

УДК: 631.417.2:631.445.41:631.445.51

Агрогенная трансформация и гумусное состояние почв сельскохозяйственных угодий Оренбургского Зауралья

Саблина Ольга Анваровна

Аннотация:

Исследованы черноземы южные и темно-каштановые почвы Оренбургского Зауралья в различных типах угодий: целина, сенокос, пастбище, залежь, пашня. Установлено, что агрогенная трансформация экосистем сопряжена со следующими процессами: 1) снижение продуктивности фитоценоза за счет сокращения подземной биомассы; 2) ухудшение структурно-агрегатного состояния почв; 3) ослабление интенсивности продуцирования почвами углекислого газа; 4) сокращение содержания гумуса (на 8—29 % от исходного значения); 5) изменение фракционно-группового состава гумуса в сторону снижения доли фракции ГК-2.

Ключевые слова: черноземы южные, темно-каштановые почвы, агроценоз, гумус, целина, сенокос, пастбище, залежь, пашня.

Agrogene Transformation and Humus State of Soil in Farmland of Orenburg Zauralye

Sablina Olga Anvarovna

Abstract:

Chernozem southern and dark chestnut soils in various farmland (virgin land, hayfield, grazing areas, fallow land, arable land) are investigated in Orenburg Zauralye. It was established that the agrogene transformation of ecosystems is associated with the following processes: 1) decrease of phytocenosis productivity on account of reducing underground biomass; 2) deterioration in the structural-aggregate state of the soils; 3) easing of the intensity of carbon dioxide emission from soils; 4) reduction of humus content (for 8% -29% of the original value); 5) changes in fractional-group composition of humus in the direction of reducing the content of GA2 fraction.

Keywords: chernozem southern, dark chestnut soil, agrocnosis, humus, virgin land, hayfield, grazing areas, fallow land, arable land.

Введение

Возрастающая антропогенная нагрузка на степные экосистемы оказывает значительное влияние на почвы как центральное звено биогеоценоза. Элементом почвенной среды, суммирующим многочисленные внешние воздействия и адекватно реагирующим на них изменением своего качественно-количественного состава, является система гумусовых веществ почвы [3, 4].

Гумусное состояние почв, формирующееся в ходе длительного процесса гумусообразования, является отражением экологических условий функционирования почв и их трансформации под влиянием внешних и внутренних сил. Динамика экологических факторов гумусообразования происходит как в зонально-географическом ряду почв, так и при изменении агроэкологической ситуации [4].

Особенности формирования гумусного состояния черноземов и темно-каштановых почв Южного Предуралья исследованы достаточно полно [3]. В то же время, Оренбургское степное Зауралье в этом отношении практически не изучено [4].

Цель исследования

Данное исследование направлено на выявление гумусного состояния почв агрогенно-трансформированных экосистем Оренбургского степного Зауралья. Значительный интерес при этом представляет выявление тех показателей гумусного состояния, которые явились бы наиболее надежными индикаторами эффективного выполнения почвой своих экологических функций и ее экологического благополучия.

Материал и методы исследования

Исследование было направлено на изучение двух почвенных разностей: черноземов южных карбонатных малогумусных маломощных тяжелосуглинистых и темно-каштановых карбонатных маломощных легкосуглинистых. Почвы с такой родо-видовой принадлежностью являются наиболее распространенными в соответствующих подтипах на территории Оренбургского Зауралья, поэтому полученные результаты можно экстраполировать на весьма обширные площади почвенного покрова изучаемого региона.

Стационарные участки на пяти типах угодий (целина, пашня под яровыми зерновыми, естественный сенокос, среднесбитое пастбище, 10-12-летняя залежь) были заложены в Гайском районе (окрестности с. Лылово) для чернозема южного и в Новоорском районе Оренбургской области (окрестности с. Кумак и с. Горьковское) для темно-каштановой почвы.

Изучены показатели, являющиеся, по данным предшествующих исследований [4], важными экологическими факторами, определяющими направленность процессов гумусообразования и гумусного состояния почв: особенности растительности, структура и физические свойства почв, а также их биологическая активность. Для оценки воздействия агрогенного фактора свойства почв различных сельскохозяйственных угодий сопоставлялись с аналогичными показателями для целинных почв. При выборе участков исследования учитывалось их расположение на выровненных водоразделах в типичных для изучаемых почвенных подзон биоклиматических условиях под характерными растительными ассоциациями.

На каждом исследованном участке закладывался почвенный разрез для описания морфологических свойств почв и отбора образцов послойно через

каждые 10 см из горизонтов А и АВ чернозема южного и А и В₁ темно-каштановой почвы. Повторный отбор образцов в течение вегетационного периода осуществлялся из почвенных прикопок глубиной 40-50 см.

Геоботаническое описание участков исследования производилось по Л. Г. Раменскому (1971): закладывались пробные площадки размером 10×10 м для определения флористического состава, типа растительной ассоциации, средней высоты травостоя, ярусности, общего проективное покрытия [2]. На площадках размером 1×1 м производили укос растений для измерения величины надземной фитомассы. Подземную фитомассу отмывали водой на сите с ячейками диаметром 1 мм из почвенных монолитов размером 20×20×20 см. Растительную биомассу высушивали до абсолютно-сухого состояния и взвешивали. Величину надземной, подземной и общей фитомассы пересчитывали, выражая в ц/га.

Плотность почвы определяли с помощью цилиндра-бура известного объема (100 см³). Для оценки структурно-агрегатного состава почвы производили фракционирование образца воздушно-сухой почвы массой 1-1,5 кг на стандартном наборе сит (сухое просеивание по методу Н. И. Саввинова). По данным просеивания рассчитывали коэффициент структурности как отношение суммы макроагрегатов (размером 0,25-10 мм) к сумме агрегатов диаметром более 10 мм и менее 0,25 мм [1].

Подготовка проб почвы к химическому анализу проводилась по ГОСТ 26269-91. Содержание общего гумуса определяли методом мокрого озоления в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), фракционно-групповой состав гумуса – по методике И. В. Тюрина в модификации В. В. Пономаревой – Т. А. Плотниковой. Интенсивность продуцирования углекислого газа («дыхание почв») определяли адсорбционным методом В. И. Штатнова. Дыхание почв выражали в мг СО₂ на 1 кг почвы за 1 час. Активность каталазы определяли газометрическим методом по количеству кислорода, выделившегося в ходе реакции 3 % раствора пероксида водорода с навеской почвы массой 1 г и 0,5 г карбоната кальция. Показания снимали через 1 мин после контакта почвы с пероксидом водорода; активность каталазы выражали в мл О₂ на 1 г почвы за 1 мин [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Существенное влияние на гумусное состояние степных почв оказывают геоботанические особенности и фитопродуктивность экосистем (табл. 1). Полное уничтожение естественной растительности и коренное преобразование всех параметров фитоценоза отмечается на пахотном участке. Типичные степные фитоценозы с доминирующей дерновинно-злаковой растительностью сохраняются на целинных участках (ковылко-типчаковые), а также на естественных сенокосах (пырейно-типчаковые, тонконогово-типчаковые). На среднесбитых пастбищах, несмотря на доминирование плотнодерновинных злаков, прежде всего *Festuca valesiaca* Gaudin., значительную долю занимает разнотравье: *Achillea millefolium*,

Lynaria vulgaris L., *Phlomis tuberosa L.* на черноземе южном и *Gypsophila paniculata L.*, *Berteroa incana (L.) DC.*, *Euphorbia seguieriana Neck.*, *Eryngium planum L.* на темно-каштановых почвах. Это объясняется уплотнением и нарушением структуры верхнего слоя почвы под давлением копыт крупного и мелкого скота, в связи с чем злаки, наиболее требовательные к

Таблица 1 – Геоботаническая характеристика исследованных участков Оренбургского Зауралья

Показатели	Чернозем южный					Темно-каштановая почва				
	Целина	Пашня	Сенокос	Залежь	Пастбище	Целина	Пашня	Сенокос	Залежь	Пастбище
Растительная ассоциация	Ковылково-типчаковая	Зерновой агроценоз	Пырейно-типчаковая	Горько-польно-молочайная	Тонконогово-типчаковая	Польново-ковылково-типчаковая	Зерновой агроценоз	Тонконогово-ковылково-типчаковая	Горько-польно-тысячелистниковая	Житняково-польново-типчаковая
Общее проективное покрытие, %	65-70	20-25	60-65	45-50	60-65	55-60	20-25	55-60	40-45	45-50
Средняя высота травостоя, см	30±5	25±2	25±3	30±5	20±3	20±4	25±2	24±5	30±5	20±3
Надземная фитомасса, ц/га	51,4±1,5	12,6±0,7	45,3±1,3	42,5±2,0	42,3±2,1	40,5±1,8	9,8±0,5	30,2±0,9	40,3±1,8	38,6±1,6
Подземная фитомасса, ц/га	195,4±5,4	19,8±1,2	198,7±7,2	132,3±5,2	166,4±6,7	178,6±4,3	18,2±0,9	182,2±5,6	136,7±4,9	149,4±5,9
Общая фитомасса, ц/га	246,8±7,0	32,4±1,3	244,0±9,2	174,8±6,7	208,7±8,5	219,1±7,2	28,0±1,0	212,4±7,5	177,0±6,8	188,0±8,1
Подземная/надземная	3,8	1,6	4,4	3,1	3,9	4,4	1,9	6,0	3,4	3,9

благоприятным физическим свойствам почвы, уступают место растениям со стержневой корневой системой.

Залежные фитоценозы (горькополынно-молочайные и горькополынно-тысячелистниковые) существенно отличаются от естественных степных доминированием разнотравья: *Achillea millefolium* L., *Artemisia absinthium* L., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Artemisia austriaca* Jacq., *Convolvulus arvensis* L. Таким образом, за 10-12-летний период ранее распаханые участки на черноземах южных и темно-каштановых почвах Зауралья не успевают восстановиться до прежнего доагрогенного состояния.

В соответствии со степенью преобразования фитоценоза изменяется биопродуктивность экосистем. Наибольшие запасы общей фитомассы отмечаются на целинном (до 246,8 ц/га в середине вегетационного периода) и сенокосном (244 ц/га) участке чернозема южного. Пастбища и залежи дают, соответственно, до 208,7 ц/га и 174,8 ц/га общей фитомассы. Снижение запасов растительной биомассы на этих участках происходит преимущественно за счет подземной ее части в связи с замещением злаков с развитыми корневищами и дерновинами разнотравьем.

Вследствие этого отношение доли подземной фитомассы к надземной на залежном участке снижается до 3,1 против аналогичного показателя на целине 3,8. Запасы и структура распределения фитомассы на пашне существенно отличаются от всех других рассматриваемых угодий: запасы общей растительной биомассы ниже чем на целине в 7,6 раза (32,4 ц/га), а отношение подземной фитомассы к надземной очень низкое, не характерное для естественных травянистых сообществ, и составляет 1,6.

Фитоценозы на темно-каштановых почвах в целом характеризуются более низкими запасами растительной биомассы по сравнению с соответствующими участками на черноземе южном, однако выявленные закономерности и причины снижения фитопродуктивности на пастбище, залежи и пашне здесь проявляются столь же четко.

Таким образом, для естественных фитоценозов на черноземах южных и темно-каштановых почвах Оренбургского Зауралья характерны невысокие значения запасов надземной фитомассы при значительных запасах корневой массы, что и определяет степной тип гумусообразования и гумусонакопления. Сельскохозяйственное использование почв меняет структуру распределения запасов фитомассы в сторону уменьшения доли подземной органики. Это происходит за счет полного сведения естественной степной растительности (пашня, залежь) или доминирования стержнекорневых растений, не обладающих способностью формировать плотный дерн в верхнем слое почвы (пастбище, залежь). Учитывая длительность процесса сельскохозяйственной эксплуатации соответствующих участков, можно предположить, что описанные изменения фитоценозов сказываются на гумусном состоянии почв как напрямую, за счет снижения поступления органического вещества, так и опосредованно, за

счет трансформации структурно-агрегатного состояния и физических свойств почв (табл. 2).

Таблица 2 – Плотность и структура почв Оренбургского Зауралья

Подтип почвы	Вид угодий	Слой, см	n	Плотность, г/см ³	Содержание агрегатов, %			Коэффициент структурности	
					>10 мм	10-0,25 мм	<0,25 мм		
Чернозем южный	Целина	0-10	6	1,01±0,03	18,9±1,0	66,6±2,1	14,5±0,9	1,99±0,11	
		10-20	6	1,13±0,08	20,2±1,2	66,3±2,8	13,5±0,3	1,97±0,10	
		20-30	6	1,20±0,09	20,1±0,9	63,1±2,1	16,9±0,8	1,71±0,08	
	Пашня	0-10	6	1,04±0,06	30,7±1,8*	56,7±3,0	12,6±0,6	1,31±0,07*	
		10-20	6	1,05±0,10	32,9±2,3*	55,8±1,9*	11,3±0,5	1,26±0,08*	
		20-30	6	1,10±0,05	27,6±1,9	59,5±2,4	13,0±0,7	1,47±0,10*	
	Сенокос	0-10	6	0,98±0,04	21,4±1,5	64,5±2,5	14,1±0,5	1,81±0,12	
		10-20	6	1,00±0,07	20,9±2,0	61,8±3,1	17,3±0,6	1,62±0,11	
		20-30	6	0,87*±0,07	22,0±1,1	64,1±3,2	14,0±0,8	1,78±0,15	
	Залежь	0-10	6	1,12*±0,04	26,2±0,9*	62,0±2,8	11,8±0,7	1,63±0,10	
		10-20	6	1,15±0,10	28,5±1,4	55,4±2,0*	16,1±0,9	1,24±0,08*	
		20-30	6	1,18±0,11	27,4±1,6	57,8±2,9	14,8±0,5	1,37±0,07*	
	Пастбище	0-10	6	1,02±0,07	23,3±2,0	62,5±4,0	14,2±0,5	1,67±0,08	
		10-20	6	1,14±0,10	24,3±1,5	59,6±2,5	16,1±0,6	1,47±0,10*	
		20-30	6	1,05±0,09	20,0±1,8	59,8±2,4	20,2±0,7	1,49±0,11*	
	Темно-каштановая почва	Целина	0-10	6	1,15±0,09	37,5±2,1	50,7±3,0	11,8±0,4	1,03±0,05
			10-20	6	1,27±0,11	30,7±1,9	52,7±2,9	16,7±0,8	1,11±0,10
			20-30	6	1,27±0,12	31,6±1,9	53,9±2,2	14,5±0,5	1,17±0,12
Пашня		0-10	6	1,14±0,08	34,6±2,2	48,5±3,4	16,9±0,6	0,94±0,06	
		10-20	6	1,49*±0,09	37,4±2,4	46,7±2,8	15,8±0,6	0,88±0,05*	
		20-30	6	1,40*±0,08	39,7±2,3	45,4±2,5*	14,9±0,7	0,83*±0,06	
Сенокос		0-10	6	1,20±0,10	34,1±2,0	53,5±2,8	12,4±0,9	1,15*±0,09	
		10-20	6	1,27±0,11	33,3±2,1	53,2±3,1	13,6±0,7	1,14±0,11	
		20-30	6	1,27±0,10	30,8±1,8	56,0±3,2	13,2±0,8	1,27±0,12	
Залежь		0-10	6	1,21±0,12	36,9±1,9	48,5±3,4	14,6±0,9	0,94±0,08	
		10-20	6	1,31±0,14	40,7±2,3	41,8*±2,1	17,5±0,9	0,72*±0,04	
		20-30	6	1,27±0,12	37,2±2,3	44,3*±2,4	18,5±0,5*	0,80*±0,05	
Пастбище		0-10	6	1,22±0,09	38,2±1,9	50,3±2,9	11,6±0,4	1,01±0,09	
		10-20	6	1,26±0,07	36,9±2,0	48,2±2,7	15,0±0,5	0,93±0,09	
		20-30	6	1,27±0,10	37,2±2,4	47,6±3,8	15,3±0,5	0,91±0,06*	

* – различия с контрольными (целинными) показателями достоверны при $p=0,05$ по t-критерию; n – количество измерений.

Плотность чернозема южного в гумусовом горизонте на всех исследованных участках является благоприятной для роста и развития растений и укладывается в диапазон значений 0,87-1,20 г/см³. Вопреки ожиданиям, существенного уплотнения «плужной подошвы» на пашне и

верхнего слоя на пастбище не выявлено. Достоверно более высокая по сравнению с целинным значением плотность отмечается на залежи в слое 0-10 см, что вероятно связано с особенностями растительности и отсутствием развитой дернины.

Темно-каштановые почвы, в силу своих типовых особенностей, имеют более высокие значения плотности по сравнению с южными черноземами. При этом почвы четырех участков – целинного, сенокосного, пастбищного и залежного – имеют близкие значения рассматриваемого параметра (1,15-1,31 г/см³ в слое 0-30 см). На пашне верхний слой темно-каштановой почвы отличается рыхлым сложением, в то время как на глубине 10-20 и 20-30 см, где проходит «плужная подошва» плотность достоверно выше, чем на целине, и достигает 1,49 г/см³. Увеличение плотности в слое 10-20 см на 0,1 г/см³ наблюдается и в залежной почве, хотя различия не являются значимыми.

Структура южных черноземов на целине и естественном сенокосе в целом благоприятна: за счет преобладания агрономически ценной фракции 0,25-10 мм коэффициент структурности составляет 1,62-1,99. Структурно-агрегатный состав почв на остальных исследованных участках изменяется в сторону увеличения доли глыбистой фракции и снижения доли мезоагрегатов, причем если на пастбище это имеет характер тенденции, то на залежи и пашне выявленные различия достоверны (табл. 2).

Структурно-агрегатный состав темно-каштановых почв характеризуется значительной долей макроагрегатов диаметром более 10 мм (30-40 % от общей массы просеянной почвы). Вследствие этого коэффициент структурности оказывается очень низким: 1,03-1,17 на целине; 1,14-1,27 на сенокосе; на пастбище этот показатель снижается до 0,91-1,01, а на пашне и залежи не превышает 0,94. Таким образом, неблагоприятная структура темно-каштановых почв, определяемая зонально-генетическими особенностями, еще более ухудшается под воздействием вспашки и вытаптывания. Существенное влияние на изменение агрегатного состояния агропочв оказывает также снижение запасов фитомассы, в особенности подземной.

Интегральным показателем экологического состояния, четко реагирующим на все изменения параметров почвенной среды, является биологическая активность почв. Предыдущими исследованиями [4] установлено, что при агрогенном воздействии на почвы Оренбургского Зауралья наиболее показательными являются изменения активности каталазы и интенсивности продуцирования углекислого газа.

Полученные данные (табл. 3) свидетельствуют о том, что активность каталазы в черноземах южных является наименьшей на целинном участке (в среднем 12,5 мл O₂/мин в слое 0-30 см). На пахотном участке этот показатель составляет 13,6 мл O₂/мин; на сенокосе – 14,7 мл O₂/мин; на пастбище – 14,4 мл O₂/мин; максимальное значение рассматриваемого параметра

наблюдается на залежи – 15,2 мл O₂/мин в слое 0-30 см (различие по сравнению с контролем достоверно). В отношении активности каталазы в темно-каштановых почвах выявлено следующее: на сенокосах и пастбищах интенсивность выделения кислорода при разложении перекиси была достоверно выше, чем в целинной почве, а на пашне и залежи, напротив, достоверно ниже. Таким образом, активность каталазы слабо коррелирует со степенью сельскохозяйственной эксплуатации почв Оренбургского Зауралья.

Таблица 3 – Биологическая активность почв Оренбургского Зауралья

Подтип почвы	Вид угодий	Слой, см	n	Активность каталазы, мл O ₂ /мин	Продуцирование CO ₂ , мг/кг·час
Чернозем южный	Целина	0-10	6	13,1±0,1	8,01±0,2
		10-20	6	12,1±0,1	7,56±0,1
		20-30	6	12,4±0,2	7,03±0,2
	Пашня	0-10	6	12,7±0,2	6,25±0,1*
		10-20	6	13,9±0,3	5,43±0,1*
		20-30	6	14,2±0,2	5,39±0,1*
	Сенокос	0-10	6	15,6±0,3	8,27±0,3
		10-20	6	14,7±0,2	7,96±0,3
		20-30	6	13,8±0,3	6,98±0,2
	Залежь	0-10	6	15,0±0,1	7,64±0,3
		10-20	6	15,1±0,1*	6,85±0,2*
		20-30	6	15,5±0,1*	5,38±0,1*
	Пастбище	0-10	6	14,8±0,2	7,62±0,2
		10-20	6	13,2±0,2	7,11±0,2
		20-30	6	15,3±0,1*	6,58±0,3
Темно-каштановая почва	Целина	0-10	6	7,5±0,1	5,2±0,3
		10-20	6	8,3±0,1	4,8±0,3
		20-30	6	8,6±0,1	4,9±0,3
	Пашня	0-10	6	7,8±0,1	3,9±0,3*
		10-20	6	7,7±0,2*	3,6±0,2*
		20-30	6	7,3±0,2*	3,6±0,2*
	Сенокос	0-10	6	8,8±0,1*	5,1±0,3
		10-20	6	9,8±0,1*	4,6±0,2
		20-30	6	6,3±0,2*	4,8±0,2
	Залежь	0-10	6	6,9±0,1*	5,0±0,3
		10-20	6	7,5±0,3	4,4±0,3
		20-30	6	7,9±0,3	4,2±0,3
	Пастбище	0-10	6	8,7±0,2*	5,1±0,2
		10-20	6	9,9±0,1*	4,7±0,2
		20-30	6	8,9±0,2	4,3±0,2

* – различия с контрольными (целинными) показателями достоверны при p=0,05 по t-критерию; n – количество измерений.

Интенсивность продуцирования углекислого газа («дыхание почв»), напротив, хорошо отражает степень антропогенной трансформации почв, а также хорошо коррелирует с объемами поступления растительной биомассы. В целинных черноземах южных рассматриваемый параметр составляет 7,03-8,01 мг CO₂/кг·час (7,53 в слое 0-30 см). На сельскохозяйственных угодьях интенсивность продуцирования углекислого газа снижается в следующем ряду: сенокос (7,74 мг CO₂/кг·час) – пастбище (7,10 мг CO₂/кг·час) – залежь (6,62 мг CO₂/кг·час) – пашня (5,69 мг CO₂/кг·час). В темно-каштановых почвах наблюдается сходная закономерность: наиболее интенсивное «дыхание почв» (4,8-5,2 мг CO₂/кг·час) отмечается на целинном участке, в то время как наименьшие значения (3,6-3,9 мг CO₂/кг·час), достоверно различающиеся с контрольными, выявлены для пахотной почвы. Снижение скорости выделения углекислого газа в агроландшафтах свидетельствует о напряженности процессов круговорота углерода вследствие сокращения количества минерализуемого органического субстрата.

Изменения в характере поступления органического вещества, структуре и биологической активности почв сказываются на их гумусном состоянии (табл. 4). Черноземы южные на трех участках (целинном, сенокосном и пастбищном) можно отнести к малогумусным (содержание гумуса в горизонте А около 4 %), в то время как почвы пашни и залежи ближе к виду слабогумусированных: 2,93 % и 3,57 % гумуса в верхнем горизонте соответственно, что достоверно ниже по сравнению с контролем. Содержание общего гумуса в исследованных темно-каштановых почвах закономерно ниже, чем в черноземах южных, и составляет 2,34-2,83 % в гумусовом горизонте. Самые низкие значения концентрации органического вещества, достоверно различающиеся по сравнению с целиной, наблюдаются, как и в черноземах южных, в верхнем слое почв пашни и залежи.

Таблица 4 – Показатели гумусного состояния почв Оренбургского Зауралья

Подтип почвы	Вид угодий	n	Мощность гумусового горизонта, см	n	Содержание гумуса в гор. А+АВ (В ₁), %	Запасы гумуса в слое 0-20 см, т/га
Чернозем южный	Целина	4	38±2	6	4,15±0,08	95,04±4,1
	Пашня	4	35±1	6	2,93±0,07*	65,97±3,5*
	Сенокос	4	39±3	6	3,84±0,10	81,07±4,7
	Залежь	4	36±2	6	3,57±0,09*	84,36±5,2
	Пастбище	4	38±2	6	4,03±0,10	90,00±5,3
Темно-каштановая почва	Целина	4	30±2	6	2,55±0,04	65,70±3,8
	Пашня	4	27±1	6	2,34±0,04*	61,07±4,0
	Сенокос	4	29±2	6	2,74±0,08	76,20±3,5*
	Залежь	4	28±2	6	2,43±0,06*	64,92±3,1
	Пастбище	4	30±2	6	2,83±0,07	77,44±4,2*

* – различия с контрольными (целинными) показателями достоверны при $p=0,05$ по t-критерию; n – количество измерений.

Запасы гумуса во всех исследованных почвах низкие, не превышают 100 т/га в слое 0-20 см. При этом наиболее показательна потеря гумуса в пахотных черноземах южных: около 29 т/га за весь период сельскохозяйственного использования. Чернозем на кормовых угодьях в целом близок по показателям гумусного состояния к целинной почве и уступает ей по запасам гумуса незначительно. Почва залежи за более чем десятилетний период частично восстановила свои гумусные свойства и приблизилась к соответствующим показателям черноземов под естественной степной растительностью, хотя и не достигла их.

Запасы гумуса в пахотных и залежных темно-каштановых почвах ниже, чем в целинных: 61,07 т/га, 64,92 т/га и 65,70 т/га соответственно. Более высокие значения запасов органического вещества в почвах сенокосов (76,2 т/га) могут быть объяснены большим содержанием подземной фитомассы, а в почвах пастбищ (77,44 т/га), вероятно, поступлением органических удобрений с естественными выделениями выпасаемого скота.

Гумусное состояние почвы также находит отражение в строение ее генетического профиля, оказывая влияние на мощность гумусового горизонта. Мощность горизонтов А+АВ черноземов южных на целинном участке составляет 38 см; кормовые угодья – сенокос и пастбище – имеют схожие значения данного параметра: 39 см и 38 см соответственно. Участки, ранее подвергавшиеся (залежь) или в данный момент находящиеся в пахотном использовании, имеют несколько укороченный гумусовый профиль: 36 см и 35 см. Сходная зависимость отмечается и для темно-каштановых почв: совокупная мощность горизонтов А+В1 составляет на целине 30 см, на сенокосе – 29 см, пастбище – 30 см, залежи – 28 см, пашне – 27 см. Таким образом, все исследованные почвы по видовой принадлежности относятся к маломощным.

Анализ таких количественных показателей как мощность горизонтов А+АВ (А+В₁), содержание и запасы гумуса показывает, что значительное ухудшение гумусного состояния наблюдается для пахотных и залежных почв в независимости от их типовой принадлежности. Таким образом, первостепенным фактором дегумификации почв Зауралья является их многолетнее пахотное использование, осуществляемое в настоящее время или имевшее место в прежние годы.

Важным показателем гумусного состояния почв является не только количественное содержание гумуса, но его и качественный (фракционно-групповой) состав (табл. 5). Для всех исследованных почв характерен фульватно-гуматный тип гумуса (отношение доли углерода гуминовых кислот к фульвокислотам меньше 2), однако Сгк:Сфк в целинных черноземах южных приближается по величине к гуматному типу гумуса и составляет

1,98, в то время как в почвах кормовых угодий этот показатель снижается до 1,92, в почвах залежей – 1,82, пашни – 1,77. Темно-каштановые почвы имеют меньшие значения Сгк:Сфк, и тенденция снижения этого показателя в направлении от целинных к сенокосным и пастбищным и далее к залежным и пахотным почвам сохраняется. Таким образом, отношение доли углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот является достаточно информативным показателем, свидетельствующим о напряженности процессов круговорота органического вещества в агропочвах и высоком риске развития дегумификации.

Таблица 5 – Фракционно-групповой состав гумуса горизонта А почв Оренбургского Зауралья

Подтип почвы	Вид угодий	n*	ГК, % от C _{общ}			ФК, % от C _{общ}				ΣГК	ΣФК	НО	Сгк:Сфк
			ГК1	ГК2	ГК3	ФК1а	ФК1	ФК2	ФК3				
Чернозем южный	Целина	3	5,4±0,1	23,4±2,5	8,1±0,9	1,6±0,1	2,4±0,1	9,2±0,8	5,4±0,1	36,9±2,5	18,6±1,0	44,5±2,7	1,98±0,07
	Пашня	3	6,2±0,2	19,9±2,1	9,3±0,8	1,8±0,1	2,9±0,1	9,3±0,7	6,0±0,2	35,4±2,3	20,0±1,1	44,6±2,1	1,77±0,06
	Сенокос	3	5,5±0,1	22,9±2,2	8,5±0,9	1,7±0,1	2,6±0,1	9,5±0,9	5,4±0,1	36,9±2,5	19,2±1,0	43,9±2,5	1,92±0,05
	Залежь	3	6,4±0,2	20,0±2,4	9,1±0,7	1,6±0,1	2,9±0,1	9,1±0,8	5,9±0,1	35,5±2,4	19,5±1,2	45,0±2,4	1,82±0,06
	Пастбище	3	5,8±0,1	21,8±1,9	9,0±1,0	1,5±0,1	2,6±0,1	9,3±0,6	5,7±0,1	36,6±2,0	19,1±1,0	44,3±2,2	1,92±0,07
Темно-каштановая почва	Целина	3	4,7±0,1	17,1±1,8	11,0±0,9	1,5±0,1	1,8±0,1	10,5±0,7	6,6±0,2	32,8±2,3	20,4±0,9	46,8±2,4	1,61±0,04
	Пашня	3	5,4±0,2	15,9±1,6	11,9±0,9	1,6±0,1	2,2±0,1	10,2±0,8	7,1±0,2	33,2±2,4	21,1±1,0	45,7±2,5	1,57±0,04
	Сенокос	3	4,8±0,1	17,3±2,0	10,8±0,8	1,4±0,1	1,8±0,1	10,4±0,8	7,0±0,2	32,9±2,5	20,6±1,1	46,5±2,6	1,60±0,05
	Залежь	3	5,2±0,2	16,1±2,1	11,7±0,9	1,6±0,1	2,4±0,1	10,1±0,9	7,2±0,1	33,0±2,0	21,3±1,2	45,7±2,2	1,55±0,06
	Пастбище	3	4,6±0,1	16,5±1,7	10,9±0,7	1,5±0,1	2,0±0,1	10,0±0,8	6,9±0,2	32,0±2,5	20,4±1,0	47,6±2,7	1,57±0,05

*n – количество измерений.

Изменение отношения Сгк:Сфк происходит за счет определенных фракций гуминовых и фульвокислот. Анализ данных о фракционно-групповом составе гумуса черноземов южных и темно-каштановых почв позволяет заключить, что в обоих подтипах почв при нарастании степени агрогенной трансформации (в направлении целина–сенокос–пастбище–залежь–пашня) отмечается следующее: увеличение доли фракций ГК1 и ГК3; снижение доли фракции ГК2; увеличение доли фракции ФК1 и ФК3. При этом уменьшение отношения Сгк:Сфк в почвах агроландшафтов по сравнению с целиной происходит преимущественно за счет фракций ГК2 и ФК1.

Следует отметить, что высокое содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием (ГК2), не только является диагностическим признаком для степных почв, формирующихся на материнских породах, богатых карбонатами и гипсом, но и играет важную экологическую роль по созданию и поддержанию благоприятной структуры. Снижение доли агрономически ценных агрегатов в почвах сельскохозяйственных угодий, отмеченное выше, может быть следствием утраты некоторой доли фракции ГК2.

Увеличение доли фракций, связанных с устойчивыми полуторными оксидами и глинистыми минералами (ФК3 и ГК3), можно рассматривать как следствие их высокой стабильности при минерализации гумуса в условиях недостаточного поступления органического вещества. Увеличение содержания фракций ФК1 и ГК1 в агропочвах, напротив, может быть связано с частичным разложением гумусовых веществ на первых этапах их минерализации. Это объяснение применимо, если рассматривать фульвокислоты как предшественников гуминовых кислот или продукты их распада, а фракцию ГК1 – как наиболее молодую из группы гуминовых кислот.

Выводы

В ходе исследования установлено, что при нарастании степени агрогенной трансформации экосистем Оренбургского Зауралья (в направлении целина–сенокос–пастбище–залежь–пашня) отмечаются следующие взаимосвязанные процессы: 1) снижение продуктивности фитоценоза, в основном за счет сокращения подземной биомассы; 2) ухудшение структурно-агрегатного состояния почв за счет увеличения доли глыбистой фракции (более 10 мм) и уменьшения доли агрономически ценных агрегатов (0,25–10 мм); 3) ослабление интенсивности продуцирования углекислого газа как интегрального показателя биологической активности; 4) сокращение содержания гумуса (на 8–29% от исходного значения в зависимости от типовой принадлежности почв); 5) сокращение запасов гумуса (на 4,6–29 т/га в зависимости от подтипа почв); 6) снижение мощности гумусового горизонта (на 7–10% от первоначального уровня); 7) уменьшение показателя Сгк:Сфк за счет изменения фракционно-группового состава

гумуса в сторону увеличения доли фракций ГК1 и ФК1, ГК3 и ФК3 и снижения доли фракции ГК2.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-04-31017 «Экологическая оценка гумусного состояния почв агрогенно-трансформированных экосистем Оренбургского Зауралья»

Список литературы

1. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат. 1986. – 416 с.
2. Раменский, Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова / Л. Г. Раменский. – Л. : Наука. 1971. – 334 с.
3. Русанов, А. М. Перспективы сохранения и восстановления свойств и экологических функций почв сельскохозяйственного назначения / А. М. Русанов // Экология. 2003. № 1. С. 12–17.
4. Саблина, О. А. Экология гумусообразования степных почв Зауралья / О. А. Саблина // Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Уфа: 2011. – 22 с.
5. Хазиев, Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – М. : Наука. 1990. – 189 с.

Spisok literatury

1. Vadyunina, A. F. Metody issledovaniya fizicheskix svojstv pochv / A. F. Vadyunina, Z. A. Korchagina. – 3-e izd., pererab. i dop. – M. : Agropromizdat. 1986. – 416 s.
2. Ramenskij, L. G. Problemy i metody izucheniya rastitel'nogo pokrova / L. G. Ramenskij. – L. : Nauka. 1971. – 334 s.
3. Rusanov, A. M. Perspektivy soxraneniya i vosstanovleniya svojstv i e'kologicheskix funkcij pochv sel'skoxozyajstvennogo naznacheniya / A. M. Rusanov // E'kologiya. 2003. № 1. S. 12–17.
4. Sablina, O. A. E'kologiya gumusoobrazovaniya stepnyx pochv Zaural'ya / O. A. Sablina // Avtoref. diss. kand. biol. nauk. – Ufa: 2011. – 22 s.
5. Xaziev, F. X. Metody pochvennoj e'nzimologii / F. X. Xaziev. – M. : Nauka. 1990. – 189 s.