

**Саблина О.А.**Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)  
Оренбургского государственного университета  
E-mail: sablina\_ogti@mail.ru

## **АГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ СТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ**

**Исследовано экологическое состояние черноземов южных в различных сельскохозяйственных угодьях Оренбургского степного Зауралья. Установлено, что наибольшие потери органического вещества наблюдаются в почвах пашни и залежи. В почвах кормовых угодий снижение содержания и запасов гумуса незначительно. Основной причиной дегумификации агропочв можно считать сокращение запасов подземной фитомассы. Надежным индикатором степени агрогенной трансформации гумусного состояния черноземов Оренбургского Зауралья является интенсивность продуцирования углекислого газа.**

**Ключевые слова:** агроценоз, биологическая активность, гумус, чернозем, целина, пашня, сенокос, пастбище, залежь.

### **Введение**

Один из основателей современной экологии почв Е. Д. Никитин отмечает, что возрастающее антропогенное воздействие на почвенные системы является универсальной тенденцией и должно постоянно анализироваться в спектре факторов педогенеза [5], в связи с чем работы, направленные на изучение техногенной и агрогенной трансформации почв, не теряют своей актуальности уже более двух десятилетий.

Особенностью сельскохозяйственной эксплуатации почв является то, что основное антропогенное воздействие испытывает верхний, наиболее плодородный слой, однако длительность и масштабность процесса аграрного использования почв может приводить к полной или частичной потере ими своих генетических свойств и возможности выполнять биоценотические и биосферные функции. При рассмотрении вопроса агрогенной эволюции почв несомненно нужно учитывать тип сельскохозяйственных угодий и связанный с ними доминирующий фактор деградации почв: механическая обработка (на пашне), вытаптывание (на пастбище), отчуждение растительной массы (на сенокосе) и т. д.

Методами сравнительно-генетического анализа рядов целинных и пахотных почв [2], [3], [4], [8] установлено, что механическое воздействие на почву сельскохозяйственных орудий приводит к коренной перестройке всей почвенной системы. В то же время, следует ожидать, что другие типы землепользования, например, пастбищное или сенокосное, также способны заметно повлиять на такие свойства почв

как биологическая активность, содержание органического вещества или параметры экосистемы в целом, например, такие как биопродуктивность, структура и тип растительности.

Если основные направления и результаты антропогенной эволюции черноземов под влиянием пахотного и пастбищного использования исследованы весьма полно и подробно [2], [8], [12], то воздействие на почвы этого типа, например, сенокосения, изучено в меньшей степени. Имеются также диспропорции в количестве научных работ, посвященных данной тематике в отношении черноземов разных подтипов и разной географической приуроченности. Так, лучше исследовано гумусное состояние обыкновенных и типичных черноземов, чем, например, южных. Что касается почв Уральского региона, то более полно изучены степные черноземы Предуралья, чем Зауралья, особенно на территории Оренбургской области [8].

Соответствующие почвенные подзоны в Зауралье по сравнению с Предуральем смещены к северу вследствие большей засушливости климата: отроги гор Южного Урала препятствуют проникновению на эту территорию влажных воздушных масс, идущих с Атлантики. В связи с этим доминирующим подтипом черноземов в Оренбургском Зауралье является чернозем южный; представленность черноземов обыкновенных в почвенном покрове востока области весьма незначительна. По этой причине агрогенная трансформация гумусного состояния черноземов степного Зауралья рассмотрена на примере наиболее южного подтипа.

### Материалы и методы исследования

Объектами исследования, проводившегося в течение вегетационного периода 2014 года, послужили черноземы южные карбонатные малогумусные маломощные тяжелосуглинистые, расположенные в различных сельскохозяйственных угодьях (пашня под яровыми зерновыми, естественный сенокос, среднесбитое пастбище, многолетняя залежь) Гайского района Оренбургской области. Исследуемые участки располагались на выровненных водоразделах в типичных для изучаемой почвенной подзоны биоклиматических условиях. Для оценки воздействия агрогенного фактора свойства изучаемых почв сопоставлялись с аналогичными показателями для условно целинной почвы, небольшой участок которой более 20 лет не подвергался сенокосу и выпасу, и на котором сохранилась типичная для данной почвенной подзоны растительная ассоциация.

Для геоботанического описания участков исследования закладывались пробные площадки размером 10×10 м, на которых определяли флористический состав, тип растительной ассоциации, среднюю высоту травостоя, общее проективное покрытие [6]. На площадках размером 1×1 м производили укос растений для измерения величины надземной фитомассы. В лабораторных условиях скошенную биомассу высушивали при температуре 100–105 °С до постоянной массы и взвешивали. Величину подземной фитомассы определяли путем отбора почвенных монолитов размером 20×20×20 см. Подземную фитомассу отмывали из монолитов водой на сите с ячейками диаметром 1 мм, высушивали до абсолютно-сухого состояния и взвешивали. Величину надземной, подземной и общей (суммарной) растительной биомассы пересчитывали, выражая в ц/га [7].

Образцы почв для определения химических и биологических свойств отбирались из почвенных разрезов послойно через каждые 10 см до глубины 40 см. Подготовка проб почвы к химическому анализу проводилась по ГОСТ 26269-91. Содержание общего гумуса определяли методом мокрого озоления по И.В. Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91). Интенсивность продуцирования углекислого газа («дыхание почв») определяли адсорбционным методом В.И. Штатнова. Дыхание почв выражали в мг CO<sub>2</sub> на 1 кг почвы за 1 час. Актив-

ность 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 O<sub>2</sub> на 1 г почвы за 1 мин [10].

### Результаты и обсуждение

Естественные степные ценозы характеризуются особой структурой распределения фитомассы: большая ее часть образуется и разлагается непосредственно в почве, что определяет направленность и интенсивность процессов гумусообразования и гумусонакопления в степных черноземах. При сельскохозяйственной эксплуатации коренные растительные ассоциации могут быть значительно преобразованы, что ведет к потере органического вещества почв.

Наибольшая биопродуктивность (табл. 1) отмечается на целинном участке с ковылково-типчаковой растительностью. Это достигается не столько за счет достаточно высоких значений проективного покрытия и высоты травостоя, а следовательно, и надземной фитомассы (51,4 ц/га), сколько за счет корневой биомассы (195,4 ц/га). Отношение подземной фитомассы к надземной на целине составляет 3,8. Мало уступает целинному участку по рассматриваемым параметрам естественный сенокос: здесь запасы подземной фитомассы за счет доминирования растений с развитыми дерновинами и корневищами (*Festuca valesiaca*, *Elytrigia repens*) достигают 198,7 ц/га, а отношение корневой фитомассы к листовой и стеблевой – 4,4.

Пастбищный участок при схожих с целинными значениях этого отношения имеет гораздо более низкие запасы подземной фитомассы – 166,4 ц/га. Несмотря на доминирование плотно-дерновинных злаков, в растительном покрове этого участка значительную долю занимает и разнотравье: *Achillea millefolium*, *Lynaria vulgaris* L., *Phlomis tuberosa* L., которое замещает чувствительные к вытаптыванию и уплотнению почвы *Stipa lessingiana*, *Bromopsis inermis* и т. д.

Участок с многолетней залежью характеризуется преобладанием стержнекорневых растений: *Euphorbia seguieriana*, *Achillea millefolium*, *Artemisia absinthium*, *Convolvulus arvensis* и др. В связи с этим запасы подземной фитомассы

здесь очень низкие (132,3 ц/га) по сравнению с типчаковыми ассоциациями на целине и кормовых угодьях, а отношение корневой биомассы к надземной падает до 3,1.

Пахотный участок характеризуется полным уничтожением естественной растительности, поэтому запасы и структура распределения фитомассы здесь разительно отличаются от всех других рассматриваемых угодий: запасы общей растительной биомассы ниже чем на целине в 7,6 раза, а отношение подземной фитомассы к надземной очень низкое, не характерное для естественных травянистых сообществ, и составляет 1,6.

Учитывая длительность процесса сельскохозяйственной эксплуатации соответствующих участков, можно предположить, что описанные выше изменения в характере поступления органического вещества сказываются на гумусном состоянии почв. Мощность гумусового горизонта (А+АВ) на целинном участке составляет 38 см (табл. 2), 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. Таким образом, все исследованные по-

чвы по видовой принадлежности относятся к маломощным.

По содержанию гумуса почвы трех участков (целинного, сенокосного и пастбищного) можно отнести к малогумусным (около 4%), в то время как почвы пашни и залежи ближе к виду слабогумусированных: содержание гумуса в горизонте А составляет не более 4% (3,16% и 3,72% соответственно). Запасы гумуса во всех исследованных почвах низкие (по классификации Л.А. Гришиной и Д.С. Орлова, 1978 [1]), не превышают 100 т/га в слое 0–20 см. При этом наиболее показательна потеря гумуса в пахотных почвах: около 29 т/га за весь период сельскохозяйственного использования. Наиболее резкое падение содержания гумуса отмечается в слое 10–20 см пахотной почвы по сравнению с целинной, поэтому профильное распределение гумуса здесь можно назвать бимодальным с минимумом на глубине плужной подошвы и пиками с поверхности и в подпахотном слое.

Чернозем на кормовых угодьях в целом близок по показателям гумусного состояния к целинной почве и уступает ей незначительно по общему содержанию и запасам гумуса. Почва залежи за более чем десятилетний период частично восстановила свои гумусные свойства и приблизилась к соответствующим показате-

Таблица 1. Геоботаническая характеристика целинного и агрогенно трансформированных участков

Показатели	Целина	Пашня	Сенокос	Залежь	Пастбище
Растительная ассоциация	Ковылково-типчаковая	Зерновой агроценоз	Пырейно-типчаковая	Горько-полюнно-молочайная	Тонконогово-типчаковая
Общее проективное покрытие, %	65-70	20-25	60-65	45-50	60-65
Средняя высота травостоя, см	30	25	25	30	20
Надземная фитомасса, ц/га	51,4	12,6	45,3	42,5	42,3
Подземная фитомасса, ц/га	195,4	19,8	198,7	132,3	166,4
Общая фитомасса, ц/га	246,8	32,4	244,0	174,8	208,7
Подземная/надземная	3,8	1,6	4,4	3,1	3,9

Таблица 2. Гумусное состояние чернозема южного на исследованных участках

Показатели	Целина	Пашня	Сенокос	Залежь	Пастбище	
Мощность гумусового горизонта (А+АВ), см	38	35	39	36	38	
Содержание гумуса, %	0-10 см	4,89	3,95	4,66	4,01	4,99
	10-20 см	4,04	2,37	3,54	3,43	3,43
	20-30 см	3,52	2,46	3,32	3,28	3,66
Запас гумуса в слое 0-20 см, т/га	95,04	65,97	81,07	84,36	90,00	
Профильное распределение гумуса	Постепенно убывающее	Бимодальное	Постепенно убывающее	Постепенно убывающее	Постепенно убывающее	

лям черноземов под естественной степной растительностью, хотя и не достигла их.

Таким образом, значительное ухудшение гумусного состояния почв сельскохозяйственных угодий наблюдается только в случае непосредственного механического воздействия на верхние горизонты, то есть вспашки. Ряд авторов высказывают точку зрения, что основными причинами дегумификации пахотных почв является не только сведение естественной растительности и отчуждение органического вещества с урожаем, но и непосредственная минерализация гумуса вследствие усиления активности оксидоредуктаз как способа мобилизации имеющихся пищевых ресурсов для обеспечения жизнедеятельности почвенной микробиоты [11], [12].

В предыдущих работах [9] было показано, что в пахотных почвах степного Зауралья наблюдается снижение активности процессов, субстратом для которых служит свежий растительный опад (дыхание почв, разложение целлюлозы), и повышение активности оксидоредуктаз (пероксидазы и каталазы), прямо или косвенно участвующих в трансформации гумуса. В связи с этим интересно проследить, сохраняются ли выявленные тенденции и на других участках, находящихся в сельскохозяйственном использовании.

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что активность каталазы является наименьшей на целинном участке (в среднем 12,5 мл O<sub>2</sub>/мин в слое 0–30 см). На пахотном участке этот показатель составляет 13,6 мл O<sub>2</sub>/мин; на сенокосе – 14,7 мл O<sub>2</sub>/мин; на пастбище – 14,4 мл O<sub>2</sub>/мин; максимальное значение рассматриваемого параметра наблюдается на залежи – 15,2 мл O<sub>2</sub>/мин в слое 0–30 см. Таким образом, активность каталазы не отражает интенсивность сельскохозяйственной эксплуатации южных черноземов, и кроме того, слабо коррелирует с содержанием гумуса на различных угодьях.

Интенсивность продуцирования углекислого газа («дыхание почв»), напротив, имеет достаточно высокий (0,79) коэффициент корреляции с содержанием гумуса. Этот показатель хорошо отражает как объемы поступления растительной биомассы, так и степень антропогенной трансформации почв. На целине рассматриваемый параметр составляет 7,03–8,01 мг CO<sub>2</sub>/кг·час (7,53 в слое 0–30 см). На сельскохозяйственных угодьях интенсивность продуцирования углекис-

Таблица 3. Биологическая активность чернозема южного на исследованных участках

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

лого газа снижается в следующем ряду: сенокос (7,74 мг CO<sub>2</sub>/кг·час) – пастбище (7,10 мг CO<sub>2</sub>/кг·час) – залежь (6,62 мг CO<sub>2</sub>/кг·час) – пашня (5,69 мг CO<sub>2</sub>/кг·час). Эти данные с определенной долей вероятности свидетельствуют о том, что степень преобразования гумусного состояния почв на сельскохозяйственных угодьях преимущественно определяется трансформацией растительного покрова и связанным с этим изменением запасов подземной фитомассы.

### Выводы

Гумусное состояние черноземов южных сильно различается в зависимости от вида сельскохозяйственных угодий, и соответственно, уровня антропогенной нагрузки. Максимальные потери органического вещества и укорочение гумусового профиля наблюдаются в почвах, подвергавшихся непосредственной механической обработке (пашня, залежь). В почвах кормоугодий, на которых происходит отчуждение лишь надземной фитомассы с сохранением ее корневой части, снижение содержания и запасов гумуса незначительно. Первостепенной причиной дегумификации агропочв можно считать трансформацию растительности как основного поставщика органического вещества для синтеза гумуса. При этом огромное значение имеет преобразование структуры распре-

деления запасов фитомассы: чем большие различия наблюдаются по этому показателю с целинной почвой, тем большие потери гумуса следует ожидать. Из исследованных параметров биологической активности более надежным ин-

дикатором степени агрогенной трансформации гумусного состояния черноземов Оренбургского Зауралья оказалась интенсивность продуцирования углекислого газа.

20.11.2014

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований  
(проект №14-04-31017)**

**Список литературы:**

1. Гришина, Л.А. Система показателей гумусного состояния почв / Л.А. Гришина, Д.С. Орлов // Проблемы почвоведения. – М.: Наука. – 1978. – С. 42–47.
2. Антропогенная трансформация черноземов центра Русской равнины / Т.А. Девятова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2004. – № 2. – С. 128–134.
3. Караваева, Н.А. Агрогенные почвы: условия среды, свойства и процессы / Н.А. Караваева // Почвоведение. – 2005. – № 12. – С. 1518–1529.
4. Крупеников, И.А. Типизация антропогенных процессов деградации черноземов / И.А. Крупеников // Почвоведение. – 2005. – № 12. – С. 1509–1517.
5. Никитин, Е.Д. Экология почв и учение о почвенных экофункциях / Е.Д. Никитин // Почвоведение. – 2005. – № 9. – С. 1044–1053.
6. Раменский, Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова / Л.Г. Раменский. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.
7. Родин, Л.Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л.Е. Родин, Н.П. Ремезов, Н.И. Базилевич. – Л.: Наука. – 1968. – 145 с.
8. Русанов, А.М. Экологические аспекты гумусообразования и динамика гумуса целинных и пахотных черноземов Предуралья / А.М. Русанов, Л.В. Анилова // Экология. – 2009. – № 6. – С. 417–422.
9. Саблина, О.А. Экологические факторы гумусообразования степных почв Оренбургского Зауралья / О.А. Саблина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 6. – С. 132–136.
10. Хазиев, Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука. – 1990. – 189 с.
11. Goryacheva, T.A. The Effect of Soil Cultivation on the Humus State of Gray Forest Soil in the Middle Urals / T.A. Goryacheva // Russian Journal of Ecology. – 2002. – V. 33. – № 4. – P. 249–252.
12. Ivanov, I. V. Biological mineralization of organic matter in the modern virgin and plowed chernozems, buried chernozems, and fossil chernozems / I.V. Ivanov, L.S. Pesochina, V.M. Semenov // Eurasian Soil Science. – 2009. – V. 42. – № 10. – P. 1109–1119.

Сведения об авторе:

**Саблина Ольга Анваровна**, доцент кафедры общей биологии факультета физико-математического и естественно-научного образования Орского гуманитарно-технологического института (филиала) Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук

462403, Оренбургская область, г. Орск, пр. Мира, 15а, e-mail: sablina\_ogti@mail.ru