

## **Гумусное состояние и биологическая активность чернозёмов обыкновенных (североприазовских) при длительном сельскохозяйственном использовании**

*О.И. Наими, к.б.н., ФГБНУ Донской зональный НИИСХ*

Чернозёмные почвы обладают высоким потенциальным плодородием, основой которого является высокое содержание гумуса в этих почвах. Содержание гумуса и его распределение по профилю почв – характерный генетический и диагностический признак. Количественный и качественный состав гумуса тесно коррелирует со многими физическими свойствами и режимами почвы и в значительной степени определяет

её биологическую и биохимическую активность, являясь показателем экологической устойчивости агроэкосистем [1–3].

В структуре почвенного покрова Ростовской области чернозёмы занимают 57,9% территории. В настоящее время практически все они вовлечены в сельскохозяйственное производство [4]. Возрастающая антропогенная нагрузка на чернозёмы приводит к качественным изменениям их плодородия [2, 3, 5]. Потоки веществ, попадая в почву в результате антропогенной деятельно-

сти, включаются в естественные циклы, нарушая нормальное функционирование всей почвенной системы. Изменение свойств почв при сельскохозяйственном освоении начинается с верхнего, пахотного горизонта, постепенно переходя и на глубже лежащие слои. Характер и направленность трансформации определяется как первоначальными свойствами почвы, так и уровнем интенсификации земледелия: структурой посевных площадей, уровнем применения минеральных и органических удобрений, удельным весом многолетних трав в севообороте и др.

С гумусным состоянием почв тесно связана их биологическая активность. Почвенные ферменты играют существенную роль в процессах трансформации органического вещества, а ферментативная активность почв может служить индикатором интенсивности процессов гумусообразования.

**Цель исследования** – изучить особенности гумусного состояния и ферментативную активность естественных и агрогенных чернозёмов обыкновенных карбонатных (североприазовских).

**Объекты и методы исследования.** Исследования проводили на одном из полей Донского зонального НИИСХа площадью около 100 га. В исследуемых почвах определяли: содержание общего углерода по Тюрину в модификации Никитина, качественный состав гумуса по схеме Тюрина в модификации Пономарёвой и Плотниковой [6], pH и содержание NPK общепринятыми методами, активность каталазы газометрическим методом, активность инвертазы колориметрическим методом Хазиева [7].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили на ПК с использованием программы Excel.

**Результаты и исследования.** Земледелие, являясь самым масштабным и длительным во времени фактором антропогенной эволюции почв, стало причиной многих деградационных процессов в чернозёмах, одним из которых является снижение запасов гумуса. Наличие этой проблемы отмечалась ещё В.В. Докучаевым, в настоящее время она по-прежнему актуальна [5].

Чернозёмы, сформированные под естественными растительными ассоциациями, находятся в динамичном равновесии со всеми другими компонентами биогеоценоза. В условиях возросшей

антропогенной нагрузки на чернозёмы происходит нарушение складывающегося веками равновесия и развитие деградационных процессов.

Чернозёмы характеризуются равномерно-аккумулятивным типом внутрипрофильного распределения органического углерода. Как видно по полученным результатам (табл. 1), в пахотных почвах наблюдается снижение общего содержания гумуса по сравнению с целинными аналогами, прослеживается чёткая тенденция увеличения pH в пахотном горизонте. Повышенное по сравнению с целиной содержание нитратного азота и подвижных форм фосфора связано, вероятно, с внесением удобрений на пахотных почвах.

Гумус – динамичная система, в почве одновременно с процессом гумусообразования происходит минерализация гумуса с участием микроорганизмов. После распашки целины в пахотном слое резко уменьшается количество гумуса, но с увеличением периода использования пашни темпы потерь обычно снижаются. Основными причинами дегумификации чернозёмов являются: усиленная минерализация гумуса вследствие интенсивной обработки и применения минеральных удобрений, сокращение поступления органического вещества в пахотные почвы как в виде корневых и пожнивных остатков, так и органических удобрений, расход органического вещества на формирование урожая и др.

В исследованных чернозёмах снижение общего содержания гумуса не сопровождается уменьшением мощности гумусовых горизонтов. Для сохранения высокого плодородия чернозёмов и положительного баланса гумуса в них требуется регулярное ежегодное поступление органического вещества.

Изменение общего содержания гумуса сопровождается изменением структуры и качества гумусовых веществ. Анализ фракционно-группового состава гумуса предусматривает разделение гумуса на группы гуминовых кислот (ГК), фульвокислот (ФК) и негидролизуемого остатка с последующим разделением ГК и ФК на фракции по формам их связи с минеральной частью почвы [6].

Изучение фракционно-группового состава гумуса показало, что как для целинных, так и для пахотных чернозёмов характерен гуматный

1. Агрохимические свойства чернозёмов обыкновенных карбонатных (североприазовских)

Глубина, см	pH	Гумус, %	N – NO <sub>3</sub> , мг/кг	N-NH <sub>4</sub> , мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг
Целина						
0–20	6,5	6,4	14	–	22	420
20–40	7,2	4,5	18	–	14	310
Пашня						
0–20	7,3	4,0	31	2,7	26,3	411
20–40	7,6	3,7	23	2,5	15,1	346
40–60	7,9	2,8	15	2,1	6,0	283

2. Групповой и фракционный состав гумуса чернозёмов обыкновенных карбонатных (североприазовских) (% от общ.)

Глубина, см	Собщ., %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Сгк Сфк	НО
		1	2	3	Σ	1a	1	2	3	Σ		
Целина [2]												
0–20	3,8	0,9	22,9	14,7	38,5	1,0	1,1	12,1	6,5	20,7	1,9	40,8
20–40	2,6	1,2	24,1	9,4	34,7	2,1	0,6	13,3	5,9	21,9	1,6	43,4
40–60		2,7	27,1	7,2	30,0	3,1	3,4	16,2	7,4	30,1	1,2	35,4
Пашня												
0–20	2,26	2,3	30,5	13,6	46,4	1,9	5,7	6,7	4,1	18,4	2,52	35,2
20–40	2,11	1,8	29,9	12,2	43,9	2,2	3,6	8,2	4,6	18,6	2,36	37,5
40–60	1,56	2,4	32,4	13,4	48,2	2,9	4,0	8,1	5,3	20,3	2,37	31,5

3. Биологическая активность пахотных чернозёмов обыкновенных карбонатных (североприазовских)

Глубина, см	Каталаза, мл O <sub>2</sub> /мин			Инвертаза, мг глюкозы / 1 г / 24 ч		
	m	s	v	m	s	v
0–20	11,7	2,1	38,8%	18,84	1,02	5,5%
20–40	11,2	1,9	32,3%	15,81	1,51	9,5%
40–60	9,4	1,8	32,5%	9,54	3,02	31,7%

Примечание: m – среднее значение; s – среднее квадратическое отклонение; v – варибельность признака

тип гумуса, отношение Сгк : Сфк в верхних слоях пахотной почвы составляет 2,44–2,55, немного уменьшаясь в слое 40–60 см: 2,16–2,48 (в таблице 2 приведены средние значения). По сравнению с целинными аналогами в пахотных почвах на фоне потери запасов углерода наблюдается повышение содержания гуминовых и уменьшение содержания фульвокислот, как следствие – расширение соотношения Сгк : Сфк.

Степень гумификации органического вещества исследованных почв очень высокая, что характерно для всех чернозёмов. Следует отметить высокое содержание негидролизуемого остатка. Возможно, это связано с климатическими условиями, при которых низкая влажность воздуха и высокие летние температуры обуславливают глубокую дегидратацию твёрдой фазы почвы и соответственно повышение прочности связи гуминовых веществ с минеральными компонентами. Помимо высокого содержания негидролизуемого остатка это объясняет и пониженное количество фульвокислот. Для всех фракций фульвокислот характерно увеличение их содержания с глубиной, что говорит об их высокой миграционной способности. При длительном сельскохозяйственном использовании почв отмечается снижение величины негидролизуемого остатка: 35,4–43,4% в целинных почвах, 31,5–37,5% – на пашне.

Гуминовые кислоты являются наиболее устойчивой фракцией гумуса. В их составе преобладает фракция, связанная с кальцием, что, естественно, объясняется насыщенностью почв этим элементом в связи с наличием карбонатов. Количество органических веществ, переходящих в кислую и непосредственно щелочную вытяжки (без предварительного декальцирования) невелико, хотя и

имеет тенденцию к увеличению в пахотных почвах по сравнению с целиной. Это свидетельствует об увеличении миграционной способности гумусовых веществ при распашке.

Таким образом, при распашке чернозёмов происходит снижение содержания гумуса и его частичная трансформация из прочносвязанного состояния в более активные формы.

Почвенные ферменты катализируют процессы синтеза и минерализации органического вещества. Нами было проведено исследование уровня ферментативной активности каталазы и инвертазы как наиболее чувствительных и в то же время наименее варьирующих показателей биологической активности почв [7]. Каталаза разрушает перекись водорода, образующуюся в процессе дыхания растений и в результате биохимических реакций окисления органических веществ, её активность косвенно свидетельствует об интенсивности окислительной деструкции органического вещества почвы. Инвертаза осуществляет гидролитическое расщепление сахарозы и её производных, содержащихся в органическом веществе почв.

Как видно по таблице 3, интенсивность действия ферментов вниз по профилю закономерно снижается. Активность инвертазы в слое 0–20 см по шкале сравнительной оценки биологической активности почв [8] характеризуется как высокая, пределы колебания находятся в интервале от 17,7 до 20,3 мг глюкозы / 1 г почвы за 24 часа. В слое 40–60 см активность инвертазы по этой шкале варьирует от слабой до средней (4,7–12,2 мг глюкозы / 1 г / 24 часа).

Активность каталазы в пахотном горизонте изменяется от средней до высокой, показатели

каталазной активности в слое 0–20 см варьируют от 9,0 до 16,0 мл  $O_2$  за 1 минуту.

Проведённый корреляционный анализ выявил довольно сильную положительную связь между содержанием гумуса и активностью инвертазы ( $r = 0,88$ ). Между содержанием гумуса и активностью каталазы связь гораздо слабее ( $r = 0,54$ ).

**Выводы.** Антропогенное воздействие приводит к существенным изменениям в гумусном режиме почвы. Так, при длительном сельскохозяйственном использовании почв происходит снижение содержания гумуса, что, в свою очередь, сказывается на его качественном составе.

Фракционно-групповой состав гумуса исследованных чернозёмов обыкновенных (североприазовских) характеризуется высоким содержанием гумусовых веществ, связанных с кальцием, низким процентом органических веществ, переходящих в кислую вытяжку, и высокими значениями углерода негидролизующего остатка.

При сельскохозяйственном использовании чернозёмов происходит частичная трансформация

гумуса из прочносвязанного состояния в более активные формы.

Пахотный горизонт характеризуется высокой активностью инвертазы и каталазы, вниз по профилю активность ферментов снижается до средней и слабой. Сильная положительная связь выявлена между содержанием гумуса и активностью инвертазы ( $r = 0,88$ ).

### Литература

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л., 1980. 288 с.
2. Безуглова О.С. Гумусное состояние почв юга России. Ростов-на-Дону, 2001. 228 с.
3. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во Московского университета, 1990. 326 с.
4. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 гг. Ростов-на-Дону, 2013. Ч. 1. 240 с.
5. Орлов Д.С. Органическое вещество почв России // Почвоведение. 1998. № 9. С. 1049–1057.
6. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 272 с.
7. Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван, 1974. Вып. 8. 275 с.
8. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых её показателей // Почвоведение. 1978. № 6. С. 48–54.