



Научная статья/Research Article

УДК 626.86.631.445 (571.1)

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-3-9

**Александр Севостьянович Моторин**

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

a.s.motorin@mail.ru

### ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТОРФЯНИСТО-ГЛЕЕВОЙ ПОЧВЫ НА ВОДНО-ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ И УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Цель исследования – установить влияние глубины вспашки торфянисто-глеевой почвы на водный и температурный режим, урожайность картофеля. Изучение влияния глубины обработки торфянисто-глеевой почвы на водно-тепловой режим и урожайность картофеля проводили в 2014–2016 гг. на низинном болоте Тарманское в лесостепной зоне Северного Зауралья. В результате исследования установлено снижение влагоемкости в 0,2-метровом слое торфянисто-глеевой почвы на 17,2–34,7 %. Этому способствовало обогащение минеральным грунтом при вспашке на глубину 0,27–0,37 м. На глубине 0,2–0,4 м влагоемкость увеличилась на 5,5–13,4 % за счет органического вещества торфа. Глубокая вспашка (0,37 м) обеспечила увеличение запасов влаги в слое 0,5 м с 0,6 НВ на контроле (0,22 м) до верхнего предела оптимума (0,9 НВ). В нижней части почвенного профиля (0,6–1,0 м) запасы влаги не зависели от глубины вспашки. Максимальные изменения температуры почвы установлены на участках с припахиванием 0,15 м минерального грунта, где она увеличилась в среднем за годы исследования на 0,6–0,7 °С. Самые существенные различия в прогревании почвы отмечены в первую половину вегетации (1,1–1,2 °С). Урожайность картофеля на торфянисто-глеевой почве зависит от глубины вспашки: 0,22 м – 26,69 т; 0,27 м – 29,15 т (9,2 %); 0,32 м – 30,11 (12,8); 0,37 м – 32,45 т/га (21,6 %). Содержание крахмала в клубнях картофеля сорта Невский увеличивается по сравнению с контролем при глубине вспашки 0,37 м с 11,3 до 13,4 %.

**Ключевые слова:** торфянисто-глеевая почва, вспашка, минеральный грунт, влага, температура, урожайность, картофель

**Для цитирования:** Моторин А.С. Влияние обработки торфянисто-глеевой почвы на водно-тепловой режим и урожайность картофеля в условиях Северного Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2023. № 11. С. 3–9. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-3-9.

**Alexander Sevostyanovich Motorin**

Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

a.s.motorin@mail.ru

## INFLUENCE OF TREATMENT OF PEAT-GLEY SOIL ON THE WATER AND THERMAL REGIME AND YIELD OF POTATOES UNDER THE NORTHERN TRANS-URALS CONDITIONS

*The purpose of the study is to establish the influence of the depth of plowing of peaty-gley soil on the water and temperature regime, and potato yield. A study of the influence of the depth of cultivation of peaty-gley soil on the water-thermal regime and potato yield was carried out in 2014–2016 in the Tarmanskoye lowland swamp in the forest-steppe zone of the Northern Trans-Urals. As a result of the study, a decrease in moisture capacity in a 0.2-meter layer of peaty-gley soil was established by 17.2–34.7 %. This was facilitated by the enrichment of mineral soil during plowing to a depth of 0.27–0.37 m. At a depth of 0.2–0.4 m, moisture capacity increases by 5.5–13.4 % due to the organic matter of peat. Deep plowing (0.37 m) ensured an increase in moisture reserves in the 0.5 m layer from 0.6 HB at the control (0.22 m) to the upper limit of the optimum (0.9 HB). In the lower part of the soil profile (0.6–1.0 m), moisture reserves did not depend on the plowing depth. The maximum changes in soil temperature were established in plots with plowing of 0.15 m of mineral soil, where it increased on average by 0.6–0.7 °C over the years of study. The most significant differences in soil warming were noted in the first half of the growing season (1.1–1.2 °C). Potato yield on peaty-gley soil depends on the plowing depth: 0.22 m – 26.69 t; 0.27 m – 29.15 t (9.2 %); 0.32 m – 30.11 (12.8); 0.37 m – 32.45 t/ha (21.6 %). The starch content in potato tubers of the Nevsky variety increases compared to the control at a plowing depth of 0.37 m from 11.3 to 13.4 %.*

**Keywords:** peaty-gley soil, plowing, mineral soil, moisture, temperature, yield, potatoes

**For citation:** Motorin A.S. Influence of treatment of peat-gley soil on the water and thermal regime and yield of potatoes under the Northern Trans-Urals conditions // Bulliten KrasSAU. 2023;(11): 3–9. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-3-9.

**Введение.** Возделывание сельскохозяйственных культур и связанное с этим периодическое разрыхление почвы (вспашка, дискование и др.) оказывают существенное влияние на плодородие торфяных почв [1]. При недостаточном осушении торфяных почв основная обработка, независимо от культуры, должна состоять из глубокой отвальной вспашки. При этом отмечают более благоприятные условия водно-воздушного режима [2]. На торфяных почвах глубокая обработка может сопровождаться негативными процессами, проявляющимися в интенсивной сработке торфяного слоя [3]. Эта проблема особенно актуальна для маломощных и торфянисто-глеевых почв [4]. Температура глубоко вспаханных маломощных торфяных почв в связи с высокой теплопроводностью песка на глубине 0,05 м выше на 2,2–4,7 °C; 0,3 м – на 1,3–5,2 °C, чем в контроле [5]. Мелкозалежные торфяные почвы Мещерской низменности в результате внесения в пахотный слой 400–600 т/га песка прогреваются лучше (температура выше на 0,5–1,5 °C), особенно в первую половину вегетации [6, 7]. При частой глубокой обработке мелкозалежных торфяных почв их органика перемешивается с подстилающей минеральной породой и, не обладая высокой устойчивостью, быстро минерализуется

[8]. Мелкая вспашка торфяников позволяет ослабить процесс распада органического вещества [9]. В условиях Западной Сибири, где температурный режим почвы ограничивает урожайность выращиваемых культур, улучшение его путем обогащения пахотного слоя минеральным грунтом приобретает важнейшее значение в повышении плодородия торфяных почв [10, 11]. Увеличение твердой фазы пахотного слоя (0,2 м) почвы за счет перемешивания с 300 т/га песка приводит к снижению водоудерживающей способности почвы в 0,3-метровом слое на 21,3 мм, в более глубоких слоях она осталась без изменений [12].

**Цель исследования** – установить влияние глубины вспашки торфянисто-глеевой почвы на водный и температурный режимы, урожайность картофеля.

**Материал и методы исследований.** Исследование по влиянию глубины вспашки торфянисто-глеевой почвы на водно-тепловой режим и урожайность картофеля проводили с 2014 по 2016 г. на опытно-экспериментальной системе Решетниково, являющейся частью Тарманского болотного массива площадью 125,8 тыс. га. Растениями-торфообразователями послужили осоки, тростник, гипнум и др. Плотность сложения торфяного горизонта (0,22 м) – 0,31–0,32 г/см<sup>3</sup>,

твердой фазы – 1,62–1,72 г/см<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость 0,2-метрового слоя – 120,6 мм, слабощелочная реакция – 7,5, низкая гидролитическая кислотность – 5,5 мг-экв/100 г почвы, высокие емкость поглощения – 142,9 мг-эв/100 г почвы и степень насыщенности основаниями – 96,3 %. Содержание подвижных форм фосфора – 56,1 мг, калия – 15,4 мг/100 г почвы. Минеральные удобрения в опыте не применяли.

Полевой опыт был заложен по схеме: вспашка на глубину 0,22 м (контроль); вспашка с припашкой подстилающего торф грунта 0,05; 0,10; 0,15 м. Варианты обработки расположены в один ярус в четырехкратном повторении. Общая площадь делянки – 90 м<sup>2</sup>, учетная – 40 м<sup>2</sup>. Перед закладкой опыта проведена тщательная зондировка участка (через 5 м) по мощности торфяного слоя. После этого были разбиты варианты опыта. Вспашку проводили плугом ПКБ-75 в агрегате с трактором ДТ-75. Поднятый пласт обрабатывали дисковой бороной БДТ-3,0 в три следа. Предпосадочная обработка почвы включала боронование ЗБЗС-1,0 в четыре следа, предварительную (за 5 дней) нарезку гребней. Картофель сорта Невский высаживали яровизированными клубнями в оптимальные сроки сажалкой СН-4Б с площадью питания 70 × 30 см. Норма посадки – 45 тыс. гнезд на гектар. В течение вегетационно-

го периода проводили две междурядные обработки. Влажность почвы определяли термостатно-весовым способом через каждые 10–15 дней на глубину до 1 м (через каждые 10 см) в шестикратной повторности. Наименьшую влагоемкость определяли путем залива площадок. Пробы отбирали через сутки в центре заливаемых площадок. После взятия образцов на влажность площадки закрывали. В последующие два дня отбор образцов повторяли. Температуру почвы на глубинах 0,05; 0,10 и 0,20 м определяли термометрами Савинова в течение вегетационного периода через сутки в 14 ч местного декретного времени. Урожайность картофеля учитывали вручную по методике ГСУ. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Б.А. Доспехову (1985).

**Результаты и их обсуждение.** Исследованием установлено существенное влияние глубины вспашки торфянисто-глеевой почвы на величину наименьшей влагоемкости. В 0,2-метровом слое наименьшая влагоемкость сокращается на 17,2–34,7 % в зависимости от величины припашанного подстилающего торф минерального грунта. На глубине 0,2–0,4 м влагоемкость увеличивается на 5,5–13,4 % за счет обогащения органическим веществом торфа (табл. 1).

Таблица 1

**Наименьшая влагоемкость торфянисто-глеевой почвы в зависимости от глубины вспашки, мм**

Глубина вспашки, м	Глубина определения, м					
	0–0,1	0,1–0,2	0,2–0,3	0,3–0,4	0,4–0,5	0,6–1,0
0,22	59,4	61,2	34,6	35,7	36,7	36,6
0,32	47,5	52,3	36,1	38,0	36,7	38,1
0,37	35,6	43,4	38,7	41,0	37,0	36,0
НСР <sub>05</sub>	9,8	7,6	1,4	4,5	Не существенно	

Проведенные анализы показали высокое содержание в грунте песчаных частиц (табл. 2). Наличие большого количества песчаных частиц

существенно повлияло на сложение пахотного слоя при глубокой вспашке, включая влажность.

Таблица 2

**Гранулометрический состав подстилающего торф грунта (по Качинскому), %**

Глубина определения, м	Фракции, мм						Сумма частиц	
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,05	0,005–0,001	<0,001	0,01<0,011	>0,01
0,2–0,4	0,49	53,42	14,73	4,41	11,89	18,15	31,4	68,61
0,4–0,6	0,50	63,17	13,25	7,94	9,46	20,42	33,54	66,47

Данные исследования режима влажности свидетельствуют о более высоких запасах доступной растениям влаги, созданных глубокой вспашкой, по сравнению с исходной торфянисто-глеевой почвой. Водоупорные прослойки при вспашке разрыхляются и в почвенном профиле образуются зоны хорошей водопроницаемости. Содержание влаги и характер ее распределения существенно различаются до и после вспашки (табл. 3). Объясняются такие различия измене-

нием в результате глубокой вспашки аккумулярующей способности, водопроницаемости, высоты капиллярного подъема и интенсивности испарения воды из почвы. Преобразование почвенного профиля приводит к своеобразному перераспределению в нем влагозапасов. В новом пахотном слое по сравнению с контролем содержание влаги уменьшается, в подпахотном, наоборот, увеличивается, а суммарные запасы более значительны.

Таблица 3

**Запасы влаги в торфянисто-глеевой почве под картофелем  
в зависимости от глубины вспашки (среднее по срокам определения), мм**

Глубина, м	2014 г.			2015 г.			2016 г.		
	Глубина вспашки, м								
	0,22	0,37	НСП <sub>05</sub>	0,22	0,37	НСП <sub>05</sub>	0,22	0,37	НСП <sub>05</sub>
0–0,1	41,1	35,6	3,1	35,1	31,9	2,8	30,4	22,1	6,0
0–0,3	99,6	103,8	3,0	90,9	102,3	9,3	102,5	112,7	9,3
0–0,5	162,0	164,0	1,5	151,1	162,3	10,3	170,5	181,2	7,2
0,6–1,0	168,4	168,1	6,0	185,3	181,2	8,0	185,2	187,8	5,7

При вспашке на глубину 0,22 м запасы влаги под картофелем в слое 0,5 м находились на нижнем пределе оптимума (0,6 НВ) или даже ниже. Глубокая вспашка (0,37 м) обеспечила увеличение запасов влаги в этом слое до верхнего предела оптимума (0,9 НВ). В нижней части (0,6–1,0 м) почвенного профиля запасы влаги не зависели от глубины вспашки и составляли соответственно 0,97–0,99 НВ. Следует отметить большие колебания в запасах влаги как в течение вегетационного периода, так и по годам. Например, максимальные запасы влаги в слое

0,1 м были в первую половину вегетационного периода 2014 г., минимальные – в течение теплого 2016 г., когда дефицит осадков к среднемноголетним значениям достигал практически 50 %.

В течение трех лет нами было изучено влияние припашки подстилающего торф грунта на температуру пахотного слоя торфянисто-глеевой почвы. Анализ полученных результатов показывает, что при возделывании картофеля наибольшие изменения температурного режима произошли на делянках с припахиванием 0,15 м минерального грунта (табл. 4).

Таблица 4

**Температура торфянисто-глеевой почвы в течение вегетационного периода  
в зависимости от глубины вспашки (среднее за 2014–2016 гг.), °С**

Месяц	Декада	Вспашка 0,22 м			Вспашка 0,37 м		
		Глубина определения, м					
		0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2
Июнь	I	17,6	13,3	10,6	17,9	14,0	11,7
	II	17,5	14,6	11,4	19,0	15,0	12,8
	III	19,0	16,1	13,9	20,8	16,8	14,9
Июль	I	17,8	16,5	14,9	19,6	17,3	15,7
	II	19,5	17,5	16,1	19,5	17,9	16,6
	III	17,6	16,6	15,2	19,2	16,8	15,8
Август	I	16,2	15,9	14,8	16,7	15,8	15,1
	II	13,6	13,2	13,0	13,8	13,3	13,2
	III	14,6	13,5	12,8	14,4	13,4	13,0
Сентябрь	I	10,7	10,9	10,8	10,8	10,7	11,2
	II	11,4	10,4	9,8	11,7	10,5	10,5

Например, на делянках с картофелем припахивание 0,15 м минерального грунта повысило температуру почвы в среднем за годы исследования на глубине 0,05 м – на 0,7 °С; 0,2 м – на 0,6 °С. Важно подчеркнуть, что самые существенные различия в прогревании почвы отмечены в первую половину вегетации. Так, в июне температура почвы на делянках с припахиванием 0,15 м минерального грунта была выше, чем на контроле, на глубине 0,05 м – на 1,2 °С; 0,2 м – на 1,1 °С. К концу вегетации различия по вариантам обработки практически нивелируются.

Активному прогреванию почвы в начале вегетационного периода способствует открытая

поверхность. После смыкания ботвы картофеля уменьшается количество солнечных лучей, падающих на поверхность почвы, в связи с чем преимущество в различии температуры почвы резко сокращается.

Анализ данных указывает на отчетливую зависимость урожайности картофеля от количества припаханного минерального грунта. В среднем за три года при величине припашки 0,05 м прибавка урожайности составила 2,46 т (9,2 %); 0,1 м – 3,42 (12,8); 0,15 м – 5,76 т (21,6 %). Повышение урожайности картофеля получено за счет улучшения водного и теплового режимов почвы (табл. 5).

Таблица 5

**Урожайность картофеля на торфянисто-глеевой почве в зависимости от глубины вспашки, т/га**

Глубина вспашки, м	Год			Среднее за 3 года	% к контролю
	2014	2015	2016		
0,22	28,49	27,27	24,32	26,69	–
0,27	30,46	29,12	27,86	29,15	109,2
0,32	32,02	29,56	28,74	30,11	112,8
0,37	34,14	32,99	30,22	32,45	121,6
НСР <sub>05</sub>	3,14	6,43	2,83	–	–

При обогащении торфянисто-глеевой почвы минеральным грунтом у картофеля изменились основные качественные показатели: содержание крахмала в клубнях картофеля сорта Невский увеличилось с 11,3 до 13,4 %; количество азота возросло с 2,5 до 3,0 %; калия – с 2,7 до 2,8 %.

**Заключение**

1. Обогащение 0,2-метрового слоя торфянисто-глеевой почвы подстилающим торф минеральным грунтом снижает величину наименьшей влагоемкости на 17,2–34,7 %. На глубине 0,2–0,4 м влагоемкость увеличивается на 5,5–13,4 % за счет органического вещества торфа. Существенное влияние подстилающего торф грунта на величину наименьшей влагоемкости обусловлено высоким содержанием в нем песчаных частиц.

2. Запасы влаги под картофелем в слое 0,5 м при вспашке на глубину 0,22 м находятся на нижнем пределе оптимума (0,6 НВ). Глубокая вспашка (0,37 м) обеспечила увеличение запасов влаги в этом слое до верхнего предела оп-

тимума (0,9 НВ). В нижней части почвенного профиля (0,6–1,0 м) запасы влаги не зависели от глубины вспашки.

3. Максимальные изменения температурного режима установлены на делянках с припахиванием 0,15 м минерального грунта. Здесь температура почвы увеличилась в среднем за годы исследования на 0,6–0,7 °С. Самые существенные различия в прогревании почвы отмечены в первую половину вегетации (1,1–1,2 °С).

4. Урожайность картофеля на торфянисто-глеевой почве значительно зависит от глубины вспашки. В среднем за 3 года при глубине вспашки 0,22 м урожайность картофеля составила 26,69 т/га; 0,27 м – 29,15 (9 %); 0,32 м – 30,11 (13), 0,37 м – 32,45 т/га (22 %). Содержание крахмала в клубнях картофеля сорта Невский увеличилось по сравнению с контролем при глубине вспашки 0,37 м с 11,3 до 13,4 %.

5. Осушаемые торфянисто-глеевые почвы являются ценным резервом для увеличения производства картофеля при соблюдении научно обоснованной системы основной обработки.

## Список источников

1. Мероприятия по охране торфяных почв сельскохозяйственного назначения / Ю.А. Томин [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. 2016. № 4. С. 36–38.
2. Скоропанов С.Г. Освоение и использование торфяно-болотных почв. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 285 с.
3. Максименко В.П., Волчкова Т.Л., Меньшикова С.А. Направленное формирование плодородия почв в Нечерноземном регионе с учетом истенциальных возможностей возделываемых сельскохозяйственных культур // Мелиорация и водное хозяйство. 2019. № 5. С. 48–53.
4. Исследование способов комплексного регулирования факторов жизни растений на торфяных почвах / Б.С. Маслов [и др.] // Комплексные мелиорации. М.: Колос, 1980. С. 145–162.
5. Белковский В.И. Пути трансформации маломощных торфяников в почвы с минеральным пахотным слоем методом глубокой вспашки. Минск, 1983. 44 с.
6. Мажайский Ю.А., Курчевский С.М. Повышение продуктивности мелкозалежных торфяных почв при внесении минеральных добавок // Агрехимический вестник. 2015. № 1. С. 15–17.
7. Курчевский С.М., Поднебесная Э.И., Виноградов Д.В. Сравнительная оценка пескования и глинования для повышения продуктивности торфяных почв // Агрехимический вестник. 2013. № 2. С. 27–28.
8. Моторин А.С. Влияние обработок на азотный режим и урожайность многолетних трав на торфянисто-глеевой почве Северного Зауралья // Мелиорация и водное хозяйство. 2022. № 4. С. 25–29.
9. Шиповский А.К. Обработка торфяно-болотных почв низинного типа // Земледелие. 1978. № 11. С. 45–49.
10. Старков В.М. Некоторые вопросы теплообеспеченности торфяно-болотных почв Красноярской лесостепи // Повышение эффективности использования мелиорируемых земель в Сибири // Науч. тр. СибНИИ-ГиМ. Красноярск, 1976. С. 35–236.
11. Мукина Л.Р. Теоретические и практические основы создания устойчиво функционирующих агроэкосистем на торфяных почвах

Средней Сибири: автореф. дис. .... д-ра с.-х. наук. Красноярск, 2000. 56 с.

12. Моторин А.С., Букин А.В. Водно-физические свойства осушаемых торфяных почв лесостепной зоны Северного Зауралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. № 5. С. 5–12.

## References

1. Meropriyatiya po ohrane torfyanyh pochv sel'skohozyajstvennogo naznacheniya / Yu.A. Tomin [i dr.] // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2016. № 4. S. 36–38.
2. Skoropanov S.G. Osvoenie i ispol'zovanie torfyano-bolotnyh pochv. M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. 285 s.
3. Maksimenko V.P., Volchkova T.L., Men'shikova S.A. Napravlennoe formirovanie plodородiya pochv v Nechernozemnom regione s uchetom istencial'nyh vozmozhnostej vzdelyvaemyh sel'skohozyajstvennyh kul'tur // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2019. № 5. S. 48–53.
4. Issledovanie sposobov kompleksnogo regulirovaniya faktorov zhizni rastenij na torfyanyh pochvah / B.S. Maslov [i dr.] // Kompleksnye melioracii. M.: Kolos, 1980. S. 145–162.
5. Belkovskij V.I. Puti transformacii malomoschnyh torfyanikov v pochvy s mineral'nyh pahotnym sloem metodom glubokoj vspashki. Minsk, 1983. 44 s.
6. Mazhajskij Yu.A., Kurchevskij S.M. Povyshe-nie produktivnosti melkozaleznyh torfyanyh pochv pri vnesenii mineral'nyh dobavok // Agrohimičeskij vestnik. 2015. № 1. S. 15–17.
7. Kurchevskij S.M., Podnebesnaya `E.I., Vиноградов D.V. Sravnitel'naya ocenka peskovaniya i glinovaniya dlya povysheniya produktivnosti torfyanyh pochv // Agrohimičeskij vestnik. 2013. № 2. S. 27–28.
8. Motorin A.S. Vliyanie obrabotok na azotnyj rezhim i urozhajnost' mnogoletnih trav na torfyanisto-gleevoj pochve Severnogo Zaural'ya // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2022. № 4. S. 25–29.
9. Shipovskij A.K. Obrabotka torfyano-bolotnyh pochv nizinnogo tipa // Zemledelie. 1978. № 11. S. 45–49.
10. Starkov V.M. Nekotorye voprosy teploobespechennosti torfyano-bolotnyh pochv Krasnoyarskoj lesostepi // Povyshe-nie `effektivnosti

- ispol'zovaniya melioriruemih zemel' v Sibiri // Nauch. tr. SibNIIGiM. Krasnoyarsk, 1976. S. 35–236.
11. *Mukina L.R.* Teoreticheskie i prakticheskie osnovy sozdaniya ustojchivo funkcioniruyuschih agro`ekosistem na torfyanyh pochvah Srednej Sibiri: avtoref. dis. .... d-ra s.-h. nauk. Krasnoyarsk, 2000. 56 s.
12. *Motorin A.S., Bukin A.V.* Vodno-fizicheskie svoystva osushaemyh torfyanyh pochv lesostepnoj zony Severnogo Zaural'ya // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 5. S. 5–12.

Статья принята к публикации 22.05.2023 / The article accepted for publication 22.05.2023.

Информация об авторах:

**Александр Севостьянович Моторин**, профессор кафедры экологии и рационального природопользования, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Information about the authors:

**Alexander Sevostyanovich Motorin**, Professor at the Department of Ecology and Environmental Management, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

