

УДК 631.4

doi: 10.30766/2072-9081.2018.63.2.74-80

Характеристика микробоценоза горных почв Дидойской депрессии Республики Дагестан

Х.М. Гамзатова

ФГБОУ ВО «Дагестанский Государственный Университет», г. Махачкала, Республика Дагестан, Российская Федерация

Материалы о почвенном покрове горного Дагестана разрознены. До настоящего времени не проведена комплексная оценка биологического разнообразия горных почв по таким показателям, как степень гумусированности, численность и структура микробоценоза. Данная статья отражает результаты анализа количественной оценки микробоценоза в горных почвах (Mollic Leptosols Eutric) Дидойской депрессии Республики Дагестан. Исследования проведены на следующих типах почв, дифференцированных по высотным отметкам: горно-лесная олуговелая с признаками остепнения, горно-лесная бурая слабооподзоленная, горно-лесная олуговелая типичная, горно-лесная бурая оподзоленная, горно-луговая субальпийская, горно-луговая альпийская. В статье описываются характерные особенности почвенных бактерий и грибов в зависимости от высотных отметок. Выявлено разнообразие почвенных бактерий и грибов по их частоте встречаемости и обилию морфолого-культуральных типов (МКТ). Показана и определена минимальная и максимальная численность прокариот и микромицетов, которая варьирует в зависимости от места отбора почвенных образцов. На основании рассчитанной частоты встречаемости, выделены доминирующие МКТ, субдоминанты, часто встречающиеся, редкие, случайные. Согласно коэффициенту Серенсена, бактериоценозы, сформировавшиеся в почвах до высотной отметки 1450 м, достаточно сходны по своему качественному составу и структуре. Установлено, что с увеличением высоты расположения почвы численность прокариот снижается, а микромицетов – возрастает. Разнообразие бактерий и грибов расширяется в почвах, имеющих наибольшую высотную отметку. Показано, что в почвах, расположенных на высоте – 1450 м (высота первого разреза), а также на высоте – 2350 м (высота субальпийской почвы) формируются сходные по качественному составу бактериоценозы.

Ключевые слова: бактерии, грибы, морфолого-культуральные типы (МКТ), горные почвы (Mollic Leptosols Eutric), азот, углерод, pH среда

Почвенный покров Республики Дагестан характеризуется широким разнообразием, что связано с особенностями рельефа и климата. Изучение горных почв Дагестана, проведенное такими исследователями, как С.А. Захаров, С.В. Зонн, В.А. Ковда, З.Г. Залибеков, было направлено, в основном, на установление их физических и химических свойств [1, 2, 3, 4]. Вне поля зрения остались биологические особенности этих почв, в частности, состояние их микробоценоза. Также нет сведений о закономерностях изменения численности и разнообразия почвенной микрофлоры в зависимости от высотной зональности.

В представленной работе впервые дана характеристика микробоценоза почв одного из наименее изученных районов горного Дагестана – Дидойской депрессии. В проведенном исследовании грибы и бактерии выступали как элемент биологического разнообразия почв, что позволило связать их численность и разнообразие с растительным покровом, плодородием, а также климатом, которые менялись на разных высотных отметках.

Цель исследований – оценить численность и разнообразие почвенной микрофлоры основных типов почв Дидойской депрессии.

Материал и методы. Объектом исследования являются горные почвы (Mollic Leptosols

Eutric) Дидойской депрессии РД (рис. 1): 101 – горно-лесная олуговелая с признаками остепнения; 102 – горно-лесная бурая слабооподзоленная; 103 – горно-лесная олуговелая типичная, 104 – горно-лесная бурая оподзоленная; 105 – горно-луговая субальпийская; 106 – горно-луговая альпийская. Названия почв даны по классификации почв СССР 1977 года. Почвенные разрезы были заложены на высоте от 1450 м до 2350 м над уровнем моря (рис. 2). Исследования проводили в летний период 2013-2014 гг., с закладкой пробных площадок размером 10 м².

Для оценки численности и разнообразия бактерий и грибов из верхнего горизонта отбирали средний образец почвы весом 250-300 г в десяти прикопках на каждой пробной площадке. Отобранную почву высушивали на воздухе, предохраняя от воздействия прямых солнечных лучей.

Известно, что многие неспоровые бактерии плохо переносят высушивание и погибают. Грибы значительно лучше сохраняют свою жизнеспособность в таких условиях, хотя их численность и разнообразие сокращается. Для частичного восстановления численности и активности микрофлоры в высушенных образцах почву увлажняли стерильной водой до 20% влажности и инкубировали в термостате 7 суток при температуре 24°C. Для поддержа-

ния влажности на постоянном уровне в течение всего срока инкубации чашки с почвой еже-

дневно взвешивали, и потерю веса восполняли стерильной водой.

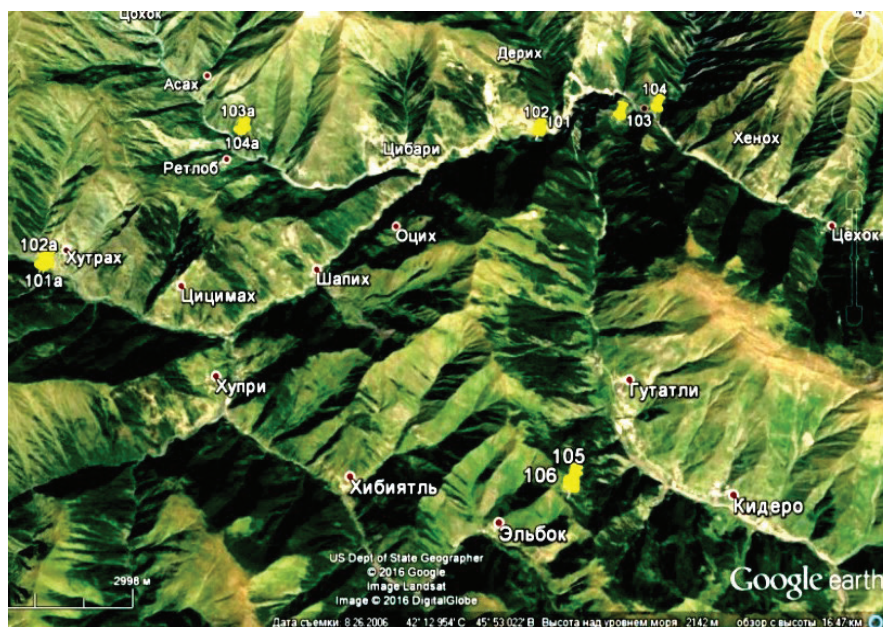


Рис. 1. Фрагмент Цунтинского района с обозначением точек почвенных разрезов

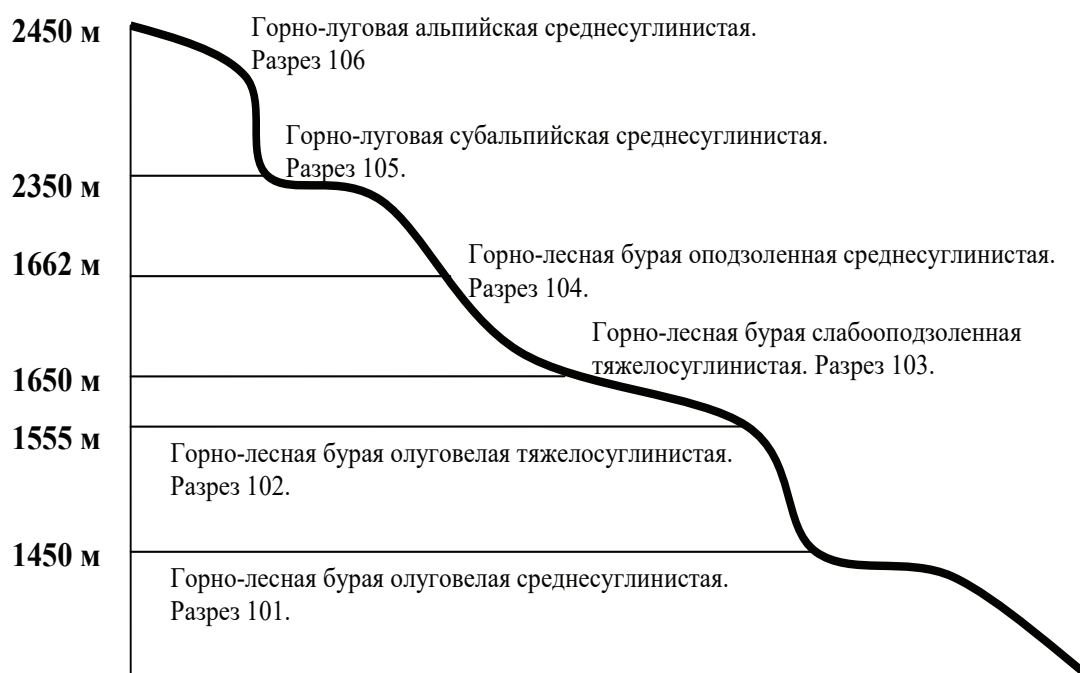


Рис. 2. Схема распределения типов почв по высотной зональности

Для оценки численности бактерий учитывали наиболее обширную группу прокариот, усваивающих органический углерод. Использовали метод поверхностного посева почвенных образцов на мясо-пептонный агар (МПА). Сравнительный анализ количества КОЕ грибов в исследуемых почвах осуществляли методом поверхностного посева на среду Чапека. Засеянные чашки

Петри инкубировали в термостате при 24°C. Количество бактериальных колоний подсчитывали через 3-е суток инкубации, количество колониеобразующих единиц грибов учитывали через 7 суток инкубации.

Параллельно с учетом численности оценивали разнообразие прокариот и микромицетов. О разнообразии почвенных микроорганиз-

низмов судили по количеству морфолого-культуральных типов (МКТ) в образце. В основе такой оценки лежит различная специфическая морфология колоний, которые формируют разные виды грибов и бактерий на питательной среде. Для определения численности МКТ после тщательного осмотра вычленили группы колоний, имеющие одинаковые морфологические признаки и, следовательно, относящиеся к одному МКТ. Все анализы осуществляли в 3-кратной повторности.

Частоту встречаемости и обилие микроорганизмов рассчитывали по следующим формулам [5, 6, 7, 8]:

$$\text{обилие МКТ, \%} = a / N \cdot 100,$$

где a – количество колоний каждого МКТ,

N – общее количество колоний;

$$\text{частота встречаемости, \%} = D / M \cdot 100,$$

где D – количество чашек, где встречается МКТ,

M – общее количество чашек.

Для сравнения степени сходства бактериальных и грибных ценозов рассчитывали коэффициент Серенсена по формуле:

$$K = \frac{2c}{a + b}$$

где a и b – число видов, обнаруженных в каждом из сравниваемых биоценозов, c – число общих для них видов.

На основании рассчитанной частоты встречаемости выделяли доминирующие МКТ, у которых этот показатель составлял 60-100%, субдоминанты 40-60%, часто встречающиеся 20-40%, редкие 10-20%, случайные 1-10%.

Исследование агрохимических свойств почв проводили на кафедре агрохимии СПбГУ (Санкт-Петербург) [9]. Определяли pH водной и солевой суспензии; содержание общего азота (по Йодельбауэру); содержание углерода (по Тюрину); содержание нитратов (дисульфопеноловым методом); аммония (с реактивом Неслера); фосфора (по Мачигину); содержание калия (на пламенном фотометре).

Результаты и их обсуждение. Агрохимический анализ почв Дидойской депрессии (табл. 1) не показал каких-либо закономерностей в обеспеченности почв элементами питания растений в зависимости от высотной зональности, за исключением 104 - горно-лесной бурой оподзоленной почвы. Остальные были хорошо обеспечены углеродом, общим и подвижным азотом, имели высокий уровень калия, средний – фосфора, а также характеризовались

Таблица 1
Агрохимическая характеристика почв Дидойской депрессии

№ почвенного разреза	Глубина взятия образцов почв, см	Углерод органических соединений, ($C_{\text{общ.}}$) %	Гумус	Азот, ($N_{\text{общ.}}$)	$N-NO_3^-$	$N-NH_4^+$	$N-NO_2^-$	$P-P_2O_5$	$K-K_2O$	pH	
										водн.	сол.
101	0–7	5,87	10,12	0,23	17,14±0,019	165,5±0,028	Следы	9,3±1,73	241	5,63	4,96
102	0–10	3,69	6,36	0,11	18,2±0,065	82,6±0,06	Следы	10,3±0,065	158	5,63	5,06
103	3–7	5,34	9,21	0,19	14,8±2,46	134,0±3,99	Следы	23,6±4,92	383	6,23	4,89
104	3–9	1,99	3,43	0,04	10,8±0,130	29,9±0,11	Следы	6,3±0,0	153	5,47	4,61
105	0–10	5,10	8,79	0,26	12,4±0,78	184,4±0,68	Следы	18,6±0,065	216	5,36	4,64
106	0–13	5,77	9,95	0,15	5,9±1,23	70,6±0	Следы	25,3±0,65	946	6,34	4,38

слабой кислотностью. В 104 – горно-лесной бурой оподзоленной почве все показатели были значительно ниже, кроме содержания нитратного азота и калия.

Оценка численности бактерий и грибов показала, что количество этих микроорганизмов в горных почвах сильно колеблется в зависимости от типа почвы.

Таблица 2

Количество бактерий и грибов в почвах Дидойской депрессии, КОЕ/г почвы

№ почвенного разреза	Глубина взятия образца, см	Количество бактерий	Количество грибов
101	0-7	363,0x 10 ⁴	3,7x 10 ³
102	0-7	20,0x 10 ⁴	5,7x 10 ³
103	0-10	117,0x 10 ⁴	3,3x 10 ³
104	3-9	3,0x 10 ⁴	0,7x 10 ³
105	0-13	13,7x 10 ⁴	0,5x 10 ³
106	0-10	3,9x 10 ⁴	132,0x 10 ³

При этом 106 – горно-луговая альпийская почва характеризуется достаточно высоким запасом элементов питания, сходным по уровню с горнолесной олуговелой почвой, содержащей наибольшее количество бактерий, а 104 – горно-лесная бурая почва – бедным составом (табл. 2). Из этого следует, что, вероятно, до высотной отметки 1555 м фактором, определяющим численность прокариот, выступает запас элементов питания в почве, а выше – другие факторы, такие как низкая температура и неблагоприятные погодные условия большую часть года. По-видимому, на развитие бактерий также влияет низкопродуктивная растительность высокогорных районов, и, соответственно, ограниченное поступление в почву элементов питания, доступных для прокариот.

Результаты оценки разнообразия бактерий

Анализ количества прокариот показал, что их численность уменьшалась по мере увеличения высоты расположения исследуемых почв, и достигла минимального значения в 106 – горно-луговой альпийской почве (табл. 2). Такое же небольшое количество бактерий обнаружено в 104 – горно-лесной бурой оподзоленной почве, расположенной гораздо ниже (рис. 2).

могут являться подтверждением высказанного предположения. Несмотря на узкое разнообразие бактерий, усваивающих органический углерод, прослеживается тенденция к возрастанию количества МКТ по мере увеличения высотной отметки почвы – наиболее широкое разнообразие обнаружено в 106 – горно-луговой альпийской почве (табл. 3). При этом бактериоценозы, сформировавшиеся в почвах до высотной отметки 1450 м, достаточно сходны по своему качественному составу и структуре (табл. 4); в 101 – горно-лесной олуговелой с признаками остепнения и 103 – горно-лесной олуговелой типичной почвах доминирует один и тот же МКТ. Начиная с отметки высоты 1555 м, в почвах образовались своеобразные бактериоценозы, сходные между собой, но отличающиеся от сообществ в образцах 101, 102, 103 (табл. 5).

Таблица 4

Матрица сходства микробных сообществ в образцах разных типов почв (коэффициент Серенсена),%

№ почвенного разреза	101	102	103	104	105	106
101	X					
102	66	X				
103	66	66	X			
104	50	25	50	X		
105	57	57	25	33	X	
106	22	22	22	54	60	X

Следует отметить, что во всех проанализированных почвах встречался МКТ 1, который, по-видимому, является неприхотливым

видом, хорошо адаптированным к почвенным условиям Дидойской депрессии.

Таблица 3
Обилие и частота встречаемости МКТ бактерий, %

№ МКТ	№ почвенного разреза											
	101		102		103		104		105		106	
	обилие	частота	обилие	частота	обилие	частота	обилие	частота	обилие	частота	обилие	частота
1	18,6	100,0	80	66,6	75	66,6	33,3	33,3	45,5	100,0	26,8	100,0
2	0	0	0	66	12,5	0	22,2	66,6	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	22,2	33,3	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	11,1	33,3	0	0	9,7	66,6
5	0	0	0	0	0	0	11,1	33,3	27,3	100,0	51,2	100,0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	66,6
7	0	0	0	0	0	0	0	0	9,1	33,3	2,5	33,3
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	33,3
9	6	100,0	0	0	0	0	0	0	18,1	33,3	0	0
10	0	0	18	0	0	66,6	0	0	0	0	0	0
11	75,4	100,0	2	33,3	12,5	33,3	0	0	0	0	0	0

Таблица 5
Обилие и частота встречаемости МКТ грибов, %

№ МКТ	№ почвенного разреза											
	101		102		103		104		105		106	
	обилие	частота	обилие	частота	обилие	частота	обилие	частота	обилие	частота	обилие	частота
1	63,6	100,0	72,7	100,0	76,5	100,0	90,4	100,0	98,0	100,0	60,0	100,0
2	0	0	0	0	23,5	100,0	0	0	2,0	100,0	0	0
3	27,2	66,6	0	0	0	0	9,5	66,6	0	0	13,3	66,6
4	0	0	9,1	33,3	0	0	0	0	0	0	6,6	33,3
5	0	0	18,2	33,3	0	0	0	0	0	0	6,6	33,3
6	9,2	33,3	0	0	0	0	0	0	0	0	13,3	66,6

Численность грибов в обследованных почвах находилась в обратной зависимости по отношению к распространенности бактерий: максимальное количество микромицетов обнаружено на самой высокой отметке в 106-горно-луговой альпийской почве (табл. 2). По-видимому, к такому результату привело действие нескольких факторов: большое количество в горно-луговой альпийской почве неразложившихся растительных остатков, которые труднодоступны для бактерий, но хорошо разлагаются грибными литическими ферментами; распространение в горных почвах видов микромицетов, устойчивых к низким температурам; ослабление конкуренции со стороны бактерий. Следует предположить, что низкое количество грибов в 101 – горно-лесной олуговелой с признаками остепнения почве, находящейся в благоприятных климатических условиях, хорошо обеспеченной элементами питания, связана с жесткой конкуренцией со стороны бактериального ценоза, имеющего высокую численность. Так же, как и у бактерий, наибольшее разнообразие микромицетов обнаружено в образце 105 – горно-луговой субальпийской почве (табл. 5).

Заключение. Таким образом, в результате проделанной работы, выявлены следующие закономерности в формировании бактериальной и грибной микрофлоры горных почв Дидойской депрессии: с увеличением высотной

отметки снижается количество прокариот и возрастает численность микромицетов; разнообразие грибов и бактерий расширяется по мере увеличения высоты; до высотной отметки 1555 м количество прокариот определяется уровнем элементов питания, на больших высотах – климатическими факторами.

Список литературы

1. Залибеков З.Г. Почвы Дагестана. М., 2010. 243 с.
2. Захаров С.А. О почвенных областях и зонах Кавказ // Почвоведение. 1913. №4. С. 40-48.
3. Зонн С.В. Почвы Дагестана (с почвенной картой). Сельское хозяйство горного Дагестана. М.-Л., 1940. Т.1. С. 194-210.
4. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. 127 с.
5. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: МГУ, 1989. 336 с.
6. Лабутова Н.М. Методы изучения почвообитающих микроорганизмов. Учебное пособие. СПб., 2008. 49 с.
7. Добровольский Г.В., Чернов И.Ю., Бобров А.А., Добровольская Т.Г., Лысак Л.В., Олимпченко В.Г., Гонгальский К.Б., Зайцев А.С., Терехова В.А., Соколова Т.А., Терехин В.Г., Шамрикова Е.В., Чернова О.В. Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 273 с.
8. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. М., 1988. 220 с.
9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 488 с.

Сведения об авторах:

Гамзатова Халисат Магомедовна, соискатель, ст. лаборант
ORCID ID (0000-0002-5255-7869)

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», ул. Гаджиева, д. 43-а, г. Махачкала, Республика Дагестан, Российская Федерация, 367000, e-mail: dgu@dgu.ru

Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2018. Vol. 63, no. 2, pp. 74-80.

doi: 10.30766/2072-9081.2018.63.2.74-80

Characterization of the microbocenosis in mountain soils of Dido-depression in the Republic of Dagestan

H.M. Gamzatova

Dagestan State University, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation

The data about the soil cover of mountain Dagestan are scattered. A comprehensive assessment of the biological diversity of mountain soils by such indicators as the degree of humus content, the number and structure of the microbocenosis has not been carried out yet. This article provides the results of the analysis of the quantitative assessment of microbocenosis in mountain soils (Mollic Leptosols Eutric) of Dido-depression in the Republic of Dagestan. The investigations were carried out on the following types of soils differentiated according to altitude marks: Alpine meadow with the elements of steppe formation, Alpine brown weakly podzolized, Alpine meadow typical, Alpine brown podzolized, mountain-meadow subalpine, mountain-meadow alpine. The article describes the characteristic features of soil bacteria and fungi in their dependence on the altitude marks. A variety of soil bacteria and fungi has been identified according to their frequency and the abundance of morphological and cultural types. The minimum and maximum number of prokaryotes and micromycetes is shown and determined. This number varies depending on the

site of soil samples selection. Based on the calculated frequency of occurrence there are identified dominant morphological and cultural types, subdominants, frequently occurring, rare, random. According to the Serensen coefficient, bacteriocoenoses formed in soils up to a height of 1450 m are similar in their qualitative composition and structure. It has been established that with an increase in the height of the soil location, the number of prokaryotes decreases, and that of the micromycetes increases. The diversity of bacteria and fungi expands in soils which have the highest altitude. It is shown that in the soils located at an altitude of 1450m (the height of the first section), as well as at an altitude of 2350m (subalpine soil height) the bacteriocoenosis similar in their quality composition are formed.

Key words: *bacteria, fungi, morphological and cultural type, mountain soils (Mollic Leptosols Eutric), nitrogen, carbon, pH medium*

References

1. Zalibekov Z.G. *Pochvy Dagestana*. [Soil of Dagestan]. Moscow, 2010. 243 p.
2. Zakharov S.A. *O pochvennykh oblastyakh i zonakh Kavkaz*. [On soil areas and zones of the Caucasus]. *Pochvovedenie*. 1913. no.4. pp. 40-48.
3. Zonn S.V. *Pochvy Dagestana (s pochvennoy kartoy)*. *Sel'skoe khozyaystvo gornogo Dagestana*. [Soil of Dagestan (with soil map). Agriculture of mountainous Dagestan]. Moscow-Leningrad, 1940. Vol.1. pp. 194-210.
4. Kovda V.A. *Biogeokhimiya pochvennogo pokrova*. [Biogeochemistry of the soil cover]. Moscow: *Nauka*. 127 p.
5. Bab'eva I.P., Zenova G.M. *Biologiya pochv*. [Biology of soils]. Moscow: *MGU*, 1989. 336 p.
6. Labutova N.M. *Metody izucheniya pochvoobitayushchikh mikroorganizmov: uchebnoe posobie*. [Methods of studying soil microorganisms]. Saint-Petersburg, 2008. 49 p.
7. Dobrovol'skiy G.V., Chernov I.Yu., Bobrov A.A., Dobrovol'skaya T.G., Lysak L.V., Onipchenko V.G., Gongal'skiy K.B., Zaytsev A.S., Terekhova V.A., Sokolova T.A., Terekhin V.G., Shamrikova E.V., Chernova O.V. *Rol' pochvy v formirovani i sokhraneni biologicheskogo raznoobraziya*. [The role of soil in the formation and conservation of biological diversity]. Moscow: *Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK*, 2011. 273 p.
8. Mirchink T.G. *Pochvennaya mikologiya*. [Soil mycology]. Moscow, 1988. 220 p.
9. Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po khimicheskoy analizu pochv*. [Guidelines for the chemical analysis of soils]. Moscow: *MGU*, 1970. 488 p.

Information about the authors:

H.M. Gamzatova, applicant, senior laboratory assistant
ORCID ID (0000-0002-5255-7869)

Dagestan State University, 43-A, M. Gadzhiev St., Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation,
367000, e-mail: dgu@dgu.ru