

УДК 631.416.9:528.931.3 (470•67)

UDC 631.416.9:528.931.3 (470•67)

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ (Co, Mn, B, Cu) В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ ПРИРОДНЫХ ПОЯСОВ ПРЕДГОРЬЯ ДАГЕСТАНА

TRACE ELEMENTS (Co, Mn, B, Cu) IN SOILS AND PLANTS NATURAL TIMES ARE FOOTHILLS OF DAGESTAN

Салихов Шамиль Курамагомедович
научный сотрудник

Salikhov Shamil Kuramagomedovich
research associate

Ахмедова Заира Нажмутдиновна
научный сотрудник

Akhmedova Zaira Nazhmutdinovna
research associate

Рамазанова Нуржаган Идрисовна
научный сотрудник

Ramazanova Nurzhagan Idrisovna
research associate

Гимбатова Кабират Бадыровна
младший научный сотрудник

Gimbatova Kabirat Badyrovna
junior research associate

Шайхалова Жамилат Омаровна
старший лаборант
*Прикаспийский институт биологических ресурсов
Дагестанского научного центра РАН, Россия,
367025, Махачкала, М. Гаджиева, 45,
salichov72@mail.ru*

Shayhalova Zhamilat Omarovna
senior laboratory worker
*Precaspian Institute of Biologic Resources of
Dagestan Scientific Center RAS, Makhachkala, Russia
salichov72@mail.ru*

Определено содержание Co, Mn, B, Cu в типичных почвах и основных видах растений, присущих почвенно-растительным поясам предгорной провинции Дагестана. Обнаружено, что содержание Co, Mn, B, Cu в почвах и растениях, и соответственно плодородие почв, возрастало в системе природных ландшафтно-растительных поясов исследованной провинции Дагестана: лесостепной пояс коричневых почв → сухостепной пояс темно-каштановых почв → лесной пояс бурых лесных почв

In the article we have determined the content of Co, Mn, B, Cu in typical soils and basic plant species characteristic of the main soil-vegetation belts the provinces foothills of Dagestan. It was found that the content of Co, Mn, B, Cu in soils and plants, and soil fertility, respectively, increased in the system of natural landscape and vegetation belts of investigated province of Dagestan: steppe belt brown soil → dry steppe dark chestnut soils → forest belt of brown forest soils

Ключевые слова: ПРЕДГОРНАЯ ЗОНА ДАГЕСТАНА, ЛАНДШАФТНО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОЯС, ПОЧВЫ, РАСТЕНИЯ, МИКРОЭЛЕМЕНТЫ

Keywords: FOOTHILL ZONE OF DAGESTAN, LANDSCAPE-VEGETATION BELTS, SOIL, PLANTS, TRACE ELEMENTS

Микроэлементный состав почвообразующих пород и почв является важным экологическим фактором развития живых организмов, так как микроэлементы выполняют важную физиологическую роль в жизни растений, животных и человека. Химический состав почв является показателем общей биогеохимической обстановки ландшафта, а разнообразие почвенно-климатических условий может обуславливать различие микроэлементного состава почв и растений.

Основными факторами накопления организмами химических элементов [1] являются: внутренние – биохимические факторы, которые определяются особенностями биологии конкретного вида организма; внешние – ландшафтно-геохимические факторы, определяемые условиями среды обитания организмов.

По биогеохимической цепи влияние ландшафтно-геохимических условий отражается на содержании элементов в растительных и животных организмах, которое в значительной степени зависит от количества их подвижных форм в почвах.

Вопрос содержания микроэлементов, как в почвах, так и в растениях очень актуален, имеет большую научную и практическую значимость и должен решаться с учетом специфики почвенно-климатических условий изучаемой территории.

Уровень содержания микроэлементов в растениях предгорной зоны Дагестана во многом определяется особенностями химического состава почв, который зачастую неоднороден и в свою очередь зависит от обеспеченности гумусом, реакции среды, гранулометрического состава, материнских пород [3, 7, 13, 14].

Цель нашего исследования – определение содержания Co, Mn, B, Cu в основных типах почв и в доминирующих видах растений, произрастающих на территории различных почвенно-растительных поясов предгорной провинции Дагестана.

Объекты и методы

Предгорная провинция Дагестана представлена отдельными хребтами, простирающимися с северо-запада на юго-восток в пределах высотных отметок от 150 до 1000 (1200) м над ур. м., и занимает площадь 840 тыс. га (15,8 %) от территории республики.

Физико-географические особенности территории предгорий обуславливаются различиями в элементах рельефа, высоты местности,

степени атмосферного увлажнения и литологического состава слагающих пород. Климат предгорий умеренно-теплый с заметным проявлением вертикальной зональности в распределении его элементов. Зима теплая и мягкая; лето жаркое и засушливое.

Естественная растительность подчинена вертикальной зональности: представлена полынно-типчачовыми и разнотравно-злаковыми лугово-степными группировками, широколиственными лесами и кустарниками.

В изменении почвенно-растительного покрова в системе вертикальной поясности большое значение имеют понижение температуры и увеличение коэффициента влажности с высотой.

Предгорье Дагестана подразделяется на три природных ландшафтно-растительных пояса, с которыми связано формирование определенных типов почв: сухостепной пояс каштановых почв, лесостепной пояс коричневых почв, лесной пояс бурых лесных почв [4, 8].

Темно-каштановые почвы – формировались под разнотравно-злаковыми растительными группировками степи в условиях умеренно-засушливого континентального климата. Наибольшее распространение эти почвы получили на территории Буйнакского и Новолакского районов республики (230,5 тыс. га). Они залегают по пологим склонам и плато до высоты 500-600 м над ур. м. Почвообразующими породами служат карбонатные делювиальные глины и суглинки, а также элювий третичных отложений. Почвы характеризуются большой мощностью гумусовых горизонтов (до 60 см). Гумуса содержится в пределах 4-5 %, он равномерно распределен вниз по профилю почвы. Реакция среды слабощелочная.

Наблюдается соответствие между гумусированностью и содержанием питательных веществ в темно-каштановой почве. Общим и гидролизуемым азотом почвы обеспечены средне, подвижным фосфором – низко, обменным калием – высоко.

В богарном и орошаемом земледелии эти почвы являются лучшими: на них получают высокие урожаи зерновых и других культур.

Коричневые почвы формируются при непромывном и периодически промывном водном режиме на карбонатных и бескарбонатных породах различного механического состава. Залегают на склонах северных, западных и северо-восточных экспозиций на высотах от 400 до 700 м. Занимают площадь 171,9 тыс. га. Почвы формируются под ксерофитными лесо-кустарниками и лугово-кустарниковой растительностью. Нижняя граница их смыкается с почвами каштанового типа, верхняя – с бурыми лесными. Содержание гумуса 3-5 %. Мощность горизонта А+В достигает 60-70 см. Реакция почвенного раствора нейтральная и слабощелочная. По содержанию основных элементов питания эти почвы средне обеспечены азотом и калием и слабо фосфором.

Коричневые почвы являются лучшими для культуры винограда; хорошие урожаи дают зерновые культуры (ячмень, пшеница, кукуруза).

Бурые лесные почвы – сформировались на породах различного литологического состава под смешанными широколиственными мезофильными лесами в условиях промывного и периодически промывного водного режима. Залегают на высотах от 500 до 1200 м и приурочены к склонам северных экспозиций. Их площадь 287,2 тыс. га. Почвообразующими породами служат щебнистые продукты выветривания осадочных пород. В профиле почв отсутствуют карбонаты.

Содержание гумуса 6-10 %, иногда до 12 %. Реакция почвенного раствора колеблется от слабокислой до нейтральной. Обеспеченность подвижным фосфором низкая и средняя; обменным калием и гидролизуемым азотом – средняя и высокая.

В зоне бурых лесных почв следует проводить облесение склонов, создавать лесо-садовые насаждения, соблюдать противоэрозионную технику.

Такое разнообразие почвенно-климатических условий предгорья должно обуславливать и различие микроэлементного состава почв.

Нами была поставлена цель – исследовать содержание микроэлементов (Co, Mn, B, Cu) в основных типах почв и видах растительности различных поясов предгорного Дагестана.

Исследование концентрации микроэлементов в различных объектах биосферы в системе вертикальной высотной поясности имеет как научный, так и практический интерес. Подобные исследования актуальны в связи с негативным воздействием человека на природные экосистемы, приводящим к деградации почвенно-растительного покрова.

В почвах определяли гумус методом Тюринга в модификации Никитина и рН водной вытяжки [12]. Определение содержания кобальта, марганца и меди в почвах (ААБ 4,8) и растениях (сухое озоление) проводилось атомно-абсорбционным методом [10] на ААС ЭТА Hitachi 170-70 в лаборатории биогеохимии Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН. Бор в почвах определяли химическим методом с хинализарином. Содержание бора в растениях устанавливали после сухого озоления спектрометрическим методом на КФК 2 МП.

Обсуждение результатов

Содержание подвижных форм Co, Mn, B, Cu в почвах предгорной провинции (табл. 1) варьировало, как по типам почв, приуроченных к определенному природному поясу, так и по их генетическим горизонтам.

Таблица 1. Содержание Co, Mn, B, Cu в почвах предгорной зоны Дагестана

Горизонт	Гумус, %	рН	Микроэлементы, мг/кг			
			Mn	B	Cu	Co
Темно-каштановая почва						
A	2,9	7,1	32,6±7,5	2,15±0,4	0,83±0,04	1,25±0,2
B	1,6	7,4	38,5±9,5	1,97±0,5	0,46±0,04	0,77±0,02
C	0,7	7,8	58,3±3,8	1,79±0,1	0,32±0,02	0,48±0,01
Коричневая почва						
A	4,2	7,2	31,4±1,1	2,62±0,3	0,59±0,05	1,13±0,1
B	2,2	7,3	43,8±1,5	2,28±0,3	0,34±0,07	0,94±0,03
C	0,9	7,6	59,4±3,4	2,06±0,2	0,30±0,04	0,76±0,01
Бурая лесная почва						
A	5,7	6,8	95,9±8,4	2,52±0,8	0,43±0,5	1,67±0,1
B	3,2	7,0	68,7±6,5	1,83±0,3	0,35±0,4	0,54±0,02
C	0,5	7,3	77,8±6,8	1,90±0,3	0,33±0,6	0,33±0,01

В изученных почвах отмечалось снижение содержания подвижных форм Co, Mn, B, Cu с глубиной. Для Mn наблюдалось некоторое повышение содержания в темно каштановой и коричневой почвах с глубиной. Очевидно, этому способствовало перемещение Mn в нижние слои в результате эродированности почвенного профиля [5]. Относительно высокое содержание всех исследованных микроэлементов было обнаружено в бурой лесной почве, с высоким содержанием гумуса.

Была обнаружена положительная корреляционная зависимость содержания подвижных форм микроэлементов с гумусом и отрицательная с рН. В пахотном горизонте почв корреляция с гумусом составляла: для кобальта – (+0,52), марганца – (+0,41), бора – (+0,44), меди – (+0,54). Показатели корреляции с рН почв составили: для кобальта – (-0,64), марганца – (-0,46), бора – (-0,55), меди – (-0,52).

Обнаруженные различия в содержании микроэлементов в почвах

отражали влияние сильно расчлененного рельефа, высотного расположения почв, экспозиции склонов, большого варьирования показателей гумусности, режима температуры и влажности, гранулометрического состава [7].

Сведения о содержании микроэлементов в почвах и растительности отдельных природных регионов имеются в отечественной и зарубежной литературе [2, 6, 9, 11, 15, 16]. Они позволяют судить об уровне накопления микроэлементов растительной массой вообще, и представителями отдельных видов растений, в частности.

Нами было изучено содержание микроэлементов в доминирующих растениях природных поясов Дагестана (табл. 2).

Пределы содержания их составляли для представителей основных групп растительности, формирующих травяной покров в сухо-степном и лесо-степном поясах, в мг/кг: Со – 0,30-0,57; Mn – 23,5-68,0; В – 4,6-32,6; Cu – 2,0-14,0. Причем, нижний предел отражал количество элементов в злаках, а верхний – в разнотравье. Представители древесно-кустарниковой растительности лесного пояса накапливали: Со от 0,55 до 0,98 мг/кг; Mn от 47 до 74 мг/кг; В от 20 до 44 мг/кг; Cu от 3,4 до 9,2 мг/кг.

Максимум микроэлементов накапливали: Со – *Acer campestre* L., *Crataegus pentagyna* Waldst., *Quercus pubescens* Willd.; Mn – *Crataegus pentagyna* Waldst., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Acer campestre* L.; В – *Carpinus caucasica* Grossh., *Quercus pubescens* Willd., *Fagus orientalis* Lipsky; Cu – *Artemisia taurica* Willd., *Artemisia salsoloides* Willd., *Carpinus caucasica* Grossh. Наименьшее количество указанных микроэлементов было обнаружено: Со – *Origanum vulgare* L., *Thymus collinus* M. Bieb., *Hypericum perforatum* L.; Mn – *Origanum vulgare* L., *Limonium meyeri* Boiss.,

Таблица 2. Содержание Co, Mn, B, Cu в растениях предгорной зоны Дагестана

Пояс	Вид растения	Co	Mn	B	Cu
Сухо-степной пояс	<i>Salsola laricina</i> Pall.	0,38±0,03	54,0±2,2	25,4±1,2	8,4±0,3
	<i>Medicago cancellata</i> M. Bieb.	0,52±0,02	42,0±3,3	28,2±0,8	5,3±0,3
	<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	0,49±0,01	28,0±2,7	8,0±0,5	7,0±0,2
	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	0,43±0,2	55,0±1,2	22,5±1,1	2,0±0,2
	<i>Festuca sulcata</i> Reck.	0,45±0,3	30,0±0,9	–	–
	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	0,41±0,05	68,0±1,5	4,6±0,5	2,7±0,3
	<i>Trifolium micranthum</i> Viv.	0,49±0,03	38,0±0,8	20,0±0,5	6,7±0,4
	<i>Artemisia taurica</i> Willd.	0,45±0,02	42,0±0,5	32,6±1,2	14,0±0,5
	<i>Limonium meyeri</i> Boiss.	0,44±0,04	27,5±1,8	20,3±0,8	7,0±0,3
	<i>Atriplex verrucifera</i> M. Bieb.	0,57±0,03	45,0±1,1	–	4,9±0,3
Лесо-степной пояс	<i>Poa bulbosa</i> L.	0,39±0,02	45,0±0,7	18,0±0,7	4,0±0,4
	<i>Achillea millefolium</i> L.	0,48±0,02	40,5±0,5	26,2±0,4	6,6±0,3
	<i>Plantago major</i> L.	0,54±0,02	38,0±1,1	16,4±0,5	6,4±0,3
	<i>Hypericum perforatum</i> L.	0,36±0,03	30,0±0,7	16,8±0,4	3,8±0,4
	<i>Thymus collinus</i> M. Bieb.	0,33±0,04	36,5±1,0	14,2±0,3	5,0±0,4
	<i>Cornus mas</i> L.	0,52±0,02	39,5±0,8	13,2±0,8	3,8±0,5
	<i>Artemisia salsoloides</i> Willd.	0,40±0,02	42,0±1,2	30,0±0,3	11,0±0,4
	<i>Origanum vulgare</i> L.	0,30±0,02	23,5±1,4	10,5±0,7	6,5±0,7
Лесной пояс	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	0,83±0,03	60,0±0,9	42,0±1,6	5,4±0,9
	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	0,77±0,04	64,5±0,4	40±1,8	8,2±1,1
	<i>Carpinus caucasica</i> Grossh.	0,80±0,02	62,0±1,5	44,2±1,4	9,2±0,6
	<i>Acer campestre</i> L.	0,98±0,02	65,0±0,7	32,8±1,7	5,2±0,4
	<i>Juglans regia</i> L.	0,69±0,03	60,0±1,3	33,1±1,3	3,6±0,3
	<i>Crataegus pentagyna</i> Waldst.	0,85±0,02	74,0±2,1	20,0±1,9	5,4±0,6
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	0,55±0,03	50,5±1,2	25,0±1,5	4,7±0,3
	<i>Cornus mas</i> L.	0,65±0,02	47,0±0,8	25,0±1,1	3,4±0,4
	<i>Corylus avellana</i> L.	0,58±0,02	57,0±1,0	30,0±1,3	4,7±0,7

Galeopsis tetrahit L.; B – *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Galeopsis tetrahit* L.; Cu – *Sisymbrium loeselii* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Cornus mas* L.

В целом, в накоплении Co, Mn, B, Cu растениями прослеживалась связь с микроэлементным составом почв, т.е. чем больше было содержание микроэлементов в почвах, тем больше их концентрировали растения. Типичным примером этому является *Cornus mas* L. произрастающий на

территории лесного пояса, который накапливал больше микроэлементов, чем тот же вид, приуроченный к лесо-степному поясу, где содержание их в почвах было меньше.

Таким образом, содержание микроэлементов в доминирующих растениях ландшафтно-растительных поясов предгорного Дагестана варьировало как в зависимости от их видовой принадлежности, так и геохимических параметров окружающей среды.

Заключение

Вопросы биогеохимического районирования составляют одну из важнейших задач естествознания и являются основой изучения экологического состояния биосферы.

Результаты наших исследований позволят прогнозировать потребность организма человека и сельскохозяйственных животных в микроэлементах, а также послужат основой для разработки модели устойчивого развития изученных экосистем. Данный подход к вопросу химического состава окружающей среды позволит научно обоснованно вносить микроудобрения в почвы, проводить микроподкормку животных, поскольку выявление районов с оптимальным, недостаточным или избыточным содержанием микроэлементов в компонентах экосистем дает возможность регулировать уровень их содержания для получения полноценной сельскохозяйственной продукции и исключения эндемических заболеваний животных и человека.

Содержание Co, Mn, B, Cu в почвах предгорной провинции Дагестана зависело от почвенно-климатических условий характерных для изученной территории республики Дагестан. Для растений уровень содержания изученных микроэлементов определялся как видовыми, генетически закрепленными особенностями растения, так и ландшафтно-геохимическими факторами, которые зависели от почвенно-климатических условий окружающей среды. В целом содержание микроэлементов в

почвах и растениях исследованной территории, как и ее плодородие, росло в направлении с юга-востока на северо-запад в системе природных ландшафтно-растительных поясов, соответственно: лесостепной пояс коричневых почв → сухостепной пояс темно-каштановых почв → лесной пояс бурых лесных почв.

Литература

1. Алексеенко В.А. Основные факторы накопления химических элементов организмами // Соросовский образовательный журнал. 2001. том 7. №8. С. 20-24.
2. Азаренко Ю.А., Красницкий В.М., Ермохин Ю.И. Эколого-агрохимическая оценка содержания микроэлементов в почвах и растениях лесостепной и степной зон Омской области // Плодородие. 2010. № 5. С. 49-52.
3. Ахмедова З.Н., Рамазанова Н.И. Влияние некоторых экологических факторов на содержание марганца и бора в почвах горного Дагестана // Вестник ДГУ. 2011. № 6. С. 156-161.
4. Баламирзоев М.А., Мирзоев Э.М-Р, Аджиев А.М. и др. Почвы Дагестана. Экологические аспекты их рационального использования. Махачкала: ГУ «Дагестанское книжное издательство», 2008. 336 с.
5. Владыченский В.В. Экологические функции горных почв // Тезисы докладов 2 съезда почвоведов. С-Пб., 1996. С. 19.
6. Дибирова А.П., Ахмедова З.Н., Рамазанова Н.И., Хизроева П.Р. Содержание молибдена, цинка, бора, йода в почвах равнинных территорий Дагестана // Почвоведение. 2005. №8. С. 968-973
7. Дибирова А.П., Ахмедова З.Н., Рамазанова Н.И., Хизроева П.Р. Марганец, цинк, бор, йод в почвах северо-западной части Предгорного Дагестана // Почвоведение. 2006. № 12. С. 1451-1456.
8. Залибеков З.Г. Почвы Дагестана. М., 2010. 243 с.
9. Ильин В.Б., Сысо А.И., Байдина Н.Л. и др. Фоновое количество тяжелых металлов в почвах юга Западной Сибири // Почвоведение. 2003. №5. С. 550-556.
10. Крысанова Т.А., Котова Д.Л., Бабенко Н.К., и др. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Воронеж, 2005. 31 с.
11. Луганова С.Г., Гиреев Г.И., Салихов Ш.К. Реакция пастбищных растений Дагестана на минеральный состав почв и вод - LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co.KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland / Германия. 2013. 245 с.
12. Практикум по агрохимии: Учеб. пособие / Под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
13. Салихов Ш.К., Баширов Р.Р., Магомедалиев А.З. Закономерности распределения тяжелых металлов (Ni, Cr, Pb) в основных типах почв предгорного Дагестана // Научный журнал КубГАУ. 2012. №78(04). С. 116-125.
14. Яхияев М-П. А., Салманов А. Б., Салихов Ш. К. Цинк и кобальт в почвах предгорья Дагестана // Вестник ДНЦ РАН. 2006. № 25. С. 30-35
15. Яхияев М.А., Салихов Ш.К., Рамазанова Н.И., Ахмедова З.Н. Мониторинг продуктивности пастбищных экосистем Северо-Западного побережья Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. 2007. № 4. С. 101-106.

16. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. 548 c.

References

1. Alekseenko V.A. Osnovnye faktory nakoplenija himicheskikh jelementov organizmami // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. 2001. tom 7. №8. S. 20-24.
2. Azarenko Ju.A., Krasnickij V.M., Ermohin Ju.I. Jekologo-agrohimicheskaja ocenka sodержanija mikrojelementov v pochvah i rastenijah lesostepnoj i stepnoj zon Omskoj oblasti // Plodorodie. 2010. № 5. S. 49-52.
3. Ahmedova Z.N., Ramazanova N.I. Vlijanie nekotoryh jekologicheskikh faktorov na sodержanie marganca i bora v pochvah gornogo Dagestana // Vestnik DGU. 2011. № 6. S. 156-161.
4. Balamirzoev M.A., Mirzoev Je.M-R, Adzhiev A.M. i dr. Pochvy Dagestana. Jekologicheskie aspekty ih racional'nogo ispol'zovanija. Mahachkala: GU «Dagestanskoe knizhnoe izdatel'stvo», 2008. 336 s.
5. Vladychenskij V.V. Jekologicheskie funkcii gornyh pochv // Tezisy dokladov 2 s#ezda pochvovedov. S-Pb., 1996. S. 19.
6. Dibirova A.P., Ahmedova Z.N., Ramazanova N.I., Hizroeva P.R. Soderzhanie molibdena, cinka, bora, joda v pochvah ravninnyh territorij Dagestana // Pochvovedenie. 2005. №8. S. 968-973
7. Dibirova A.P., Ahmedova Z.N., Ramazanova N.I., Hizroeva P.R. Marganec, cink, bor, jod v pochvah severo-zapadnoj chasti Predgornogo Dagestana // Pochvovedenie. 2006. № 12. S. 1451-1456.
8. Zalibekov Z.G. Pochvy Dagestana. M., 2010. 243 s.
9. Il'in V.B., Syso A.I., Bajdina N.L. i dr. Fonovoe kolichestvo tjazhelyh metallov v pochvah juga Zapadnoj Sibiri // Pochvovedenie. 2003. №5. S. 550-556.
10. Krysanova T.A., Kotova D.L., Babenko N.K., i dr. Atomno-absorbcionnaja spektroskopija. Voronezh, 2005. 31 s.
11. Luganova S.G., Gireev G.I., Salihov Sh.K. Reakcija pastbishnyh rastenij Dagestana na mineral'nyj sostav pochv i vod - LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co.KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland / Germanija. 2013. 245 s.
12. Praktikum po agrohimii: Ucheb. posobie / Pod red. akad. RASHN V.G. Mineeva. M.: Izd-vo MGU, 2001. 689 s.
13. Salihov Sh.K., Bashirov R.R., Magomedaliev A.Z. Zakonomernosti raspredelenija tjazhelyh metallov (Ni, Cr, Pb) v osnovnyh tipah pochv predgornogo Dagestana // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2012. №78(04). S. 116-125.
14. Jahijaev M-P. A., Salmanov A. B., Salihov Sh. K. Cink i kobal't v pochvah predgor'ja Dagestana» // Vestnik DNC RAN. 2006. № 25. S. 30-35
15. Jahijaev M.A., Salihov Sh.K., Ramazanova N.I., Ahmedova Z.N. Monitoring produktivnosti pastbishnyh jekosistem Severo-Zapadnogo poberezh'ja Kaspijskogo morja // Jug Rossii: jekologija, razvitie. 2007. № 4. S. 101-106.
16. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. 548 s.