

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ГУМУСООБРАЗОВАНИЯ СТЕПНЫХ ПОЧВ ОРЕНБУРГСКОГО ЗАУРАЛЬЯ

Рассмотрены экологические факторы гумусообразования целинных и пахотных почв степного Зауралья в пределах Оренбургской области: климат, гидротермический режим, состав и источники поступления органического вещества, биологическая активность почвы. Кроме того, рассмотрены водно-физические и структурно-агрегатные свойства почв. Установлено, что агрогенная трансформация процесса гумусообразования стирает зонально-генетические особенности почв агроландшафтов.

Ключевые слова: черноземы, темно-каштановые почвы, гумусообразование, гидротермический режим, биологическая активность почвы, агрогенный фактор.

Неотъемлемым компонентом почвы, определяющим ее экологические функции и свойства, является система гумусовых веществ [1, 6]. Органическое вещество почвы определяет водный, тепловой, воздушный, питательный режимы почвы, ее физические свойства и структурно-агрегатный состав, буферные свойства и особенности почвенно-поглощающего комплекса. Почвенный гумус выполняет также целый ряд биосферных функций: является депо углерода и зольных элементов; аккумулирует значительные запасы биохимически связанной солнечной энергии; определяет спектральную отражательную способность почв и регулирует таким образом климатические процессы; участвует в поддержании биоразнообразия, создавая среду обитания педобионтов [1, 5, 6]. Все это указывает на важную экологическую роль гумусовых веществ и актуальность исследований, направленных на изучение экологических аспектов формирования и динамики гумусного состояния почв.

Особую важность подобные исследования приобретают в условиях нарастающей деградации почв под влиянием антропогенных факторов, среди которых наиболее значимым является сельскохозяйственное использование почв, сопряженное с их механической обработкой [4; 10]. Детальное изучение системы гумусовых веществ и экологических факторов гумусообразования в естественных биогеоценозах и экосистемах, подвергшихся агрогенной трансформации, является особенно актуальным для разработки теоретических основ и практических рекомендаций по восстановлению и улучшению гумусного состояния почв [8].

В данной статье рассмотрены экологические условия, определяющие направленность

процессов гумусообразования целинных почв степной зоны Оренбургского Зауралья и их пахотных аналогов, в течение длительного времени подвергающихся механической обработке. В качестве факторов формирования гумусного состояния почв рассмотрены такие внешние и внутренние характеристики почвенной среды, как климат, гидротермический режим, водно-физические и структурно-агрегатные свойства почв, состав и источники поступления органического вещества, биологическая активность почвы.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования служили целинные и пахотные степные почвы Южного Зауралья (черноземы обыкновенные, черноземы южные и темно-каштановые почвы), расположенные в границах Кваркенского, Адамовского и Новоорского административных районов Оренбургской области. На каждом целинном и пахотном участке закладывались полнопрофильные разрезы для описания морфологических свойств почвы и отбора образцов, а также пробные площадки для определения видового состава и проективного покрытия, ярусности фитоценозов и запасов фитомассы. Величина надземной биомассы определялась путем укоса растений на площади 1 м², величина подземной биомассы определялась методом почвенных монолитов размером 20×20×20 см [7].

Образцы почв, отобранные с помощью буров известного объема, использовались для определения плотности сложения и влажности почв. Водопроницаемость определялась методом трубок с переменным напором воды, структурно-агрегатный состав почвы – по методу Н.И. Саввинова фракционированием почвы на

колонке сит в воздушно-сухом состоянии [2], температура почвы измерялась с помощью цифрового термометра сопротивления. Содержание гумуса определялось по методу И.В. Тюрина в модификации Б.А. Никитина [3]. Определение биологических свойств почвы также производилось общепринятыми методиками: активность каталазы – газометрически по методу А.Ш. Галстяна, активность пероксидазы и полифенолоксидазы – по методу Л.А. Карягиной, Н.А. Михайловской, продуцирование углекислого газа – абсорбционным методом В.И. Штатнова, целлюлолитическая активность – аппликационным методом по убыли массы фильтровальной бумаги, помещенной в почву на 14 дней [9].

Результаты и выводы. Среди комплекса экологических факторов, определяющих направленность процессов гумусообразования, одну из наиболее важных ролей играет климат. Климатические условия на участках исследования изменяются в соответствии с положением почвы в ряду географической зональности и накладывают отпечаток в первую очередь на особенности растительных сообществ. При продвижении от черноземов обыкновенных к темно-каштановым почвам растет степень аридности климата, то есть наблюдается повышение теплообеспеченности исследуемых участков с одновременным снижением влагообеспеченности: повышается среднегодовая температура и температура наиболее теплого месяца (июля), возрастает сумма температур воздуха выше 10 °С, уменьшаются средне-

годовое количество осадков и высота снежного покрова (табл. 1).

В соответствии с климатическими условиями относительно мезофильное зопниково-типчачково-ковыльковое сообщество на черноземах обыкновенных сменяется ксероморфными полынно-типчачково-ковыльковым и полынно-ковыльково-типчачковыми сообществами на черноземе южном и темно-каштановой почве (табл. 2). Претерпевают изменения и другие геоботанические показатели: в направлении от северных подтипов степных почв к южным наблюдается снижение общего проективного покрытия и запасов фитомассы, числа ярусов и количества встречающихся видов.

В то же время следует учитывать взаимобратные влияния климата, растительности и других экологических факторов, проявляющиеся при формировании гидротермического режима почв. Отмеченное явление особенно наглядно демонстрируется при сопоставлении теплового и водного режима пахотных и целинных аналогов исследованных почв. В силу того, что проективное покрытие и запасы фитомассы агропочв почти на порядок ниже, чем почв естественных фитоценозов (рис. 1), воздействие внешних климатических факторов (в частности, лучистой энергии) на поверхность почвы не опосредуется растительностью.

Это обстоятельство является причиной повышения теплообеспеченности пахотных почв по сравнению с целинными; так в теплый период

Таблица 1. Климатическая характеристика участков исследования

Показатель	Черноземы обыкновенные	Черноземы южные	Темно-каштановая почва
Средняя температура января, °С	-17,5	-17,0	-16,5
Средняя температура июля, °С	20,0	20,5	21,0
Среднегодовая температура, °С	1,5	1,7	2,3
Глубина промерзания почвы, см	120	125	140
Среднегодовое количество осадков, мм	350	340	330
Высота снежного покрова, см	45	40	35
Продолжительность вегетационного периода, дни	168	170	173
Сумма температур воздуха за период с температурой выше 10 °С	2200	2300	2600

Таблица 2. Геоботаническая характеристика участков исследования

Показатель	Черноземы обыкновенные	Черноземы южные	Темно-каштановая почва
Геоботаническая ассоциация	зопниково-типчачково-ковыльковая	полынно-типчачково-ковыльковая	полынно-ковыльково-типчачковая
Общее проективное покрытие	70-75%	60-70%	60-65%
Общие запасы фитомассы, ц/га	285,1	256,9	225,9
Число ярусов	4	3	3

года различие в температурах верхнего 20-сантиметрового слоя почв сравниваемых участков, расположенных на расстоянии около 100 м друг от друга (целина - пашня), достигает 2–7 °С вследствие трансформации биотической среды. Для агроэкосистем характерной также является более низкая разница в значениях между температурами окружающего воздуха и верхних слоев почвы.

Сведение естественной растительности под агропочвами с уничтожением степной дернины, обладающей значительной водопроницаемостью, приводит к менее эффективному использованию талых вод на пахотных участках. Это сопровождается тем, что в начале вегетационного периода запасы общей влаги в слое 0–50 см целинных почв на 10–30 мм превышают аналогичный показатель пахотных почв. В то же время смена естественной растительности степей на культурную, не адаптированную к использованию низких запасов продуктивной

влаги в течение всего вегетационного периода, приводит к незначительному увеличению содержания общей влаги в агрочерноземах по сравнению с целинными аналогами к концу августа (рис. 2). Следует также отметить, что закономерное снижение влагообеспеченности исследуемых подтипов почв в направлении от черноземов обыкновенных к темно-каштановым почвам наблюдается преимущественно на целинных участках. Комплексное влияние агрогенного фактора, включающее степень интенсивности и способ обработки почвы, уровень агротехники, нивелирует зонально-генетические различия пахотных почв по показателям, связанными с закономерными зональными изменениями климата.

Как следствие изменений гидротермического режима и растительного покрова ландшафтов значительной трансформации подвергаются физические, водно-физические и структурно-агрегатные свойства почв (табл. 3). Наблюдается увеличение плотности почв, снижение коэффициентов фильтрации и структурности пахотных почв по сравнению с целинными.

Отмеченные различия между вариантами исследованных почв наиболее велики на глубине залегания «плужной подошвы» (20–30 см). В отношении целинных черноземов следует отметить, что они обладают благоприятным агрегатным составом и физическими свойствами, обеспечивая процесс гумусообразования необходимым коли-



Рисунок 1. Запасы растительной биомассы на пахотных и целинных участках степных почв Оренбургского Зауралья

Таблица 3. Водно-физические и структурно-агрегатные свойства исследуемых почв

Слой, см	Плотность сложения, г/см ³		Коэффициент фильтрации, мм/мин		Коэффициент структурности	
	целина	пашня	целина	пашня	целина	пашня
Чернозем обыкновенный						
0-10	0,92	0,99	5,89	2,15	3,80	2,47
10-20	1,03	1,13	6,34	2,47	2,93	1,67
20-30	1,04	1,11	6,11	1,14	3,74	1,87
30-40	1,06	1,11	3,57	2,52	1,87	1,58
Чернозем южный						
0-10	0,95	1,07	4,65	5,35	2,07	2,34
10-20	1,04	1,18	5,23	2,11	2,36	2,07
20-30	1,10	1,15	3,49	2,25	1,93	1,11
30-40	1,14	1,17	2,50	2,09	1,79	1,68
Темно-каштановая почва						
0-10	1,17	1,08	2,21	1,22	1,65	1,62
10-20	1,27	1,34	2,52	0,93	2,16	1,05
20-30	1,34	1,28	1,96	2,04	1,38	1,35
30-40	1,36	1,26	2,01	1,84	2,87	1,29

чеством воздуха и влаги. В силу генетических особенностей несколько уступают черноземам по совокупности водно-физических и структурных свойств темно-каштановые почвы.

Рассмотренные экологические факторы (климат, гидротермический режим почвы, ее физические и структурные свойства) определяют условия протекания реакций новообразования гумуса и его минерализации. Непосредственными агентами этого процесса являются поступающее в почву органическое вещество, прежде всего растительный опад, и почвенные ферменты. Как уже отмечалось выше, запасы растительной биомассы исследованных целинных почв намного превосходят соответствующие показатели агропочв, причем наибольшее снижение (в 9–10 раз) отмечается для корневой фитомассы, на которую приходится основная доля в структуре биомассы степных почв (рис. 1).

Сокращение количества растительного опада в пахотных почвах приводит к снижению выработки почвенной микрофлорой ферментов, участвующих в разложении сложных полисахаридов – основных компонентов фитомассы. В связи с этим целлюлозолитическая активность почв пашни в слое 0–40 см на 0,12–8,90% ниже, чем целинных. О напряженности процессов круговорота углерода в пахотных почвах непосредственно свидетельствует снижение интенсивности продуцирования углекислого газа вследствие сокращения количества минерализуемого органического субстрата (табл. 4).

Отчуждение элементов питания с урожаем и снижение количества легкодоступного для микроорганизмов свежего растительного опада приводит к мобилизации имеющихся почвенных резервов, вследствие чего наблюдается процесс минерализации гумуса с участием оксидо-

редуктаз. Подтверждением тому служит повышенная активность каталазы в пахотных почвах всех исследованных подтипов и относительное увеличение активности полифенолоксидазы и пероксидазы. Повышение активности оксидаз свидетельствует об интенсификации процессов как синтеза, так и минерализации гумуса в пахотных почвах. Однако в условиях недостаточного поступления исходного субстрата реакции окисления гумусовых веществ пероксидазой, по всей видимости, преобладают над реакциями гумификации, протекающими при участии полифенолоксидаз, в связи с чем содержание гумуса

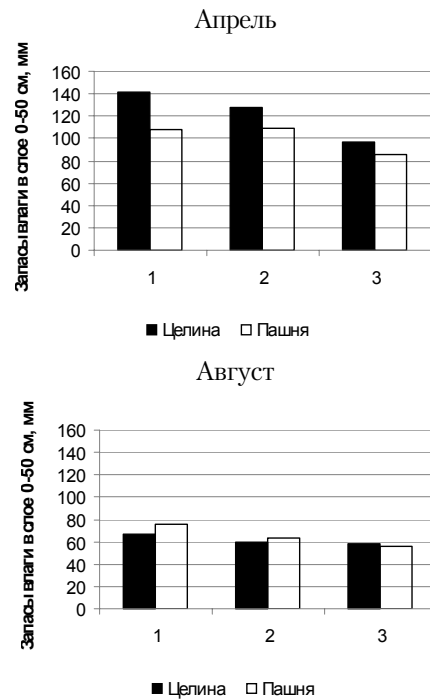


Рисунок 2. Запасы влаги в степных почвах Оренбургского Зауралья в течение вегетационного периода 2009 года: 1 – черноземы обыкновенные, 2 – черноземы южные, 3 – темно-каштановые почвы.

Таблица 4. Средние показатели гумусного состояния и биологической активности степных почв Оренбургского Зауралья (в слое 0–40 см)

Показатель	Чернозем обыкновенный		Чернозем южный		Темно-каштановая почва	
	целина	пашня	целина	пашня	целина	пашня
Содержание гумуса, %	4,98	3,78	3,60	3,33	2,62	2,51
Целлюлозолитическая активность, %	83,83	82,13	77,58	68,68	69,95	69,83
Продуцирование CO ₂ , мг/кг·час	7,74	3,05	5,52	5,44	3,84	3,40
Активность каталазы, мл O ₂ в 1 г почвы за 1 мин	4,08	4,43	3,51	4,16	3,10	3,19
Активность полифенолоксидазы, мг 1,4-ПБХ на 1 г почвы за 30 мин	3,01	4,26	2,48	5,17	2,27	1,72
Активность пероксидазы, мг 1,4-ПБХ на 1 г почвы за 30 мин	3,16	4,07	1,09	3,93	1,82	1,03

(например) в черноземе обыкновенном в слое 0–40 см пахотных почв на 24% ниже, чем в целинных аналогах.

Снижение активности гидролитических и повышение интенсивности действия окислительно-восстановительных ферментов свидетельствуют о глубокой перестройке биологических факторов гумусообразования пахотных почв и адаптации их к новым условиям функционирования, обусловленным агрогенным воздействием. Основными причинами ухудшения гумусного состояния пахотных почв следует считать сокращение количества поступающего органического вещества и минерализацию имеющихся в агропочвах запасов гумуса вследствие увеличения ферментативной активности. Снижение эффективнос-

ти процессов гумусообразования происходит также в результате уплотнения, ухудшения фильтрационных свойств и структуры почв, подвергающихся пахотному воздействию, трансформации их гидротермического режима в сторону аридизации. При этом основной особенностью сельскохозяйственного воздействия на почвы агроландшафтов является нарушение зонально-географических закономерностей распределения и влияния экологических факторов, определяющих условия формирования гумусного состояния почв, в результате чего стираются основные генетические характеристики пахотных почв, развившиеся в ходе естественного педогенеза, т. е. до наступления периода их пахотного использования.

Список использованной литературы:

1. Бирюкова, О. Н. Содержание и состав гумуса в основных типах почв России / О. Н. Бирюкова, Д. С. Орлов // Почвоведение. – 2004. – №2. – С. 171–188.
2. 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.
3. Воробьева, Л. А. Химический анализ почв: учебник / Л. А. Воробьева. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.
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. Орлов, Д. С. Гуминовые вещества в биосфере / Д. С. Орлов // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – №2. – С. 56–63.
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. Гумусное состояние черноземов Уральского региона как функция периода их биологической активности / А. М. Русанов // Почвоведение – 1998. – №3. – С. 302–309.
9. Хазиев, Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – М.: Наука, 1990. – 189 с.
10. Щеглов, Д. И. Черноземы Центральных областей России: современное состояние и направление эволюции / Д. И. Щеглов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2003. – №2. – С. 187–195.

Сведения об авторе: Саблина Ольга Анваровна, старший преподаватель кафедры общей биологии Орского гуманитарно-технологического института (филиала) Оренбургского государственного университета. 462403, Оренбургская область, г. Орск, пр-т Мира, 15-а, тел. (3537)266260, e-mail: nature_f@ogti.orsk.ru

Sablina O.A.

Ecological factors of humification of steppe soil of orenburg trans-ural area

The article examines ecological factors of humification of virgin and arable soil of steppe Trans-Ural area within the limits of Orenburg region: climate, hydrothermic conditions, composition and sources of receipt of organic matter, soil biological activity; besides, water-physical and structural-aggregative properties of soil are examined. It is determined that agrogenic transformation of humification process erases zone-genetic features of agricultural landscapes soil.

Key words: chernozem, liver-coloured soil, humification, hydrothermic conditions, soil biological activity, agrogenic factor.