

Влияние увеличения содержания гумуса на физическое состояние чернозёма обыкновенного деградированного при мелиорации удобрительно-мелиорирующими смесями

О.Ю. Шалашова, к.с.-х.н., Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт – филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ

С развитием процессов солонцеватости и щёлочности в орошаемых почвах уменьшаются запасы органического вещества и ухудшается гумусное состояние. В почвах получают развитие процессы дегумификации, что влечёт за собой переуплотнение, а следовательно, и ухудшение водно-физических свойств [1]. Такие почвы требуют проведения химической мелиорации с обогащением их органикой, поскольку наличие органического вещества во многом способствует сохранению почвенной структуры [2].

Значимость любой химической мелиорации состоит не только в устранении щёлочности, снижении солонцеватости, но и в создании благоприятных условий для накопления гумуса и улучшении его качественного состава, так как именно гумус и гумусное состояние в целом определяют многие свойства почв, в том числе и физические. Улучшение агрофизического состояния почв способствует оптимизации почвенных условий для произрастания растений [3–6].

Цель исследования – установить влияние гумуса на физическое состояние чернозёма обыкновенного при мелиорации удобрительно-мелиорирующими смесями (УМС).

Материал и методы исследования. Полевой опыт был заложен в ГП «Батайское» Ростовской области в 2007 г. В качестве компонентов для приготовления удобрительно-мелиорирующих смесей (УМС) использовались отходы промышленности – терриконовая порода (Т.п.) и электролит травления стали (ЭТС), в качестве органики – птичий помёт (П.п.) и измельчённая солома (Сол.). Со-

лома использовалась и как жидкопоглощающий компонент, так как ЭТС – это смесь соляной и серной кислот.

Дополнительно был взят вариант с компостом, приготовленный из П.п. + Ф., как лучший вариант, полученный нами при изучении удобрительно-мелиорирующих компостов и как сравнительный вариант с вновь приготовленными УМС. Опыт закладывали по следующей схеме (по вариантам):

- I – контрольный (без мелиорантов);
- II – компост (П.п. + Ф. – 1:1) – 19 т/га;
- III – УМС (П.п. + Т.п. + ЭТС – 2:1:1) – 33 т/га;
- IV – УМС (П.п. + Т.п. + ЭТС – 1:1:2) – 22 т/га;
- V – УМС (П.п. + ЭТС + Сол. – 1:2:1) – 26 т/га;
- VI – УМС (П.п. + Т.п. + ЭТС + Сол. – 1:1:2:1) – 26 т/га.

Объектом исследования служил чернозём обыкновенный, деградированный в результате поливов слабоминерализованной водой (в среднем по годам $1,7 \text{ г/дм}^3$), сульфатно-натриевого состава.

Повторность опыта – трёхкратная. Динамические площадки для отбора образцов почв и учёта урожайности сельскохозяйственных культур из года в год оставались постоянными. Опыт проводили в режиме регулярного орошения. Оросительные нормы составляли от $800 \text{ м}^3/\text{га}$ на подсолнечнике до $2050 \text{ м}^3/\text{га}$ на раннем картофеле и под озимую пшеницу.

Дозы УМС рассчитывались на полное вытеснение натрия из почвенного поглощающего комплекса (ППК). УМС были внесены осенью 2007 г. под основную вспашку, в последующие годы изучали их последствие.

Образцы почв отбирали для определения гумуса и физических показателей до мелиорации, а также на 3-й и 6-й годы последствия УМС по слоям 0–20, 20–40 см.

В образцах почвы определяли гранулометрический и агрегатный составы (ГОСТ 12536-79); гумус (ГОСТ 26213-91).

В полевых условиях в шурфах методом кольца по Качинскому устанавливали плотность сложения почв по слоям: 5–10, 15–20, 25–30, 35–40, 45–50 см.

Расчётным методом определяли индекс неустойчивости агрегатов (ИН), представляющий отношение процентного содержания гумуса, умноженное на 100, к количеству физической глины (гранулометрическая фракция менее 0,01 мм). При этом если $ИН < 7$, то гумус в незначительной степени определяет агрегирование почв [5, 7].

Исходные данные изучаемого чернозёма до мелиорации были статистически обработаны [8]. Основные статистические характеристики были следующие: M_{max} и M_{min} – максимальные и минимальные значения показателя; M – среднее арифметическое, σ – среднеквадратичное отклонение, m – ошибка среднего арифметического, V – коэффициент вариации.

Зависимость водопрочности агрегатов от содержания гумуса, а также зависимость плотности сложения почв от гумуса устанавливались методом корреляции и регрессии [8].

Результаты исследования. Чернозёмы обыкновенные, расположенные на 2-й террасе Нижнего Дона, орошались более 30 лет слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава. Это привело к возникновению ряда неблагоприятных почвенных процессов, основными из которых являются солонцеватость, уплотнение, дегумификация [9].

Такие почвы требуют проведения химической мелиорации. В качестве мелиорантов нами были приготовлены и использованы удобрительно-

мелиорирующие смеси, обладающие мелиорирующей и удобрительной основами (табл. 1).

В зависимости от содержания мелиорирующей основы в смесях рассчитывались дозы предлагаемых мелиорантов.

Для достоверной оценки воздействия УМС на свойства чернозёма обыкновенного деградированного вначале нами проведена статистическая обработка изучаемых данных всего участка, на котором заложен полевой опыт (табл. 2).

Результаты показали, что почвы участка однородны по содержанию гумуса, физической глины, водопрочных агрегатов и по плотности сложения. На это указывают как незначительные показатели средних квадратичных отклонений, ошибок средних арифметических, так и коэффициенты вариации, составляющие менее 10%.

Изменение гумуса и некоторых физических свойств чернозёма обыкновенного деградированного под влиянием удобрительно-мелиорирующих средств показано в таблице 3. По таблице видно, что компост и практически все внесённые УМС способствовали запуску процесса гумификации. В результате чего общее содержание гумуса к третьему году последействия возросло от 0,03% в абсолютных единицах до 0,05%, на компосте из П.п. + Ф. эта величина составила 0,07%. Компост, по нашим данным, это быстродействующий мелиорант и своё воздействие на устранение негативных процессов, например солонцеватости, проявляет уже в первый год последействия [10].

УМС свою мелиорирующую активность проявляют в большей степени на второй-третий годы последействия, а к шестому году даже усиливают своё влияние. Это наглядно видно и по содержанию гумуса. Его количество увеличилось от 0,08 до 0,11% на вариантах УМС и на 0,12% – на варианте

1. Мелиорирующая и питательные основы удобрительно-мелиорирующих компоста и смесей

Вариант	Удобрительно-мелиорирующие средства	Мелиорирующая основа в пересчёте на гипс, %	Питательная основа, %		
			органика	P ₂ O ₅	K ₂ O
II	компост (П.п. + Ф. – 1:1)	49	50	0,92	0,80
III	УМС (П.п. + Т.п. + ЭТС – 2:1:1)	37	30	0,58	0,72
IV	УМС (П.п. + Т.п. + ЭТС – 1:1:2)	44	32	0,43	0,56
V	УМС (П.п. + ЭТС + Сол. – 1:2:1)	36	45	0,48	0,70
VI	УМС (П.п. + Т.п. + ЭТС + Сол. – 1:1:2:1)	36	38	0,49	0,69

2. Исходная характеристика изучаемых свойств чернозёма обыкновенного деградированного

M _{max}	M _{min}	M	σ	m	V, %	Изменчивость
Гумус, %						
3,75	3,31	3,53	0,06	0,02	2	незначительная
Физическая глина <0,01 мм при гранулометрическом составе, %						
59	56	57,5	1,43	0,58	3	незначительная
Водопрочность агрегатов, %						
12	9	10,5	1,1	0,45	9	незначительная
Плотность сложения почв, т/м ³						
1,31	1,28	1,30	0,013	0,005	1	незначительная

с компостом по сравнению с контролем. Ошибка среднеарифметическая (m) по всему опытному участку по этому показателю составила 0,02%, что свидетельствует о достоверности полученных результатов.

Гранулометрический состав после мелиорации УМС и компостом имел тенденцию к облегчению. По содержанию физической глины изучаемый чернозём относился к суглинкам тяжёлым. После мелиорации его состав не изменился, но в количественном выражении после трёх лет воздействия содержание физической глины уменьшилось на 1–2% в абсолютных единицах, а на шестой год – на 3–5% при m = 0,58%.

Улучшилось и структурное состояние почв. Так, количество водопрочных агрегатов до мелиорации составляло в среднем по участку 10%, т.е. водопроч-

ность отсутствовала. К третьему году последствия их количество возросло до 16–20%, и почва перешла в категорию неудовлетворительного состояния, а к шестому году – уже в категорию недостаточно удовлетворительного состояния, т.е. начался процесс формирования более прочной структуры.

Облегчение гранулометрического состава и формирование структуры на мелиорированных почвах сказалось и на таком показателе, как плотность сложения почв. До мелиорации плотность сложения чернозёма в слое 0–40 см составляла 1,3 т/м³. По классификации эта пашня считается сильно уплотнённой (1,2–1,4 т/м³). После трёх лет воздействия УМС она находилась в пределах 1,16–1,22 т/м³ (пашня уплотнена), а к шестому году пашня осталась уплотнённой, но с несколько меньшими значениями цифр (1,14–1,20 т/м³). Это

3. Изменение гумуса и некоторых физических свойств чернозёма обыкновенного деградированного при мелиорации УМС

Вариант	Доза, т/га	Гумус		Физическая глина <0,01 мм		Водопроницаемость агрегатов		Плотность сложения почв		ИН
		%	изменение	%	изменение	%	изменение	т/м ³	изменение	
До мелиорации										
I – контрольный	0	3,75		58		9		1,31		6,4
II – компост (П.п.+Ф.–1:1)	19	3,76		56		10		1,29		6,7
III – УМС (П.п.+Т.п.+ЭТС–2:1:1)	33	3,80		57		12		1,28		6,6
IV – УМС (П.п.+Т.п.+ЭТС–1:1:2)	22	3,77		59		10		1,30		6,3
V – УМС (П.п.+ЭТС+Сол.–1:2:1)	26	3,81		58		11		1,29		6,5
VI – МС (П.п.+Т.п.+ЭТС+Сол.–1:1:2:1)	26	3,78		57		10		1,31		6,6
3-й год последствия										
I – контрольный	0	3,69	-0,06	59	+1	9	0	1,29	-0,01	6,3
II – компост (П.п.+Ф.–1:1)	19	3,83	+0,07	55	-1	29	+19	1,17	-0,12	7,0
III – УМС (П.п.+Т.п.+ЭТС–2:1:1)	33	3,84	+0,04	55	-2	28	+16	1,22	-0,06	7,0
IV – УМС (П.п.+Т.п.+ЭТС–1:1:2)	22	3,72	+0,05	58	-1	26	+16	1,20	-0,10	6,5
V – УМС (П.п.+ЭТС+Сол.–1:2:1)	26	3,84	+0,03	56	-2	27	+16	1,16	-0,13	6,9
VI – УМС (П.п.+Т.п.+ЭТС+Сол.–1:1:2:1)	26	3,82	+0,03	55	-2	30	+20	1,17	-0,14	6,9
6-й год последствия										
I – контрольный	0	3,67	-0,08	56	-2	9	0	1,29	-0,01	6,6
II – компост (П.п.+Ф.–1:1)	19	3,88	+0,12	54	-2	31	+21	1,14	-0,15	7,2
III – УМС (П.п.+Т.п.+ЭТС–2:1:1)	33	3,90	+0,10	54	-3	32	+20	1,20	-0,08	7,2
IV – УМС (П.п.+Т.п.+ЭТС–1:1:2)	22	3,85	+0,08	54	-5	30	+20	1,17	-0,13	7,1
V – УМС (П.п.+ЭТС+Сол.–1:2:1)	26	3,90	+0,09	54	-4	31	+20	1,15	-0,14	7,3
VI – УМС (П.п.+Т.п.+ЭТС+Сол.–1:1:2:1)	26	3,90	+0,11	54	-3	31	+21	1,14	-0,17	7,2
Ошибка среднеарифметическая (m)			0,02		0,58		0,45		0,005	

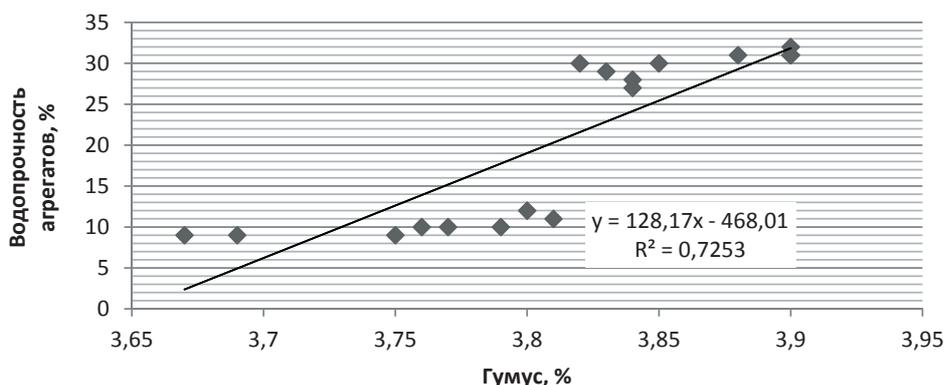


Рис. 1 – Зависимость содержания водопрочных агрегатов от количества гумуса

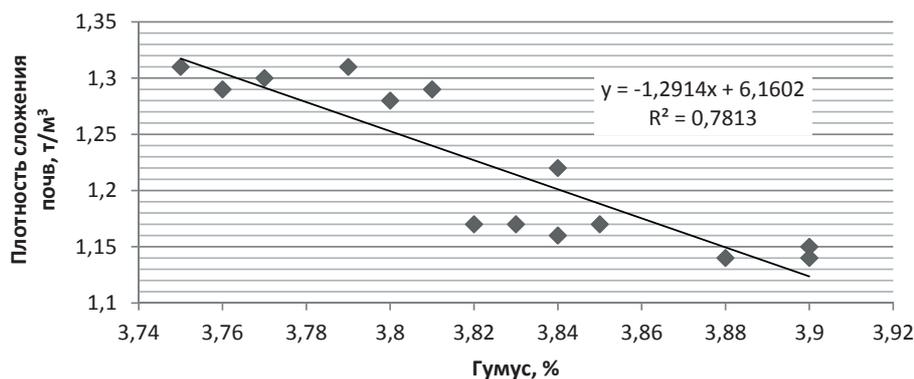


Рис. 2 – Зависимость плотности сложения почв от количества гумуса

даёт возможность констатировать, что мелиорация УМС способствует разуплотнению почв.

Кроме того, данные таблицы 3 показывают, что улучшение физического состояния почв напрямую связано с увеличением общего содержания гумуса. Это подтверждает рассчитанный нами индекс неустойчивости агрегатов (ИН). До мелиорации он равнялся 6,3–6,7 ед., что указывало на то, что гумус в незначительной степени влиял на агрегирование почвы. К третьему году последействия, когда был запущен процесс гумификации и количество гумуса возросло, хотя и в незначительной степени, индекс приблизился к 6,9–7,0 ед. А к шестому году он уже равнялся 7,1–7,3 ед., гумус при этом в абс. ед. на мелиорируемых вариантах возрос на 0,1%. Эти данные свидетельствуют о том, что вновь образованный гумус стал участвовать в образовании агрегатов, а значит, и стал влиять на физическое состояние чернозёма обыкновенного деградированного. То, что гумус оказывает влияние на физические показатели, а именно на водопрочность агрегатов и плотность сложения почв, подтверждают установленные нами зависимости (рис. 1, 2).

Зависимость водопрочности агрегатов от содержания гумуса описывается уравнением $Y = 128,17x - 468,01$. Это значит, например, что при содержании гумуса 3,85% количество водопрочных агрегатов составит 25,44%. Коэффициент детерминации (R^2), составляющий 0,73 ед., показал, что корреляционная зависимость между этими показателями сильная.

Аналогичная зависимость получена между плотностью сложения почв и гумусом (рис. 2).

Коэффициент детерминации (R^2), составляющий 0,78 ед., также указал на сильную связь между этими признаками.

Выводы.

1. Физическое состояние деградированных почв возможно улучшить, применяя агро-мелиоративные мероприятия, направленные на накопление гумуса. Так, внесение УМС в дозах на полное вытеснение обменного натрия из ППК способствовало увели-

чению общего содержания гумуса на третий год последействия от 0,03 до 0,05% по сравнению с контролем, а к шестому году – соответственно от 0,08 до 0,11%. Одновременно возросло количество водопрочных агрегатов и уменьшилась плотность сложения почв.

2. Улучшение физического состояния чернозёма обыкновенного деградированного напрямую связано с увеличением общего содержания гумуса при мелиорации УМС. Это подтверждает рассчитанный индекс неустойчивости агрегатов, который составил более 7, что указывает на то, что гумус в значительной степени определяет агрегирование почвы.

3. Зависимости, установленные между водопрочностью агрегатов и гумусом, а также между плотностью сложения почв и гумусом, также указывают на сильную связь между этими показателями, так как коэффициенты детерминации равны 0,73 и 0,78.

Литература

1. Панов Н.П., Мамонтов В.Г. Почвенные процессы в орошаемых чернозёмах и каштановых почвах и пути предотвращения их деградации. М.: Россельхозакадемия, 2001. 253 с.
2. Безуглова О.С., Юдина Н.В. Взаимосвязь физических свойств и гумусированности в чернозёмах юга Европейской России // Почвоведение. 2006. № 2. С. 211–220.
3. Бондарев А.Г., Медведев В.В. Некоторые пути определения оптимальных параметров агрофизических свойств почв // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв. Научные труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. М., 1980. С. 85–98.
4. Шейн Е.В., Гончаров В.М. Агрофизика. М.: Изд-во МГУ, 2006. 194 с.
5. Королёв В.А. Изменение основных физических свойств чернозёмов обыкновенных под влиянием орошения // Почвоведение. 2008. № 10. С. 1234–1240.
6. Шалашова О.Ю. Влияние удобрительно-мелиорирующих смесей на физическое состояние чернозёма обыкновенного деградированного // Вестник ОрелГАУ. 2016. № 5 (62). С. 65–71.
7. Monuir G., Stengel P. Lacompositiongranulometriguedessols:un moyendeprevoirleurfertilitephysigue // Bull.techn. inf.min. agr. 1982. № 370–372. P. 503–512.
8. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. 292 с.
9. Скуратов Н.С., Докучаева Л.М., Шалашова О.Ю. Использование и охрана орошаемых чернозёмов. М., 2001. 246 с.
10. Шалашова О.Ю. Изменение щелочности и солонцеватости чернозёмов обыкновенных деградированных при мелиорации удобрительно-мелиорирующими смесями // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 9–12.