выявлено. Так, если в исходной песчаной почве водная фаза относилась к воздушной как 1,1:1,0, то в окультуренной песчаной почве это соотношение составило 1,6:1,0 – на варианте с максимальной дозой суглинка. Это означает, что в пахотном горизонте исходной песчаной почвы водная часть ее пористой структуры превышала воздушную только на 10%, а после окультуривания почвы – на 60%.

Аналогичная закономерность в изменении пористой структуры песчаной почвы под действием торфования и землевания выявлена и в подпахотном горизонте. При этом водная часть пористости песчаной почвы возрастала с 20,3 до 26,8%, т.е. в 1,3 раза (как и в пахотном горизонте), а пористость аэрации уменьшилась с 18,9 до 15,8%, т.е. в 1,2 раза. Превышение водной фазы над воздушной в исходной песчаной почве составило 10%, а в окультуренной – 70%. Следовательно, и в подпахотном горизонте песчаной почвы под действием торфования и землевания возрастает участие воды в формировании ее пористой структуры.

Таким образом, торфование и землевание песчаной почвы улучшает ее пористую структуру, что проявляется в увеличении водной фазы и уменьшении объема пор, занятых воздухом. Под действием торфования и землевания участие водной фазы в формировании пористой структуры пахотного горизонта песчаной почвы увеличивается в 2 раза под картофелем, в 3 раза – под ячменем и в 1,3 раза – под многолетними травами.

Применение высоких доз торфонавозного компоста и суглинка вызывает коренные изменения пористой структуры песчаной почвы и способствует улучшению ее водного режима. Как известно, при поступлении воды в песчаные почвы основная ее масса просачивается в нижележащие горизонты и пополняет запасы грунтовых вод, и лишь небольшая часть поглощается и находится в связанном состоянии. Вследствие того, что почва обладает способностью поглощать и удерживать влагу, создается ее запас, который растения могут использовать в течение вегетации. В связи с этим водоудерживающая способность песчаной почвы представляет большой агроэкологический интерес в земледелии [1].

Как следует из наших данных, исходная песчаная почва под картофелем на контрольном варианте в пахотном горизонте способна удерживать 370 м³/га воды, а в подпахотном – 214 м³/га (таблица 4). Окультуривание песчаной почвы путем торфования и землевания повышает водоудерживающую способность пахотного горизонта на 60-362 м³/га или на 16-98%. В подпахотном горизонте водоудерживающая способность почвы возрастала примерно в таких же пределах – на 36–202 м³/га или на 17–94%. С увеличением доз суглинка водоудерживающая способность песчаной почвы закономерно возрастала и достигала своей максимальной величины на варианте, где этот мелиорант применялся в дозе 400 т/га. При этом запасы влаги, как в пахотном, так и в подпахотном горизонтах увеличивались в 2 раза по сравнению с контролем.

Таблица 4 – Влияние торфования и землевания на водоудерживающую способность песчаной почвы (картофель, 2006 г.)

ВАРИАНТ	ГОРИЗОНТ, СМ	ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ		РАЗНИЦА	
		мм	м ³ /га	м ³ /га	%
Контроль (фон)	0-20	37,0	370	-	-
	20-50	21,4	214	-	-
Фон+200т/га компоста+100 т/га суглинка	0-20	43,0	430	60	16
	20-50	25,0	250	36	17
Фон+200т/га компоста+200 т/га суглинка	0-20	43,4	434	64	17
	20-50	25,2	252	38	18
Фон+200т/га компоста+300 т/га суглинка	0-20	59,4	594	224	60
	20-50	35,0	350	136	63
Фон+200т/га компоста+400 т/га суглинка	0-20	73,2	732	362	98
	20-50	41,6	416	202	94

На второй год окультуривания песчаной почвы при возделывании ячменя (табл. 5) ее водоудерживающая способность продолжала оставаться на достигнутом высоком уровне. В тоже время водоудерживающая способность песчаной почвы на контрольном варианте понижалась в пахотном горизонте до 226 м³/га, а в нижележащем слое – до 128 м³/га, т.е. на 39– 40%. Следовательно, водный режим окультуренной песчаной почвы в меньшей степени подвержен изменениям под влиянием факторов внешней среды, прежде всего засушливых условий, что позволяет говорить о повышении ее экологической устойчивости. Закономерным является также тот факт, что водоудерживающая способность окультуренной почвы в пахотном горизонте остается на более высоком уровне, по сравнению с подпахотным. При этом запасы влаги в пахотном горизонте возрастали в 3 раза, а в подпахотном – в 3,5 по сравнению с контролем.

Таблица 5 – Влияние торфования и землевания на водоудерживающую способность песчаной почвы (ячмень, 2007 г.)

ВАРИАНТ	ГОРИЗОНТ, СМ	ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ		РАЗНИЦА	
		ММ	м ³ /га	м ³ /га	%
Контроль (фон)	0-20	22,6	226	-	-
	20-50	12,8	128	-	-
Фон+200т/га компоста +100 т/га суглинка	0-20	41,8	418	188	83
	20-50	29,2	292	164	128
Фон+200т/га компоста +200 т/га суглинка	0-20	45,2	452	226	100
	20-50	33,8	338	210	164
Фон+200т/га компоста +300 т/га суглинка	0-20	49,4	494	268	119
	20-50	36,4	364	236	184
Фон+200т/га компоста +400 т/га суглинка	0-20	68,0	680	454	201
	20-50	47,0	470	342	267

На третий год окультуривания песчаной почвы под многолетними травами (таблица 6) сформировался наиболее выровненный водный режим, как в пахотном, так и в подпахотном горизонтах. Это выразилось, прежде всего, в заметном уменьшении разницы в водоудерживающей способности почвы между этими горизонтами под действием торфования и землевания. Например, если под картофелем на варианте с максимальной дозой суглинка разница в водоудерживающей способности почвы между этими горизонтами составила 316 м³/га, под ячменем – 210 м³/га, то под многолетними травами – всего лишь 86 м³/га. Важно также отметить и то обстоятельство, что под многолетними травами водоудерживающая способность почвы в подпахотном горизонте находилась на более высоком уровне по сравнению с другими культурами. Это указывает на важную роль подпахотного горизонта окультуренной песчаной почвы в стабилизацию водного режима под многолетними травами. При этом запасы влаги, как в пахотном, так и в подпахотном горизонтах увеличивались в 1,3 раза по сравнению с контролем.

Таблица 6 – Влияние торфования и землевания на водоудерживающую способность песчаной почвы (многолетние травы, 2008 г.)

ВАРИАНТ	ГОРИЗОНТ, СМ	ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ		РАЗНИЦА	
		ММ	м ³ /га	м ³ /га	%
Контроль (фон)	0-20	46,4	464	-	-
	20-50	40,6	406	-	-
Фон+200т/га компоста +100 т/га суглинка	0-20	46,8	468	4	1
	20-50	43,2	432	26	6
Фон+200т/га компоста +200 т/га суглинка	0-20	55,8	558	94	20
	20-50	48,8	488	82	20
Фон+200т/га компоста +300 т/га суглинка	0-20	58,2	582	118	25
	20-50	49,2	492	86	21
Фон+200т/га компоста +400 т/га суглинка	0-20	62,2	622	158	34
	20-50	53,6	536	130	32

Таким образом, полученные данные показали, что окультуривание песчаной почвы путем торфования и землевания увеличивают долю водной фазы в пористой структуре, в результате чего возрастает ее водоудерживающая способность в пахотном горизонте на 158-454 м³/га, а в подпахотном – на 130–342 м³/га.

Хорошо известно, что органические материалы разной природы и свойств оказывают различное структурирующее действие в пахотном слое почвы в силу их природной специфичности, на формирование органически ценных агрегатов, в том числе водоустойчивых крупных фракций микроагрегатов почвы и целый ряд других водно-физических свойств [7-10]. Кроме того, в состав водорастворимых веществ торфомазотного компоста и суглинка входит большое число органических соединений, в том числе моно- и олигосахаридов,

аминокислот, органических кислот, альдегидов, фенолов, аминокислот, фульвокислот, гуминовых кислот и др. Большинство этих веществ обладают свойством поверхностной активности, так как они понижают поверхностное натяжение воды, что повышает ее смачивающую способность и возможность проникновения в мелкие поры почвы [8]. Следовательно, в основе механизма повышения водоудерживающей способности песчаной почвы под действием торфования и землевания лежат процессы, имеющие коллоидно-химическую природу.

Как известно, физические свойства почв – влагоемкость, структурное состояние, водопроницаемость и др. во многом зависят от их гранулометрического состава и прежде всего от содержания физической глины. Высокая значимость гранулометрического состава в почвообразовании и в плодородии почв определяет постоянное внимание к его изучению, как ученых, так и практиков сельского хозяйства. Это важнейшее условие обитания растений, экологическое значение которого определяется тем, что с гранулометрическим составом связаны богатство или бедность почв [11].

Наши исследования показали, что уже в первый год окультуривания песчаной почвы при возделывании картофеля содержание физической глины в ней возрастает с 9,6 до 13,6% (табл. 7).

Таблица 7 – Влияние торфования и землевания на содержание физической глины в пахотном горизонте песчаной почвы, %

ВАРИАНТ	КАРТОФЕЛЬ	ЯЧМЕНЬ	МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ
Фон (контроль)	9,6	9,7	9,8
Фон+200 т/га компоста+100 т/га суглинка	12,2	14,3	16,4
Фон+200 т/га компоста+200 т/га суглинка	12,9	14,8	17,5
Фон+200 т/га компоста+300 т/га суглинка	13,4	15,3	17,6
Фон+200 т/га компоста+400 т/га суглинка	13,6	15,5	17,8

Это свидетельствует о трансформации связанного песка в рыхлую супесь под действием торфования и землевания. На второй год окультуривания песчаной почвы при возделывании ячменя содержание физической глины в ней еще больше повысилось и составило 15,3–15,5% т.е. можно уже говорить о начале трансформации рыхлой супеси в связную супесь. При возделывании многолетних трав усиливается трансформация рыхлой супеси в связную и содержание физической глины в окультуренной почве достигает 17,6–17,8%. Повышение содержания физической глины в песчаной почве под действием торфования и землевания играет важную роль в регулировании её водного режима и придает почве в высшей степени экологически оптимальные условия влаго- и воздухообеспеченности биологических объектов.

Анализ полученных данных по урожаю картофеля, ячменя и многолетних трав показал, что продуктивность пятипольного севооборота на контроле

составила 228,9 ц/га кормовых единиц (табл. 8). Внесение суглинка в дозе 100 т/га совместно с торфо-навозным компостом повышало продуктивность севооборота до 302 ц/га кормовых единиц, или на 32%. С увеличением доз вносимого суглинка до 400 т/га продуктивность севооборота закономерно возрастало и достигала максимальной величины – 412 ц/га кормовых единиц, что на 80% больше по сравнению с контролем.

Как известно, земледелие является одновременно крупным потребителем энергии и производителем наиболее ценного для человека вида энергии – химической энергии, запасенной в продуктах питания и органическом сырье. В этой системе можно определить затраченную и полученную энергию в одних и тех же единицах (калория, джоуль). Такой подход дает возможность количественно оценить урожай сельскохозяйственных культур с энергетической точки зрения и энергетическую эффективность его получения.

Таблица 8 – Влияние торфования и землевания дерново-подзолистой песчаной почвы на продуктивность пятипольного севооборота

Вариант	Продуктивность культур севооборота, ц к.е./га			Продуктивность севооборота, ц к.е./га	В среднем за 1 год, ц к.е./га	Прибавка	
	картофель	ячмень	многолетние травы			ц/га	%
Фон (контроль)	33,1	21,6	174,2	228,9	45,8	-	-
Фон+200 т/га компоста + +100 т/га суглинка	55,9	39,2	206,8	301,9	60,4	14,6	31,9
Фон+200 т/га компоста + +200 т/га суглинка	63,5	45,2	223,9	332,6	66,5	20,7	45,2
Фон+200 т/га компоста + +300 т/га суглинка	68,0	49,7	253,2	370,9	74,2	28,4	62,0
Фон+200 т/га компоста + +400 т/га суглинка	71,0	51,8	289,2	412,0	82,4	36,6	79,9

Для проведения энергетического анализа нами учитывались затраты на производство органических удобрений, их перевозку и внесение, а также уборку и доработку дополнительной продукции. Кроме того, дополнительно определялись затраты энергии на заготовку фрезерного торфа и суглинка, их погрузку, транспортировку и внесение в почву. Энергия, содержащаяся в прибавке урожая, полученной в результате

торфования и землевания песчаной почвы, определялась по энергетическому эквиваленту каждой культуры. Коэффициент энергоотдачи рассчитывался по отношению между энергией, содержащейся в прибавке от торфования и землевания, и энергией, затраченной на их применение. Результаты энергетического анализа окультуривания песчаной почвы представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Энергетическая оценка торфования и землевания дерново-подзолистой песчаной почвы в пятипольном севообороте

ВАРИАНТ	Прибавка от торфования и землевания, ц/га к.ед.	Энергия, содержащаяся в прибавке, МДж	Энергозатраты на прибавку, МДж	Удельные энергозатраты, МДж/ц	Энергоотдача (коэффициент)
Фон (контроль)	-	-	-	-	-
Фон+200 т/га компоста + +100 т/га суглинка	14,6	23214	13981	958	1,7
Фон+200 т/га компоста + +200 т/га суглинка	20,7	32913	20570	994	1,6
Фон+200 т/га компоста + +300 т/га суглинка	28,4	45156	30104	1060	1,5
Фон+200 т/га компоста + +400 т/га суглинка	36,6	58194	41567	1136	1,4

Полученные данные показали, что наиболее выгодным с энергетической точки зрения является применение торфоавозного компоста совместно с суглинком в дозе 100 т/га. В данном случае энергия, аккумулированная в прибавке урожая составила 23214 МДж, а удельные энергозатраты – 958МДж/ц, что обеспечило высокую энергоотдачу (коэффициент энергоотдачи – 1,7). С повышением доз вносимого суглинка до 200 т/га, несмотря на увеличение количества энергии, содержащейся в прибавке урожая, наблюдалось возрастание удельных энергозатрат с 958 до 994 МДж/ц, что привело к уменьшению коэффициента энергоотдачи с 1,7 до 1,6. Наиболее низкая энергоотдача от торфования и землевания выявлена в варианте, где суглинок применялся в дозе 400 т/га. При этом энергозатраты на прибавку урожая составили 41567 МДж, а удельные энергозатраты – 1136 МДж/ц, в результате чего коэффициент энергоотдачи уменьшился до 1,4. Следовательно, в результате

окультуривания песчаной почвы под действием торфования и землевания формируется прибавка урожая сельскохозяйственных культур, в которой запасы аккумулированной химической энергии на 40-70% превосходят затраты технической энергии, направленной на получение этой прибавки. Это свидетельствует об энергетической целесообразности окультуривания песчаной почвы путем торфования и землевания.

Заключение

Повышение содержания физической глины в песчаной почве с 9,6 до 17,8% под действием торфования и землевания коренным образом изменяет фазовый состав почвенной пористой структуры в пользу водной составляющей, что обеспечивает увеличение ее водоудерживающей способности в 2–3,5 раза. При этом водоудерживающая способность почвы в пахотном горизонте возрастает с 370 м³/га до 622–732 м³/га.

В результате окультуривания дерново-подзолистой песчаной почвы под действием торфования и землевания продуктивность пятипольного севооборота возрастает с 228,9 до 302 ц/га кормовых единиц, или на 32-80%.

Окультуривание дерново-подзолистой песчаной почвы путем торфования и землевания является энергетически выгодным агротехническим мероприятием, так как запасы химической энергии, аккумулированной в прибавке урожая сельскохозяйственных культур, на 40-70% превосходят затраты технической энергии, направленной на получение этой прибавки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малышев, Ф.А. Мелиорация легких почв торфом / Ф.А. Малышев. – Мн.: Наука и техника, 1989. – 160 с.
2. Лыко, Д.В. Проблемы и пути окультуривания мелиорируемых земель Полесья УССР / Д.В. Лыко. – Киев: Изд-во УСХА, 1990. – 164 с.
3. Малышев, Ф.А. Изменение пористости почвы после внесения гидроторфа / Ф.А. Малышев // Тр. Ин-та торфа АН БССР. – Минск, 1959. – Т.8. – С. 324 -331.
4. Головач, А.А. Пористая структура мелиорированных торфом легких почв / А.А. Головач, А.И. Сокольчик // Исследования по технологии механической и химической переработке торфа. – Минск, 1972. – С. 24-28.
5. Белоус, Н.М. Повышение плодородия песчаных почв / Н.М. Белоус. – М.: Колос. 199. – 192 с.
6. Куликов, Я.К. Оптимизация почв торфованием / Я.К. Куликов, П.А. Ковриго, Е.И. Галай // Сельское хозяйство Белоруссии. – 1986. – № 1. – С. 9-12.
7. Соколов, Г.А. Особенности изменения физических свойств почв при внесении органических материалов разного генезиса / Г.А. Соколов, Н.И. Подобедов, Н.С. Гаврильчик // Природопользование. – 2004. – Вып. 10. – С. 76-180.
8. Соколов, Г.А. Изменение морфологических и воднофизических свойств песчаных пустынных почв под воздействием мелиорантов / Г.А. Соколов // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 2 (53). – С. 59-69.
9. Моисеенко, Ф.В. Влияние длительного применения удобрений на физические свойства дерново-подзолистой песчаной почвы / Ф.В. Моисеенко // Почвоведение. – 1997. – № 11. – С. 1310-1312.
10. Vambalov, N. New goil improving agents for acceberated cultivation of soils with low fertility or damaged / N. Vambalov, I. Sokolow. – Int. Agrophysics. – 1998. – № 12. – P. 357 - 360.
11. Вальков, В.Ф. Почвоведение / В.Ф. Вальков, К.М. Казеев, С.И. Колесников. – М.: ИКЦ «Март», Ростов-на-Дону: Издательский центр «Март», 2014. – 496 с.

Поступила 18.03.2016