

УДК 635.65.574-57581.5

DOI: 10.21779/2542-0321-2024-39-1-89–94

А.Р. Магомедкадиева, Х.М. Гамзатова

Групповой и фракционный анализ гумуса каштановых почв аридных территорий Дагестана

Дагестанский государственный университет; 367000, Россия, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 43а; halim.1980@mail.ru

Аннотация. В статье впервые приводятся результаты исследований группового и фракционного анализа каштановых почв в условиях поселка Шамхал города Махачкалы. Изучены морфологические, физико-химические свойства каштановых почв. Проведен анализ гумусного состояния почв.

Фракционный и групповой анализ органического вещества – гумуса, как одного из главных источников ее плодородия в аридных условиях, имеет важное значение. При этом использован экспресс-метод – М.М. Кононовой и Н.Б. Бельчиковой.

Определен запас гумуса, дана оценка содержания гумуса и лабильных органических веществ в почвах каштанового типа. Исследование лабильных гумусовых веществ в непосредственной и пирофосфатной вытяжках выявило существенные различия в генезисе органического вещества каштановых почв, формирующихся в условиях недостатка влаги и иссушения.

Состав гумуса по фракциям представлен в двух формах: лабильные и устойчивые, результаты анализа которых позволили выявить почвы с наиболее облигатной формой гумуса. Устойчивая форма незначительно подвержена разложению микроорганизмами, что позволяет сохраниться в почве в течение длительного времени.

Ключевые слова: гумус, плодородие, гуминовые кислоты, фульвокислоты, экспресс-метод, осаждение, каштановые почвы

Введение

Органическая часть почвы (гумус) – это высокомолекулярное азотсодержащее органическое соединение кислотной природы, включающее гуминовые кислоты, фульвокислоты и негидролизующий остаток (гумин).

Гуминовые кислоты (ГК) хорошо растворяются в щелочных растворах, менее растворимы в воде и практически не растворяются в кислотах. Окрашены в темно-коричневый, или темно-бурый цвет.

Гуминовая кислота по своему химическому составу устроена сложно и содержит ядро с радикалом. Ядро содержит ароматическое кольцо.

Периферийная часть гуминовой кислоты представлена цепями периферийных радикалов неароматического строения, состоящими из углеводных, аминокислотных и углеводородных компонентов.

Рыхлое строение гуминовых кислот стимулирует их способность к набуханию и адсорбции.

Ароматическое ядро гуминовых кислот обладает гидрофобными свойствами, а радикальная часть – гидрофильными. Их кислотные свойства, емкость поглощения и способность образовывать органоминеральные соединения напрямую зависят от наличия функциональной группы, являющейся ее важной составной частью.

Фульвокислоты (ФК) – это высокомолекулярные азотсодержащие органические

кислоты, отличающиеся от гуминовых кислот светлой окраской, более низким содержанием углерода, меньшей молекулярной массой, растворимостью в кислотах, большей гидрофильностью и способностью к кислотному гидролизу, комплексообразованию и миграции.

Строение ФК характеризуется принципиально однотипной природой с ГК: в их составе также имеются ароматические и гетероциклические кольца, аминокислотные, углеводные и углеводородные компоненты. Однако, в отличие от ГК, в ФК лучше выражена периферическая часть – доминируют алифатические структуры, что обуславливает большую гидрофильность ФК по сравнению с ГК.

Наряду с гуминовыми и фульвокислотами в групповом составе гумуса выделяют негидролизующий остаток, или гумин, который представляет собой совокупность ГК и ФК, прочно, но обратимо связанных между собой.

Гумусовые и ФК являются гетерогенными и полидисперсными, их можно разделить на ряд фракций, имеющих различную молекулярную массу, элементный и компонентный состав, но сохраняющих принцип строения и функциональные группы гумусовых кислот. Таким образом, наряду с групповым составом гумуса, включающим ГК, ФК и гумин, принято различать и фракционный. В составе гуминовых кислот выделяют три фракции:

фракция 1 – бурые гуминовые кислоты (свободные и непрочно связанные с полуторными оксидами);

фракция 2 – черные гуминовые кислоты, предположительно связанные с кальцием (гуматы кальция);

фракция 3 – ГК, прочно связанные с полуторными оксидами и почвенными минералами.

Наибольшую ценность представляет фракция ГК-2 (гуматы кальция), так как она играет важнейшую роль в образовании водопрочной структуры.

В составе ФК выделяют четыре фракции:

фракция 1а – свободные, так называемые «агрессивные», ФК;

фракция 1 – ФК, предположительно связанные с ГК фракции 1;

фракция 2 – ФК, предположительно связанные с ГК фракции 2;

фракция 3 – ФК, предположительно связанные с ГК фракции 3.

Помимо группового и фракционного состава гумуса органическое вещество почв подразделяют на лабильную (мобильную) и стабильную части, роль стабильной формы заключается в формировании почвенного плодородия.

Впервые фракционный метод исследования гумуса предложила В.В. Пономарева в 1955 году. Метод трудоемкий и длительный. Поэтому для фракционного анализа гумуса каштановых почв был пирофосфатный применен методом – определения группового состава гумуса по М.М. Кононовой и Н.Б. Бельчиковой.

Материал и методика

Материалом для изучения послужили каштановые почвы в окрестности города Махачкалы. Заложены почвенные разрезы по ключевым точкам, из верхних генетических горизонтов отобраны почвенные образцы для последующих аналитических работ в лаборатории кафедры агрохимии СПбГУ.

Исследования проводились в период с 2021 по 2023 г. на ключевых участках, расположенных в посёлке Шамхал, с географическими координатами участка разреза 1 – в 3 км от центра населенного пункта: 43°03'34" с. ш. 47°20'14" в. д. Высота над уров-

нем моря составляет 3 метра (рис. 1).

Почвенный разрез был заложен на выпасаемой территории, на участке развивается полынно-однолетне-злаковая растительность. Луговая растительность характеризуется наличием ксерофитной и эфемерной растительности (*Artemisia taurica*, *Artemisia austriaca*, *Bromus scoparius*, *Aegilops triuncialis*, *Aegilops cylindrica*, *Consolida regalis*, *Trifolium campestre*, *Allium atrovioleaceum*, *Medicago orbicularis*, *Herniaria incana*).



Рис. 1. Профиль каштановых почв и растительные участки

С генетических горизонтов отобраны почвенные образцы для последующих аналитических работ. Исследования по групповому и фракционному анализу почв проводились на кафедре агрохимии СПбГУ.



Рис. 2. Процесс осаждения и выпаривания в лаборатории агрохимии СПбГУ

Работы по исследованию гумуса почв выполнялись на кафедре агрохимии Санкт-Петербургского государственного университета под руководством доцента Орловой Е.Е. Для оценки группового и фракционного состава гумуса применялся экспресс-метод М.М. Кононовой и Н.Б. Бельчиковой.

Результаты и обсуждение

Профиль светло-каштановых почв слабо дифференцирован, карбонаты присутствуют по всему профилю и свидетельствуют о наличии солонцеватого процесса. Реакция почвы – слабощелочная, рН –8,2–8,4. (табл. 1). Запас гумуса составил 64 т/га [6].

Таблица 1. Описание каштановых почв

Морфологическое описание профиля		
Горизонт	pH	Описание
0–5 AJ1	8,2	средний суглинок, рыхлый, слабо уплотненный, горизонтальная слоистость, листовато-тонкоплитчатая структура, серовато-палевый, сухая, переход резкий по структуре
5–20 AJ2	8,3	горизонт очень плотный, серовато-палевый цвет, призматически-глыбистая структура, средний суглинок, переход ясный
20–45 BMK	8,5	не должно быть кутан, но здесь есть глинистые, коричнево-светло-бурый, вертикально-призматическая, плотный
45–65 SAT	8,7	максимум водорастворимых солей, 10–15 % белоглазки, мелко-крупно-призматическая структура, свежий, плотный, темно-палевый, тонкие глинистые кутаны, тяжёлый суглинок
65–87 BCnc	8,8	свежий, оливково-палевый, средний суглинок, структура плитчатая с тенденцией к горизонтальной делимости, плотный, редкие белоглазки и карбонатные прожилки, глинистые кутаны, тонкая пористость, включения дресвы и ракушек (5–7 мм), переход заметный, граница волнистая
87–100 Cca	8,7	влажный, буровато-оливково-палевый, средний суглинок, плитчатый, плотный, вскипает, есть карбонатные прожилки
Примечание: вскипает с глубины 30 см; до 60 см идут трещины, расстояние между ними примерно 10 см		
Почва: каштановая солонцеватая среднемелкая среднесуглинистая		

Результаты фракционного анализа гумуса показали, что профиль каштановых почв имеет постепенно убывающий характер вертикального распределения гумуса вниз по генетическим горизонтам. Незначительное колебание органического углерода, возможно, связано с некоторой антропогенной нагрузкой. Для светло-гумусового горизонта почв характерна слабая локализация органического вещества в верхнем слое (0–5 см). Количество органического вещества в этом горизонте довольно низкое до 2,5 %, что характерно для светло-каштановых почв (табл. 1). Есть основание полагать, что это связано с частичным освоением целинных каштановых почв и трансформацией их под разнотравной и древесно-кустарниковой растительностью.

Сравнительный анализ по содержанию в гумусе почв фракций ГК и ФК показал преобладание в гумусе фульвокислот по всему профилю. В целом по группам гуминовых кислот преобладает вторая фракция ГК, первая фракция ГК содержится в незначительном количестве. Закономерности распределения третьей фракции ГК находятся в соответствии с первой фракцией, с незначительным превышением. В группах фульвокислот в количественном отношении выделяются фракции 1 и 3, находящиеся в связях с соответствующими фракциями ГК и минеральными компонентами.

Большая часть ФК приурочена к минеральным горизонтам, в которых отмечаются наличие карбонатов и признаки солонцеватости.

Углерод ГК в распределении по профилю носит аккумулятивный тип, что обусловлено гидрофобной природой молекул ГК и, как следствие, их низкой миграционной способностью. Сумма фракций ФК, наоборот, увеличивается в минеральной толще по причине гидрофильности молекул ФК и их вымывания из верхних горизонтов (табл. 2).

Таблица 2. Анализ каштановых почв (пирофосфатным экспресс-методом

М.М. Кононовой и Н.Б. Бельчиковой)

Разрез	Горизонт, см	C _{орг} %	Гуминовые кислоты % от C _{общ}			ФК, % от C _{общ}	ГК, % от C _{общ}	НО, % от C _{общ}	Сгк; Сфк
			ГК1	ГК2	ГК3				
1	0–10	2,25	6,12	18,10	8,33	32,55	21,25	46,20	1,53
2	0–15	1,25	5,36	21,23	7,45	34,04	19,22	46,74	1,77
3	0–12	1,80	4,63	20,26	6,45	31,34	18,40	50,26	1,70

Исследуемые почвы каштанового типа характеризуются невысоким содержанием органического углерода, который не превышал 2,25 %. Самые низкие показатели отмечаются в почвах поселка Шамхал, расположенного в 15 км северо-западнее от города Махачкалы.

Оценка гумусного состояния почв показала, что исследуемые почвы имеют фульватно-гуматный тип гумуса, характерный для почв каштанового типа в пределах 1,53–1,77 %.

Заключение

Таким образом, анализ и формирование фракционно-группового состава гумуса каштановых почв протекает в сухостепных (аридных) климатических условиях, что определяет специфику количественного и качественного состава органического вещества. Характерной особенностью исследованных почв, сформированных на карбонатных породах, является невысокое содержание углерода в светло-гумусовых аккумулятивных горизонтах и постепенное его снижение с глубиной.

Результаты исследований органического вещества показали низкое содержание органического углерода и гумуса. Запас гумуса не превышал 70 т/га.

Отношение Сгк/Сфк в каштановых почвах равно 1,53–1,77, оно обуславливает фульватный тип гумуса. В светло-каштановых почвах это отношение снижено до 1,36–1,49. Длительное орошение этих почв привело к еще большему снижению показателей отношения Сгк/Сфк и свидетельствует о фульватно-гуматном типе гумуса, формирующемся в щелочной среде.

Литература

1. Семенов В.М., Козут Б.М. Почвенное органическое вещество. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
2. Окорков В.В. Влияние длительного применения удобрений на групповой состав органического вещества серых лесных почв ополья // Агрохимия. 2017. № 10. – С. 3–15.
3. Экологическая оценка трансформации состава и свойств дерново-палево-подзолистых почв под влиянием антропогенного фактора / С.В. Шульгина и др. // Почвоведение и агрохимия. 2017. № 2 (59). – С. 14–25.
4. Большаков А.Ф. Опыт мелиорации солончаковых солонцов северо-западной части Прикаспийской низменности // Труды Комплексной научной экспедиции по вопросам полезащитного лесоразведения. Т. 11, вып. 3. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 64–100.
5. Вальков В.Ф., Крыщенко В.С. Оглинивание в черноземах и каштановых почвах Северного Кавказа // Почвоведение. 1973. № 7. – С. 3–12.
6. Гамзатова Х.М. Бонитировка светло-каштановых почв города Махачкалы // Вестник ДГУ. Сер. 1: Естественные науки. 2023. Т. 38, вып. 3. – С. 104–111.

7. Глотова Т.В. Органическое вещество каштановых и лиманных почв засушливого юго-востока СССР // Почвоведение, 1956. № 6. – С. 45–58.
8. Ковда В.А. Почвы Прикаспийской низменности (северо-западной части). – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 255 с.
9. Кузьмина К.И. Сравнительное изучение методов определения качественного состава гумуса различных почв // Известия ТСХА. 1974. Вып. 5. – С. 79–87.
10. Залибеков З.Г. Почвы Дагестана: монография. – М., 2010. – С. 67–70.
11. Залибеков З.Г. Почвенное разнообразие и современные проблемы его изучения: монография. – М., 2006. – С. 27–36.
12. Истомина А.Г. К характеристике почв каштанового типа предгорной части Терско-Сулакской низменности: монография. – М., 1959. – С. 200–233.

Поступила в редакцию 10 января 2024 г.

Принята 10 февраля 2024 г.

UDC 635.65.574-57581.5

DOI: 10.21779/2542-0321-2024-39-1-89-94

Group and Fractional Analysis of Humus in Chestnut Soils in Arid Areas of Dagestan

A.R. Magomedkadiyeva, Kh.M. Gamzatova

Dagestan State University, 367000, Russia, Makhachkala, M. Gadzhiev st., 43a; xalim.1980@mail.ru

Abstract. The article presents the results of the research on group and fractional analysis of chestnut soils in the conditions of the village of Shamkhal in Makhachkala. The authors have studied the morphological, physicochemical properties of chestnut soils. The analysis of the humus state of soils was carried out.

Fractional and group analysis of organic matter – humus, as one of the main sources of its fertility in arid conditions, is important. In this case, the express method of Kononova and Belchikova was used.

The reserve of humus was determined, and the content of humus and labile organic substances in chestnut-type soils was assessed. The study of labile humic substances in direct and pyrophosphate extracts revealed significant differences in the genesis of organic matter in chestnut soils formed under conditions of lack of moisture and drying.

The composition of humus by fractions is presented in two forms: labile and stable, the results of the analysis of which allowed us to identify soils with the most obligate form of humus. The stable form is slightly susceptible to decomposition by microorganisms, which allows it to persist in the soil for a long time.

Keywords: humus, fertility, humic acids, fulvic acids, express method, sedimentation, chestnut soils.

Received 10 January, 2024

Accepted 10 February, 2024