

УДК 631.416.9:631.452

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ И ЛУКА

Исомиддинов З.Ж., Исағалиев М.Т., Юлдашев Г.Ю.

Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: murodjon-isa@mail.ru

В статье охарактеризованы свойства и особенности генетических горизонтов новоосвоенных и староорошаемых серо-бурых почв. Изучены биогеохимические свойства, количество циклических (Cr, Co, Sb) и рассеянных (Sc, Cs) микроэлементов в разных органах лука репчатого (*Allium cepa* L.). Показаны изменения количества и качества микроэлементов в различно окультуренных серо-бурых почвах, на которых выращивали лук. Содержание микроэлементов Sb, Cs в орошаемых серо-бурых почвах меньше, а количество Cr, Co и Sb выше литосферного кларка, с которыми коррелируются содержания элементов в илистых фракциях поливных вод. Отмечено более высокое накопление циклических и рассеянных микроэлементов в корнях лука. В новоосвоенных серо-бурых почвах положение микроэлементов в корнях лука имеет вид $Co > Sc > Cs > Sb > Cr$, а в листьях $Co > Cs > Sb > Sc > Cr$. Разработаны геохимические спектры количества микроэлементов в почвенных генетических горизонтах новоосвоенных и староорошаемых серо-бурых почв, а также в различных вегетативных органах лука. В элементном составе почвы и лука между циклическими и рассеянными элементами имеется тесная корреляционная связь. Коэффициент корреляции изменяется от 0,75 до 0,99 в новоосвоенных серо-бурых почвах и от 0,87 до 0,97 в староорошаемых. Коэффициент биологического поглощения в среднем лука колеблется 0,01–0,07, который указывает, что лук захватывает эти элементы, а не поглощает.

Ключевые слова: серо-бурые почвы, лук, геохимический спектр, микроэлементы, коэффициент биологического поглощения, корреляция

BIOGEOCHEMICAL FEATURES OF GRAY-BROWN SOILS AND ONIONS

Isomiddinov Z.Zh., Isagaliev M.T., Yuldashev G.Yu.

Fergana State University, Fergana, e-mail: murodjon-isa@mail.ru

The article characterizes the properties and features of the genetic horizons of newly irrigated and old irrigated gray-brown soils. The biogeochemical properties, the amount of cyclic (Cr, Co, Sb) and scattered (Sc, Cs) microelements in different organs of onion were studied. It is shown the changes in the amount of microelements in variously cultivated gray-brown soils on which onions were grown. The content of trace elements Sb, Cs in irrigated gray-brown soils is lower, and the amounts of Cr, Co and Sb are higher than the lithospheric clark, which correlates the content of elements in the silty fraction of irrigation waters. A higher accumulation of cyclic and scattered trace elements in onion roots was noted. In the newly irrigated gray-brown soils, the position of microelements in the onion root has the form $Co > Sc > Cs > Sb > Cr$, and in the leaves it has the form $Co > Cs > Sb > Sc > Cr$. The geochemical spectra of the amount of microelements in the soil genetic horizons of newly irrigated and old irrigated gray-brown soils, as well as in various vegetative organs of onion, have been developed. In the elemental composition of soil and onion, there is a close correlation between cyclic and trace elements. The correlation coefficient varies from 0.75 to 0.99 in irrigated gray-brown soils and from 0.87 to 0.97 in old irrigated ones. The onion biological absorption coefficient is 0.01–0.07, which indicates that the onion captures these elements and does not muffle.

Keywords: gray-brown soils, onion, geochemical spectrum, trace elements, biological absorption coefficient, correlation

В зоне орошения одним из наиболее актуальных вопросов является проведение научно-исследовательских работ по изучению геохимических и биогеохимических свойств и особенностей миграции и аккумуляции химических элементов, интенсивность биологического поглощения отдельных микроэлементов сельскохозяйственными культурами, в том числе луком в орошаемых серо-бурых почвах с относительно низким плодородием [1].

В луке содержатся в различных количествах некоторые педогенные элементы. В связи с этим учеными проводились исследования элементного химического состава лука, агротехники его возделывания, лечебных свойств. Среди них отметим работы М.Б. Алексеева в России [2], Р.У. Эшонкулову в Таджикистане [3], D.K. Adotey в Африке [4], Juan Carlos Dias-Perezl в США [5],

M.N.Yousuf в Бангладеш [6] и др. Изучены химический состав, влияние макро- и микроудобрений на рост, развитие и урожайность растений лука, влияние химических элементов в почве на качество и вкусовые характеристики лука и другие подобные свойства.

В исследованиях количественно и качественно определены N, P, K, S, Ca, Mg, Na, Zn, Mn, Fe и некоторые другие тяжелые элементы в луке, чесноке, а также в других растениях [7–9]. Показана теснейшая связь между урожайностью растений с агрохимическими и химическими составами почв [10, 11]. Как было оговорено выше, по культуре лука было проведено много исследований. Однако исследования ограничиваются агротехникой возделывания лука, нормами внесения минеральных и частично микро-, а также макроудобрений, водным режимом [12]. Исследова-

ния элементного состава и биогеохимических свойств лука в условиях орошаемых серо-бурых почв практически отсутствуют. Однако отмечено, что химический состав и качество лука, лекарственных свойств зависят от состава и количества, а также подвижности химических макро- и микроэлементов в почве.

Материалы и методы исследования

Опытно-производственные участки расположены на землях фермерских хозяйств Узбекистанского и Багдадского районов Ферганской области. В Багдадском районе почвы новоосвоенные серо-бурые, а в Узбекистанском районе староорошаемые.

Методами исследования почв являются морфогенетический метод В.В. Докучаева и физико-химические, нейтронно-активационные методы, а также общепринятые стандартные агрохимические методы, получившие широкое распространение в почвоведении. Элементный состав почвы и растений определен нейтронно-активационным методом в лаборатории экологии и биотехнологии Института ядерной физики АН РУз. При этом пробы в ядерном реакторе составляют 5×10^{13} нейтронов/см²с облученных потоком нейтронов, и количества химических элементов определялись исходя из периодов полураспада.

Результаты исследования и их обсуждение

Изученные орошаемые серо-бурые почвы имеют уникальное строение и химический состав, по продуктивности уступают сероземам и другим орошаемым почвам Ферганской долины. Серо-бурые почвы – это автоморфные почвы пустынной зоны, развиты они на древних поверхностях, останцовых плато, древних конусах выноса, верхних террасах и дельтах рек [1].

Почвообразующими породами для этих почв являются третичные и меловые песчаники, глины, мергели, известняки, галечники, а также широко распространенные скелетные древние пролювиальные и аллювиальные отложения.

Морфологические признаки серо-бурых почв значительно отличаются от других почв региона. Желтовато-бурый цвет присущ этим почвам и начинается после верхнего светло-серого цвета мощностью 10–15 см, в котором присутствуют белые ячеисто-карбонатные пятна, зерна гипса и соединения железа. Это продукт современных процессов почвообразования.

Мощность гумусового горизонта, количество и качество элементов питания, а также мощность и скелетность слоя, уровень каменито-гравийного состава являют-

ся важными показателями при определении плодородия орошаемых автоморфных серо-бурых почв пустынной зоны. В пустынной зоне по мере увеличения периода орошения в зависимости от мутности поливной воды постепенно увеличиваются мощность гумусового и агроирригационного горизонтов, содержание гумуса, валовых и подвижных элементов. Количество гумуса в агроирригационном горизонте староорошаемых серо-бурых почв составляет 1,02%. Этот показатель в новоосвоенных серо-бурых почвах составляет 0,60%.

Источником орошения этой территории являются мутные воды реки Сох, уровень мутности которой меняется в зависимости от сезона года. В период орошения, т.е. в июне, июле и августе, уровень мутности воды достигает 2,2–4,3 г/л.

Суммарное количество растворенных солей и мутных стоков в водах р. Сох составляет 1204 мг/л, коагулирующая способность оценивается как высокая [1].

Согласно анализу при максимальном расходе речной воды в период поливов количество твердого стока в среднем составило 2,21 г/л. Среднее содержание гумуса в осадках составило 1,544% (n = 7), подвижного фосфора 24,0 мг/кг и калия 194 мг/кг. Таким образом, несмотря на относительно короткий период освоения земель, формирование агроирригационного слоя и повышение плодородия почв можно оценить как положительное влияние показателей мутности и состава стоков р. Сох.

Известно, что количество химических элементов и их соединений в почве изменяется в зависимости от характера проявления факторов почвообразования. Классификация химических элементов, содержащихся в почвах по В.И. Вернадскому [13], делится на группу циклические (Cr, Co, Sb), рассеянные (Sc, Cs) и др. Количество циклических и рассеянных микроэлементов по данным анализа проб почв, отобранных из генетических горизонтов изученных орошаемых серо-бурых почв и осадочных отложений р. Сох, приведено в табл. 1.

Количество микроэлементов Sb, Cs в изученных почвах меньше, чем литосферного кларка. Содержание микроэлементов Sc, Cr, Co, напротив, превышает количество литосферного кларка и варьируют в пределах Cr 41–57, Co 6,6–12,0, Sc 6,7–11,0 мг/кг. Это свидетельствует о том, что в генетических горизонтах орошаемых серо-бурых почв, сформированных в трансэлювиально-аккумулятивных ландшафтах в зависимости от состава и норм поливной воды происходит аккумуляция вышеуказанных циклических и рассеянных микроэлементов.

Таблица 1

Изменение количества циклических и рассеянных элементов
в генетических горизонтах почв, мг/кг (n = 6)

Номер разрезов	Глубина, см	Cr	Co	Sb	Sc	Cs
1/баг	0–25	41,0	6,6	0,97	6,7	4,2
	25–45	54,0	9,6	1,3	11,0	6,8
	45–55	51,0	10,0	1,1	9,9	7,9
2/уз	0–28	57,0	12,0	2,2	10,0	6,6
	28–48	43,0	9,8	2,3	8,8	5,3
	48–70	46,0	12,0	1,3	9,5	5,8
Ил осадков (n = 7)		8,6	54,0	9,2	1,3	6,3
Кларк литосферы [1]		10,0	3,7	18,0	0,5	83
Кларк почвы [1]		7,0	5,0	8,0	0,24	200

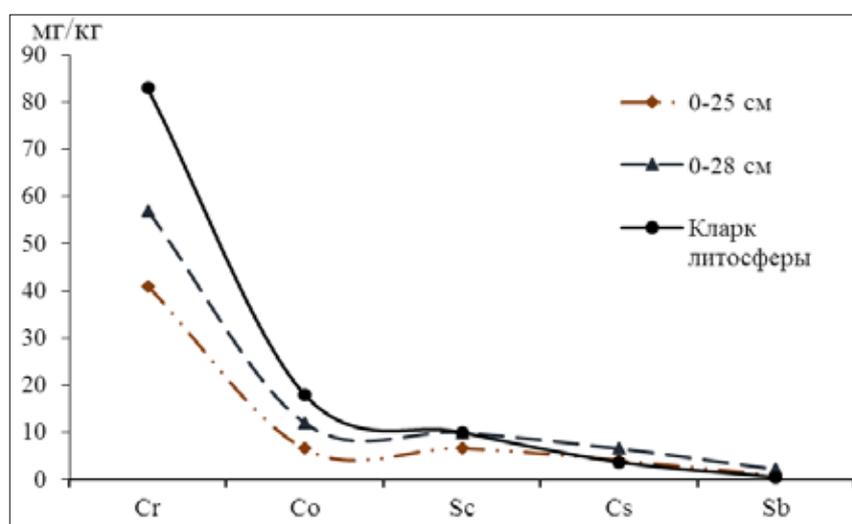


Рис. 1. Геохимический спектр микроэлементов в серо-бурых почвах

В подпочвенном горизонте новоосвоенных серо-бурых почв содержание микроэлементов относительно более высокое, чем в пахотных горизонтах. В староорошаемых серо-бурых почвах наблюдается обратная картина, что, очевидно, связано с длительностью влияния оросительных вод. По мере повышения степени окультуренности орошаемых серо-бурых почв циклические, рассеянные микроэлементы накапливаются в их верхних горизонтах в зависимости от количества гумуса и механического состава. Эту ситуацию можно проследить и на геохимическом спектре в порядке убывания количества микроэлементов в пахотных горизонтах орошаемых серо-бурых почв разного уровня окультуренности (рис. 1).

Относительно низкое кларковое содержание Cs, Sb и более высокое содержание

Sc, Cr, Co сохранялись в орошаемых серо-бурых почвах.

Большинство химических анализов показывает [14], что элементный состав растения, произрастающего в определенных почвенных условиях, изменяется в зависимости от количества химических элементов в этой почве. Усвоение растениями и накопление химических элементов в органах растений различны в зависимости от фазы развития, что можно проследить по данным табл. 2.

В луке репчатом (*Allium cepa* L.) содержание Cr варьирует от 0,47 до 0,35 мг/кг, Co от 0,055 до 0,0031 мг/кг, Sc от 0,017 до 0,0086 мг/кг, Cs от 0,028 до 0,012 мг/кг, Sb от 0,02 до 0,015 мг/кг. Содержание этих элементов в пахотном горизонте почв составляют: Cr – 41–57 мг/кг, Co – 6,6–12,0 мг/кг, Sc – 6,7–10,0 мг/кг, Cs – 4,2–6,6 мг/кг, Sb – 0,97–2,2 мг/кг.

Таблица 2

Изменение содержания микроэлементов в органах лука репчатого (*Allium cepa* L.), мг/кг (n = 6)

Номер разреза (название почв)	Органы растений	Cr	Co	Sb	Sc	Cs
1/баг (новоосвоенные серо-бурые почвы)	луковица	0,47	0,055	0,020	0,017	0,028
	листья	1,20	0,140	0,043	0,079	0,082
	корни	1,90	1,200	0,140	0,230	0,310
	среднее	1,19	0,465	0,068	0,109	0,122
2/уз (староорошаемые серо-бурые почвы)	луковица	0,35	0,031	0,015	0,009	0,012
	листья	1,20	0,150	0,051	0,09	0,090
	корни	3,80	1,100	0,023	0,440	0,430
	среднее	1,78	0,427	0,030	0,180	0,177

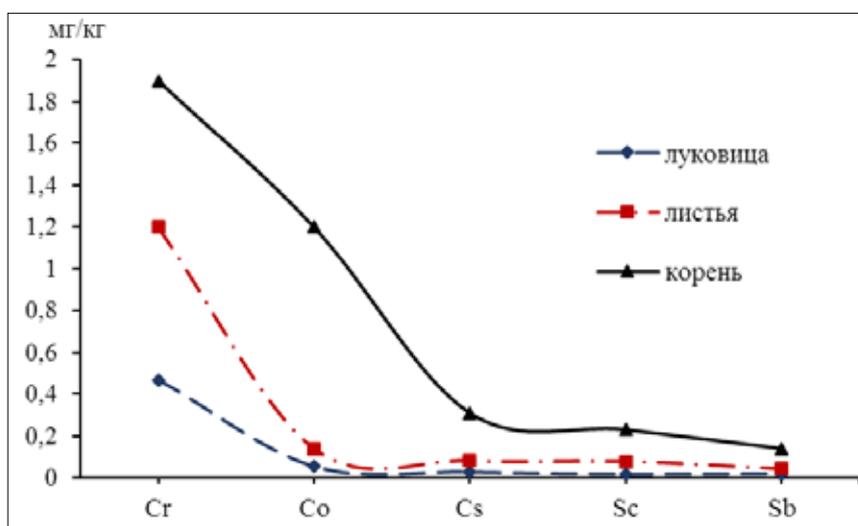


Рис. 2. Геохимический спектр микроэлементов в органах растений лука репчатого (*Allium cepa* L.) (1/баг)

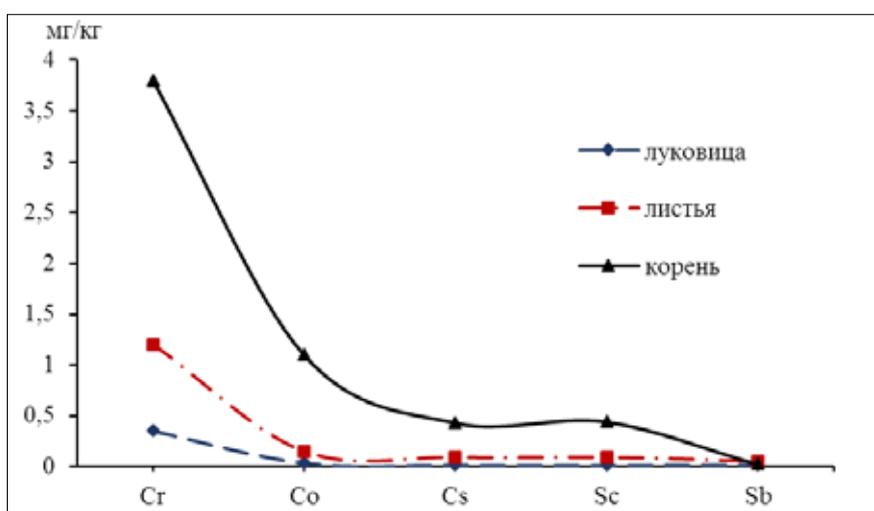


Рис. 3. Геохимический спектр микроэлементов в органах растений лука репчатого (*Allium cepa* L.) (2/уз)

Таблица 3

Изменение коэффициентов биологического поглощения (Ах)
лука репчатого (*Allium cepa* L.) (n = 6)

Элемент	Лук (<i>Allium cepa</i> L.) 1/баг				Лук (<i>Allium cepa</i> L.) 2/уз			
	луковица	листья	корни	среднее	луковица	листья	корни	среднее
Cr	0,011	0,029	0,046	0,029	0,006	0,021	0,067	0,031
Co	0,008	0,021	0,182	0,070	0,003	0,013	0,092	0,036
Sb	0,021	0,044	0,144	0,070	0,007	0,023	0,010	0,013
Sc	0,003	0,012	0,034	0,016	0,001	0,009	0,044	0,018
Cs	0,007	0,020	0,074	0,033	0,002	0,014	0,065	0,027

Из таблицы 3 видно, что Sc и Cr накапливаются в корнях лука, выращенного на староорошаемых серо-бурых почвах, в два раза больше, чем в корнях луковиц, выращенных на новоосвоенных серо-бурых почв. Cs, Co и Sb накапливаются в корнях лука в условиях орошаемых почв, где Sb поглощается до 6 раз больше, и этот показатель не превышает допустимой нормы.

Орошаемые серо-бурые почвы относительно богаты Cr, Sc, Co, Sb и Cs. В листьях и луковицах наблюдается, что количество изученных микроэлементов было практически близким между собой (рис. 2, 3).

При изучении процесса биогенной миграции циклических и рассеянных элементов в первую очередь изучалось поглощение их растением лука репчатого. При этом использовалась формула, предложенная А.И. Перельманом. Результаты приведены ниже.

Доказано, что показатель коэффициентов биологического поглощения лука репчатого в различных органах варьирует в зависимости от количества элементов в почвах и физиологических функций органов. Изученные элементы согласно классификации А.И. Перельмана луком захватываются, а не поглощаются.

Заключение

Таким образом, между содержанием микроэлементов в луке репчатом и его листьях, корнях и содержанием микроэлементов в орошаемых почвах существует интегральная зависимость. Между содержаниями циклических и рассеянных элементов в орошаемых серо-бурых почвах и в луке, выращенном на этих почвах, имеется корреляционная связь. Коэффициент корреляции колеблется от 0,75 до 0,99 в новоосвоенных и от 0,87 до 0,97 в староорошаемых почвах. Сильная корреляционная связь совпала с Cr, Co, Sc и Cs, в то время

как Sb наблюдается относительно низкая связь. Это связано со способностью органов лука избирательно поглощать изученные химические элементы.

В староорошаемых серо-бурых почвах накопление микроэлементов в корнях, луковицах и листьях лука выше по сравнению с новоосвоенными. В корнях в 1,4–44,0 раза больше, чем в луковицах, в 3,2–7,1 раза больше, чем в листьях. Только Sb накапливается в листьях лука в 0,4 раза больше, чем в корнях, и не превышает допустимой нормы.

Контролируя количество и качество микроэлементов в почве, их миграцию и другие биогеохимические свойства, можно контролировать химический состав сельскохозяйственных культур, в том числе лука, выращиваемого на орошаемых землях. Это в свою очередь приводит к повышению урожайности и качества сельскохозяйственных культур, а также экологической ценности продукции.

Список литературы

1. Юлдашев Г., Исагалиев М. Геохимия почв конусов выноса. Т.: ФАН, 2012. 160 с.
2. Алексеева М.В. Репчатый лук. М.: Колос, 1982. С. 108–114.
3. Эшанкулова Р.У. Эффективность норм и соотношений минеральных удобрений под раннеспелый сорт репчатого лука Пешпазак в условиях Гиссарской долины: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук. Душанбе, 2005. 28 с.
4. Adotey D.K., Serfor-Arma Y., Fianko J.R., Yeboah P.O. Essential elements content in core vegetables grown and consumed in Ghana by instrumental neutron activation analysis. African Journal of Food Science. September. 2009. Vol. 3. No. 9. P. 243–249.
5. Juan Carlos Diaz-Perez1, Jesus Bautista, Gunawati Gunawan, and Anthony Bateman. Sweet onion (*Allium cepa* L.) as influenced by organic fertilization Rate: 1. Plant Growth, and Leaf and Bulb Mineral Composition. HortScience. 2018. Vol. 53. No. 4. P. 451–458.
6. Yousuf M.N., Akter S., Haque M.I., Mohammad N., Zaman M.S. Compositional nutrient diagnosis (CND) of onion (*Allium cepa* L.). Bangladesh Journal of Agricultural Research. 2013. Vol. 38. No. 2. P. 271–287.

7. Md. Monir Hossain, Khaleda Khatun, Md. Ehsanul Haq, Montasir Ahmed and Md. Shefat-Al-Maruf. Macro and micro nutritional effect on seed yield of onion. *Advances in Research*. 2017. Vol. 12. No.1. P. 1–9.
8. Bedassa M., Abebaw A., Desalegn T. Assessment of Selected Heavy Metals in Onion Bulb and Onion Leaf (*Allium cepa* L.), in Selected Areas of Central Rift Valley of Oromia Region Ethiopia. *Journal of Horticulture*. 2017. Vol. 4. No. 4. P. 2–5.
9. Fait S., Fakhi S., ElMzibri M., Malek O.A., Racgdi B., Faiz Z., Fougrach H., Badri W., Smouni A. and Fahr M. Behavior of As, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, and Zn at the soil/plant interface around an uncontrolled landfill (Casablanca, Morocco). *Remediation Journal*, 2018. Vol. 28. No. 4. P. 65–72.
10. Абдухакимова Х., Исагалиев М. Изменение содержания мышьяка и тяжелых металлов в сероземах юга Ферганы // Научное обозрение. Биологические науки. 2020. № 4. С. 16–21. DOI: 10.17513/srbs.1208.
11. Исагалиев М.Т., Юлдашев Г., Абдухакимова Х.А., Обидов М.В. Биомикроэлементы в сероземах юга Ферганы / Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XV Международная научно-практическая конференция (12–13 марта 2020 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. Кн. 1. С. 364–366.
12. Demis F., Hussien M., Fekadu G. Influence of Nitrogen and Phosphorus fertilizer Rates on Seed Yield, Yield Components and Quality of Onion (*Allium cepa* L.) at Kulumsa in Arsi Zone, South East Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*. 2019. Vol. 14. No. 33. P. 1795–1808.
13. Вернадский В.И. Труды по биогеохимии и геохимии почв. М.: Наука, 1992. 437 с.
14. Isagaliev M., Yuldashev G., Abdulkhakimova Kh. Geochemistry of biotrace elements in irrigated serozems of the south of Fergana. *European Sciences Review*. Vienna. 2018. Vol. 2. No. 11-12. P. 25–28.