

ГУМУС И АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Борис Максимович Кленов

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 8/2, доктор биологических наук, старший научный сотрудник; Сибирский государственный университет геосистем и технологий, профессор кафедры экологии и природопользования, тел. (913)956-19-88, e-mail: kbm1825@ngs.ru

Аналитический обзор собственных и литературных материалов по проблеме реакции гумуса на различные антропогенные воздействия. Показано усиленное окисление гумуса в результате распашки почв, а также возрастание потерь гумуса при орошении почв. Приведены примеры взаимодействия гумуса с некоторыми удобрениями и пестицидами. Рассмотрены вопросы видоизменения гумуса при загрязнении почвы нефтью, а также при лесных пожарах.

Ключевые слова: гумус, антропогенные воздействия, распашка почв, окисление, орошение, удобрения, загрязнение почв, лесные пожары.

HUMUS AND HUMAN IMPACT

Boris M. Klenov

Institute of Soil Science and Agrochemistry of SB RAS, 630099, Russia, Novosibirsk, 18 Sovietskaya St., leading researcher; Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St, professor, tel. (383)222-76-36, e-mail: kbm1825@ngs.ru

Analytical review of own and literature data on problem of response of humus at different human impact. It was shown the acceleration of humus oxidation at soil development as well as increase in humus losses on soil irrigation. The examples were considered concerning interaction of humus with some fertilizers and pesticides. The problems were considered concerning humus modification at oil pollution of humus and forest fires.

Key words: humus, human impact, soil ploughing, oxidation, irrigation, fertilizers, soil pollution, forest fires.

Известно, что антропогенное воздействие на почву - многоплановое явление. Это - распашка земель и как следствие ее усиление водной и ветровой эрозии, вырубка лесов, пожары, добыча полезных ископаемых, изъятие земель под строительство, ненормированное применение минеральных удобрений, ненормированное орошение или осушение почв, применение для орошения почв неудовлетворительно очищенных вод стока промышленных и сельскохозяйственных предприятий, выбросы промышленных предприятий, кислотные дожди, нефтяные разливы, поступление в почву тяжелых металлов, детергентов, пестицидов и др. Одним из сильно уязвимых компонентов почвы является гумус, многие механизмы реагирования которого на различные антропогенные воздействия остаются невыясненными. Самый древний и более всего изученный антропогенный пресс на почву – это её распашка и длительное использование в земледельческой практике. В этом случае механизмы, которые управляют по-

терей гумуса при использовании почв, представляются яснее всего, поскольку вопросы биологического круговорота изучены довольно обстоятельно. При обработке почвы потеря гумуса связана с его повышенным окислением, что по существу и представляет собой биологические потери гумуса. При развитии эрозионных процессов к биологическим потерям гумуса добавляются эрозионные. Причина эрозионных потерь заключается в эрозионной опасности территории, которая проявляется в расчлененности рельефа. Достаточно ярким примером эрозионно опасной территории в Западной Сибири является Приобское плато и Присалаирская дренированная равнина [4]. Здесь в отсутствии эрозии потери гумуса составляют 20-25% примерно за 100-летний период земледельческой практики, на эрозионно опасных участках они достигают 30-40%.

Значительно сложнее ситуация в почвах, находящихся под влиянием орошения. Гумусовый статус в этом случае определяют не только процессы окисления и эрозии, но и свойства поливной воды, нормы ее расхода и нередко проявляющаяся ирригационная эрозия. Потери гумуса могут возрасти значительно при введении орошения. На примере выщелоченных черноземов Приобья можно отметить, что орошаемое земледелие является более деструктивным фактором по отношению к гумусу, нежели неорошаемое. На орошаемых участках за столетие, в течение которого почва была под влиянием орошения 30 лет, потери гумуса составили 40%, тогда как на орошаемых около 25%. Следует отметить, что не только нерегулярное применение органических удобрений послужило одной из причин падения плодородия выщелоченных черноземов. Представляется, что основная причина заключается в том, что на орошаемых участках значительно проявляется ирригационная эрозия, чему способствует слабая водопроницаемость почв и наличие микрозападин в рельефе. Кроме того, в случае поливных вод, обладающих щелочной реакцией и, следовательно, способностью в той или иной мере растворять гумусовые вещества, может иметь место также потеря гумуса.

При земледельческой практике воздействие на гумус оказывают также и минеральные удобрения. Общеизвестные издавна применяемые минеральные удобрения, которые должны вноситься в почву только с учетом потребностей в них растений, могут оказываться при ненормированном внесении или загрязнителями почв, или разрушителями её органического вещества. Взаимодействие минеральных удобрений с гумусовыми компонентами также неоднозначно, что зависит от природы минерального удобрения как минеральной соли. Например, селитры – нейтральные соли безопасны при нормированном внесении. Вместе с тем мочевины (карбамид аммония) при щелочной реакции вызывает потерю гумусовых кислот в виде водно-растворимых солей, в случае же нитрификации ее в кислой среде потери гумусовых кислот не происходят. Цианамид кальция, как правило, содержащий в значительном количестве примесь СаО и образующий при гидролизе гидроксид кальция, создает в почве щелочную реакцию и растворяет гумусовые кислоты. Аналогичное действие оказывает также другая гидролитически щелочная соль – нитрат аммония. Однако хлорид и сульфат аммония как гидролитически кислые соли и физиологически кислые

удобрения с гумусовыми кислотами не взаимодействуют и не вызывают негативных последствий, но при ненормированном внесении происходит их физическая сорбция и загрязнение органоминеральных коллоидов. Ненормированное внесение калийной соли приводит к вытеснению калием кальция из гумусовых кислот, образующиеся при этом их калиевые соли как соли щелочного металла способны мигрировать за пределы гумусового профиля. Что касается фосфорных удобрений, то гумусовые кислоты устойчивы к их действию, т.к. Са растворимых их форм вступает в гумусовую часть ППК, обуславливая стабилизацию гумусовых кислот. Так, CaCO_3 , служащий для известкования кислых почв, вытесняет водород из карбоксильной и фенолгидроксильной групп гумусовых кислот по обменному типу. При известковании устраняется не только обменная и значительная часть гидролитической кислотности, но и не повреждается гумусовая часть почвы. Таким образом, известкование представляет собой экологически безопасный прием. При другом мелиоративном приеме, гипсовании солонцовых почв, как и при известковании кислых, кальций гипса в данном случае, замещает по обменному типу натрий в карбоксильных и гидроксильных группах подвижных (свободных) форм гумусовых кислот, образуя комплексные гетерополярные соли и пополняя при этом фонд кальциевых солей гумусовых кислот. По реакции обмена образуется сульфат натрия – гидролитически нейтральная соль, к которой гумусовые вещества индифферентны. Таким образом, гипсование по отношению к гумусовой части почв также представляет собой экологически безопасный прием. Подробнее механизмы взаимодействия удобрений и мелиорантов с гумусовыми кислотами приведены были ранее [2].

Актуальной остается проблема загрязнения почв пестицидами вследствие их взаимодействия с гумусовыми веществами. Дело в том, что по своей природе большинство пестицидов, имеющих в своем строении бензольное кольцо, обладает сродством с гумусовыми кислотами. И в тех и других соединениях имеются функциональные группы, которые в значительной степени обуславливают их взаимодействие. Имеет место также сорбция пестицидов гумусовыми кислотами и образование соединений по типу катионного обмена между пестицидами и гумусовыми веществами [6]. Так или иначе, но за счет сродства эти соединения могут «встраиваться в структуру друг друга». Поэтому общеизвестное медленное разложение пестицидов в почве объясняется не только биологической их устойчивостью, но и способностью образовывать устойчивые к разложению комплексы с гумусовыми кислотами.

Следует также остановиться на загрязнении гумусовых веществ в процессе деятельности человека, не связанной с земледелием. Известно, что в районах добычи и транспортировки нефти загрязняются большие территории. При этом в почву поступают органические вещества, отличные по происхождению и свойствам от органического вещества почв. Основными отличительными особенностями соединений нефти является их предельная ненасыщенность и гидрофобность. Происходящие при нефтяном загрязнении трансформационные и миграционные процессы поступивших в почву органических веществ из-

меняют физико-химические и биологические свойства почв. Именно за счет органической природы нефтяных соединений особый интерес представляет изучение их влияния на органическое вещество почвы. Установлено, что в процессе трансформации нефтяных соединений в почве наблюдалась тенденция накопления ароматических конденсированных углеводородов с более высокой степенью водородной насыщенности [1]. Кроме того, нефтяное загрязнение приводит и к изменению группового и фракционного состава гумуса, в частности, к увеличению количества гуминовых кислот. Такие изменения в составе органического вещества можно было бы оценивать как улучшение гумусного состояния почв. Однако это изменение вызвано не формированием гумусовых веществ, а переходом в эти фракции соединений нефти, поэтому нельзя отождествлять органическое вещество, его групповой и фракционный состав в фоновых и нефтезагрязненных почвах. В последних образуются углеводородно-гуминовые ассоциаты, прочно адсорбированные твердой фазой почвы. Образование таких ассоциатов подтверждается увеличением коэффициентов экстинкции гуминовых кислот нефтезагрязненных почв и увеличением выхода среднемолекулярных фракций по сравнению с фоновыми почвами.

В последние два десятилетия в литературе стали обращать усиленное внимание на такой фактор как лесные пожары, которые, как известно, имеют естественное и антропогенное происхождение. При пожарах сильной интенсивности почва впадает в анабиоз в связи с полной гибелью биоты и сгоранием гумуса. При слабой и средней интенсивности биота частично сохраняется и может восстановиться в течение нескольких десятилетий, но гумусовая её часть становится полностью инертной в связи с утерей боковых активных групп в составе гумусовых кислот соединений [6]. Окисление органического вещества почв при лесных пожарах протекает ускоренно при высоких температурах и, как правило, при недостатке кислорода. Изменения свойств почв, видимо, зависят от интенсивности лесных пожаров, но изменения структуры органической части протекают в любом случае. В частности, снижение азотного уровня почв, т.е. повышение олиготрофности почв в отношении азота показано на примере низовых пожаров [3]. Потеря части функциональных групп приводит к изменению коллоидно-химических свойств «пироморфных» гумусовых кислот – к снижению катионо-обменной способности и физиологической активности [5]. Биологические потери гумуса из почв, естественно, процесс негативный, но он представляется менее серьезным экологическим бедствием, чем эрозионные потери и чем негативные изменения в структуре его компонентов. Плодородие почв прежде всего определяется не столько количеством гумуса, сколько его качеством и структурой основных компонентов. Снижение катионообменных свойств, например, - более опасное явление, нежели снижение количества гумуса, поскольку при этом происходит превращение гумусовых кислот в инертные формы, т.е. их диагенез.

Таким образом, вышеприведенные далеко не все примеры показывают, что гумусовая часть почвы как сложная система природных полимеров кислотной природы по-разному реагирует на различные антропогенные факторы

и при решении экологических задач прогнозного характера необходимо принимать во внимание как природу гумуса, так и особенности типов антропогенного пресса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние нефтяного загрязнения на свойства органического вещества серо-бурых почв / Е. А. Бочарникова, Я .М. Амосова // Проблемы антропогенного загрязнения. Междунар. конф. (Москва, 16-21 июня 1997), М.: 1997. С. - 135-137.
2. Кленов Б. М. Устойчивость гумуса автоморфных почв Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. – 176 с.
- 3 Сорокин Н.Д., Евграфова С.Ю., И.Д. Гродницкая. Влияние низовых пожаров на биологическую активность криогенных почв Севера Сибири // Почвоведение. 2000. - № 3. – С. -15-319.
4. Танащенко А.А., Путилин А.Ф. Экологические аспекты проблемы эрозии почв // Сибирский экологический журнал. 1994. - Т. 1. - № 1. - С. 85-194.
5. Особенности современных процессов трансформации органического вещества и его экологический потенциал в антропогенно преобразованных почвах / С. Н. Чуков // Проблемы антропогенного почвообразования. – М., 1997. – Т. 3. – С. 119-123.
6. Almendros G., Gonzalez-Vila F.J. Wildfires, soil carbon balance and resilient organic matter in Mediterranean ecosystems. A review. // Spanish J. Soil Sci. - 2012. V. 2. - N 2. P. - 8-33.

© Б. М. Кленов, 2016