

## ЛАБИЛЬНЫЕ ГУМИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА В ПОЧВАХ ПОЙМЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕРУССКОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Л. А. Яблонских

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 5 июля 2013 г.

**Аннотация:** Исследовано содержание лабильных гуминовых веществ в органическом веществе аллювиальных почв пойменных ландшафтов Среднерусского Черноземья. Показана зависимость соотношения лабильной и инертной части гумуса от факторов гумусообразования.

**Ключевые слова:** аллювиальные почвы, гуминовые вещества, лабильный и инертный гумус, фракция, соотношение.

**Abstract:** There is a study of the content of labile humic substances in organic matter of alluvial soils in floodplain landscapes of the Srednerusskoye Chernozem'ye. It is shown that ratio of labile and inert parts of humus depends on humification factors.

**Key words:** alluvial soils, humic substances, labile and inert humus, fraction ratio.

Исследования количественного соотношения лабильной и инертной (пассивной) части гумуса в аллювиальных почвах в разной экологической обстановке позволяют дать оценку возможной динамике содержания гумуса и его устойчивости к воздействию неблагоприятных природных и антропогенных факторов, выяснить механизмы потерь гумуса в меняющихся условиях окружающей среды. Известно, что в составе гумуса наиболее динамичной и легко поддающейся деструкции является первая фракция гумусовых веществ, включающая «свободные» гуминовые кислоты и фульвокислоты фракций 1a + 1.

В неодинаковых биоэкологических условиях соотношение лабильного и пассивного гумуса находится на разных количественных уровнях в зависимости от степени проявления действия таких факторов, как гранулометрический и связанный с ним минералогический состав, гидроморфизм, засоление и наличие обменного натрия и другие.

### Соотношение лабильной и инертной фракций гумусовых веществ в почвах разного гранулометрического состава

В силу особенностей развития почвенных процессов, гумусообразования и закрепления гумусовых веществ в почвах на породах разного гранулометрического состава большой интерес пред-

ставляет исследование количественного соотношения лабильного и пассивного гумуса аллювиальных песчаных, супесчаных, суглинистых и глинистых почв. С этих позиций аллювиальные почвы Среднерусского Черноземья изучены совершенно недостаточно. Лишь в последнее время появились работы, освещающие соотношение лабильных и пассивных фракций в почвах легкого гранулометрического состава пойм и надпойменных террас Среднерусской лесостепи [1-3].

Задача нашего исследования заключается в анализе изменений количественного соотношения указанных фракций аллювиальных типов почв легкого и тяжелого гранулометрического состава (песчаных, супесчаных, суглинистых и глинистых). Результаты обработки данных, характеризующие колебания содержания фракций гумусовых кислот и отношения в них фракций гуминовых кислот к фульвокислотам показывают, что наиболее четко зависимость содержания и соотношения лабильной и инертной фракций гумусовых веществ от гранулометрического состава прослеживается в автоморфных аллювиальных дерновых почвах. В других типах она осложняется влиянием гидроморфизма, засоления и осолонцевания. Однако влияние этих факторов проявляется в разной степени.

Для аллювиальных песчаных и супесчаных почв с содержанием физической глины от 7 до 12 %

характерно максимальное количество лабильной фракции, которое колеблется в пределах 25-55 % от общего углерода. В составе лабильной фракции гумуса резко преобладают фульвокислоты над «свободными» гуминовыми кислотами и отношение ГК-1:ФК-1 составляет в среднем 0,2-0,4 с отклонениями до 0,1-0,6. В инертной фракции главную роль играет негидролизующий остаток, на долю которого приходится в среднем 34-45 % с отклонениями до 24-29 и 46-48 %. Второе место занимает фракция гумусовых кислот, прочно связанных с  $R_2O_3$  и глинистыми минералами (7-26 %). В ней также преобладают фульвокислоты с отношением ГК-3:ФК-3 от 0,1 до 0,8. Гумусовые кислоты, связанные с кальцием, играют небольшую роль. Их количество колеблется в пределах от 3 до 18 %, а отношение ГК-2:ФК-2 равно с средним 0,3-0,7.

Таким образом, в песчаных и супесчаных аллювиальных почвах доминируют лабильные гумусовые кислоты и негидролизующий остаток. Значительно меньшую роль играют гумусовые кислоты, связанные с кальцием и глинистыми минералами. В гумусовых кислотах резко преобладают фульвокислоты и отношение Сгк:Сфк в целом находится в пределах 0,2-0,5.

Аллювиальные легкосуглинистые почвы с содержанием физической глины от 18 до 28 %, близки к супесчаным по количеству и соотношению лабильной и инертной фракции гумусовых веществ. Около половины гумуса приходится на долю негидролизующего остатка. В гумусовых кислотах среднее содержание лабильной фракции несколько меньше, чем в песчаных и супесчаных почвах и колеблется в пределах 10-44 %. Отношение ГК-1:ФК-1 равно в среднем 0,1-0,5. Содержание гумусовых кислот, связанных с кальцием, возрастает до 11-34 % от общего углерода, а гумусовых кислот третьей фракции составляет 7-18 %. Однако гумусовые кислоты второй фракции существенно отличаются от песчаных и супесчаных почв расширением отношения ГК-2:ФК-2 в них. Оно в большинстве случаев превышает единицу и лишь в подгумусовой части профиля (в слое 70-120 см) равно 0,4-0,5. Исключение составляют погребенные гумусовые горизонты, где это отношение может достигать 2,5.

При некотором уменьшении содержания гумусовых кислот третьей фракции отношение ГК-3:ФК-3 в ней расширяется и составляет 0,4-1,2, а в погребенных гумусовых горизонтах – 2,3. В целом отношение Сгк:Сфк в верхней части гу-

мусового горизонта равно 0,7-1,7, а глубже уменьшается до 0,2-0,4.

Итак, в связи с неблагоприятным минералогическим составом песчаных и супесчаных почв (абсолютное преобладание кварца среди первичных минералов, низкое содержание глинистых минералов с большой примесью тонкодисперсного кварца) и преобладанием мелкопесчаной фракции в гранулометрическом составе в них слабо развито гумусонакопление, а гумус отличается повышенным отношением лабильной фракции к инертной. В составе лабильных гумусовых кислот резко преобладают наиболее растворимые фракции фульвокислот 1а и 1, что сильно снижает устойчивость гумуса, способствует его вымыванию из гумусового горизонта и деструкции.

Благоприятные условия для развития гумусообразования и закрепления гумуса складываются в аллювиальных почвах на суглинистых и глинистых отложениях. Для автоморфных аллювиальных дерновых насыщенных тяжелосуглинистых и легкосуглинистых почв характерен фульватно-гуматный тип гумуса. Содержание лабильных фракций в равномерно прогумусированной толще мощностью более 1 м низкое (3,9-8,3% от  $C_{общ.}$ ), отношение ГК-1:ФК-1 по профилю колеблется по минимальным величинам от 0,11 до 0,22, по максимальным – 0,15 до 0,31, что свидетельствует о резком преобладании фульвокислот в лабильной фракции гумусовых кислот. В инертной части гумусовых кислот доминируют гумусовые кислоты второй фракции (28-33% от  $C_{общ.}$ ), содержание прочно связанных гумусовых кислот находится в пределах 20-27 %. В этих фракциях гуминовые кислоты играют основную роль, а отношение ГК-2:ФК-2 находится в пределах 1,2-3,0, увеличиваясь в погребенных гумусовых слоях до 3,5, ГК-3:ФК-3 равно 1,1-2,1 с небольшими отклонениями до 0,9-2,7. Отношение Сгк:Сфк в группе гумусовых кислот в целом составляет 1,2-1,8.

Таким образом, гумус автоморфных аллювиальных насыщенных тяжелосуглинистых почв характеризуется наименьшим содержанием лабильных фракций, тогда как на долю инертной части его, включающей связанные с кальцием и прочно связанные с  $R_2O_3$  и глинистыми минералами гумусовые кислоты, а также негидролизующий остаток, приходится 92-96 % всего органического вещества. Естественно, что гумус такого состава устойчив и мало поддается деструкции. Высокая устойчивость органических веществ аллювиаль-

ных дерновых насыщенных почв тяжелого гранулометрического состава обусловлена не только большим содержанием физической глины и ила, но и благоприятными физико-химическими свойствами, в частности, насыщенностью почвенного поглощающего комплекса обменным кальцием, а также нейтральной и слабощелочной реакцией. Все это создает благоприятные условия для развития гуматного гумусообразования и закрепления гумуса в почвенном профиле значительной мощности. Обращает на себя внимание и то обстоятельство, что количественное соотношение лабильных и инертных фракций и состав гумуса характеризуются показателями, мало меняющимися до глубины 1 м и более.

#### **Влияние гидроморфизма на содержание лабильной и пассивной фракций гумуса**

На стадии гидроморфных аллювиальных луговых насыщенных почв проявляется в большей мере на качественном составе и слабее на количественном их соотношении. Это прослеживается на примере собственно аллювиальных луговых насыщенных легкоглинистых и тяжелосуглинистых почв. Содержание лабильной фракции гумуса находится в них на уровне, лишь немного превышающем таковое в автоморфных аллювиальных дерновых насыщенных почвах того же гранулометрического состава, и колеблется от 4 до 21 %. Максимальные величины этого показателя обычно приурочены к горизонтам ВС и С с облегченным гранулометрическим составом или к слою дернины на сенокосах и многолетних травах, в котором накапливается свежееобразованный перегной. В остальных случаях содержание лабильной фракции колеблется от 7 до 15 % в глееватых и от 4 до 9 % в глеевых почвах.

Отличие аллювиальных луговых от дерновых почв заключается в большей гуматности гумусовых кислот. В лабильной фракции отношение ГК-1 : ФК-1 в гумусовом горизонте равно 0,13-0,86 (в дерновых почвах 0,11-0,31). В составе инертной части гумуса количество гумусовых кислот второй фракции колеблется в пределах 23-60, третьей – 11-24 и гумина – 30-50 % к  $C_{\text{общ.}}$ . Для инертной части гумуса отношение ГК-2 : ФК-2 = 2,8-5,2 (в дерновых почвах 1,2-3,0) и ГК-3 : ФК-3 = 1,6-2,7 (1,1-1,8 в дерновых). Отношение группы гуминовых кислот к группе фульвокислот в гумусовом горизонте луговых почв шире (Сгк : Сфк = 1,8-2,5), чем в дерновых (1,2-1,8). Однако в глееватых го-

ризонтах оно уменьшается до 0,4-1,8, тогда как в дерновых автоморфных почвах такого изменения с глубиной не происходит.

На стадии собственно аллювиальных лугово-болотных насыщенных легкоглинистых и тяжелосуглинистых почв содержание лабильной фракции гумуса остается низким (5-12 % от  $C_{\text{общ.}}$ ), а в ее составе резко преобладают фульвокислоты (ГК-1 : ФК-1 = 0,1-0,4). Инертная часть гумуса имеет такой состав: 6-18 % гумусовых кислот, связанных с кальцием, 18-37 % прочно связанных с  $R_2O_3$  и глинистыми минералами, 44-69 % гумина.

Значительное увеличение содержания лабильной фракции гумуса происходит при оторфовывании аллювиальных лугово-болотных почв. Количество ее достигает 21-25 % к  $C_{\text{общ.}}$ , а в ее составе преобладают гуминовые кислоты (ГК-1 : ФК-1 = 2,2-3,5) и только в глеевом горизонте – фульвокислоты (ГК-1 : ФК-1 меньше 0,2). В инертной фракции мало гумусовых кислот связанных с кальцием (8-12 %), и в них преобладают фульвокислоты, тогда как в прочно связанных гумусовых кислотах (17-18 % к  $C_{\text{общ.}}$ ) – гуминовые кислоты (ГК-3 : ФК-3 = 4,4-8,7). Негидролизуемый остаток содержится в большом количестве (45-63 % к  $C_{\text{общ.}}$ ).

#### **Соотношение лабильной и инертной фракций гумуса в аллювиальных засоленных и солонцовых почвах**

Аллювиальные луговые насыщенные тяжелосуглинистые и легкоглинистые почвы слабо- и средnezасоленные характеризуются низким содержанием лабильных гумусовых кислот (2,3-8,3 % к  $C_{\text{общ.}}$ ), в составе которых резко преобладают фульвокислоты (ГК-1 : ФК-1 = 0,1-0,4). В гумусе отмечается наибольшее содержание (92-98 %) устойчивых фракций гумусовых веществ. В их составе количество гумина колеблется в пределах 40-52, гумусовых кислот второй фракции – 21-46 и третьей – 10-30 % от  $C_{\text{общ.}}$ .

Гумусовая фракция, связанная с кальцием, имеет отношение ГК-2 : ФК-2 = 1,4-5,3 в гумусовой части профиля. В глубоких сильно солонцеватых и оглеенных горизонтах оно резко уменьшается до 0,2-0,5. Прочно связанные гумусовые кислоты по своему содержанию заметно уступают второй фракции, а отношение ГК-3 : ФК-3 в них в среднем составляет 1,1-2,7, но в супесчаных и солонцеватых глубоких горизонтах оно уменьшается до 0,4-0,7.

Аллювиальные луговые карбонатные солонцы солончаковые средnezасоленные, имеющие высо-

кое содержание обменного натрия и магния, щелочную и сильно щелочную реакцию в большей части почвенного профиля, легкорастворимые соли в разных частях его и признаки оглеения в горизонтах В и С, существенно отличаются соотношением и составом лабильной и инертной фракций гумуса. По сравнению с собственно аллювиальными насыщенными, а также аллювиальными луговыми слабо- и средnezасоленными почвами в них значительно увеличивается роль лабильной фракции гумусовых веществ.

В надсолонцовом элювиально-гумусовом гор. АЕ суглинистого гранулометрического состава количество лабильной фракции равно 19, инертной – 81 %. В составе лабильной фракции отношение ГК-1 : ФК-1 = 0,5. В инертной фракции преобладает негидролизующий остаток (45 % к  $C_{\text{общ.}}$ ). Вторая фракция гумусовых веществ находится на втором месте (24 %) и третья составляет всего 12 %. Отношения ГК-2 : ФК-2 и ГК-3 : ФК-3 равны 5,7 и 1,1 соответственно.

Для солонцового горизонта В1Na с содержанием физической глины 51 %, обменного натрия 10 и магния – 23 мг-экв/100 г почвы и фульватно-гуматным типом гумуса отмечается снижение количества лабильной фракции с отношением ГК-1 : ФК-1 в ней 0,2-0,4 до 13 %. В составе инертной фракции доминируют гумусовые кислоты, связанные с кальцием, с отношением ГК-2 : ФК-2 = 1,9, на втором месте – гумусовые кислоты третьей фракции (ГК-3 : ФК-3-1,2). Фракция гумина составляет всего лишь 19 %.

Максимальное содержание лабильной фракции в гумусе (36-37 % к  $C_{\text{общ.}}$ ) с отношением ГК-1 : ФК-1 = 0,2-0,1 находится в слое 50-100 см. В нем содержание частиц <0,01 мм составляет 55-60 %, обменных натрия 13-10, магния 17-20 и кальция 13-17 мг-экв/100 г, тип гумуса фульватный (Сгк : Сфк = 0,2-0,3). Инертная часть гумуса отличается низким содержанием гумина (25-33 % к  $C_{\text{общ.}}$ ) и гумусовых кислот, связанных с кальцием (10-15 % к  $C_{\text{общ.}}$ ), в которых фульвокислоты резко преобладают над гуминовыми (ГК-2 : ФК-2 = 0,1-0,2). Содержание прочно связанных с  $R_2O_3$  и глинистыми минералами гумусовых кислот равно 20-24 %, а отношение ГК-3 : ФК-3 в них уменьшается с глубиной от 2,2 до 1,0.

Таким образом, количественное соотношение лабильной фракции и инертной, ее состав существенно отличаются в аллювиальных солонцах от несолонцеватых аллювиальных луговых почв:

- более высоким содержанием лабильной фракции гумусовых кислот в солонцовой части профиля и ее резко выраженным фульватным составом;
- пониженным содержанием гумина, фракции гумусовых кислот, связанной с кальцием, ее фульватным составом.

Содержание прочно связанных гумусовых кислот с  $R_2O_3$  и глиной в аллювиальных солонцах остается на уровне, близком к собственно аллювиальным луговым насыщенным почвам одинакового гранулометрического состава.

Из сопоставления всех этих показателей можно заключить, что под влиянием осолонцевания и большого содержания обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе (10-13 мг-экв/100 г) и в составе растворимых солей (6-7 мг-экв/100 г), а также магния существенно повышается лабильность гумусовых веществ, уменьшается количество гумусовых кислот второй фракции (с увеличением ее фульватности) и гумина. Это приводит к изменению количественного соотношения лабильной фракции и инертной части гумусовых веществ, а также их фульватности.

Таким образом, важным качественным показателем органического вещества почв является количественное соотношение лабильной и инертной фракции в нем, от которого зависит динамика гумусного состояния почв, устойчивость гумуса к воздействию природных и антропогенных факторов, скорость дегумификации почв под влиянием негативных факторов. Впервые проведенное исследование этого соотношения всего ряда аллювиальных типов почв разного гранулометрического состава и степени гидроморфизма, засоления и солонцеватости показало, что наибольшее влияние на него оказывает изменение гранулометрического состава. В ряду песчаных, супесчаных, легкосуглинистых почв отмечается максимальное содержание и наибольшая фульватность лабильной фракции гумуса. В автоморфных почвах с повышением глинистости существенно снижается количество лабильной фракции по всему профилю почв и увеличивается отношение ГК-2 : ФК-2 и ГК-3 : ФК-3 в гумусовых кислотах инертной фракции. Нарушение этой закономерности может быть вызвано в гидроморфных почвах при развитии оглеения, а также под влиянием обменного натрия и засоления с участием значительного количества натриевых солей. Эти факторы способствуют повышению содержания лабильной фрак-

ции, уменьшению – гуминов и гумусовых кислот, связанных с кальцием, а также деструкции гумуса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахтырцев Б. П. Пойменные почвы Окско-Донской равнины и их изменение при сельскохозяйственном использовании / Б. П. Ахтырцев, Л. А. Яблонских. – Воронеж : Издательство Воронежского государственного университета, 1993. – 213 с.

2. Яблонских Л. А. Органическое вещество аллювиальных дерновых насыщенных почв легкого гранулометрического состава Среднерусской лесостепи / Л. А. Яблонских // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. – 2000. – № 2. – С. 156-162.

3. Яблонских Л. А. Особенности состава органического вещества аллювиальных болотных почв / Л. А. Яблонских // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. – 2001. – № 2. – С. 178-181.

Яблонских Лидия Александровна  
доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473)2208-265, E-mail: [lidij-jblonskikh@yandex.ru](mailto:lidij-jblonskikh@yandex.ru)

Yablonskikh Lydia Aleksandrovna  
Doctor of Biology, Professor of the chair of ecology and land resources of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (473)2208-265, E-mail: [lidij-jblonskikh@yandex.ru](mailto:lidij-jblonskikh@yandex.ru)