

полной (8,8 т/га) и полуторной (13,2 т/га) доз известково-го удобрения происходит увеличение Кс в верхнем слое почвы (0-10 см) на 0,4 и 0,6, а в нижнем (10-20 см) – на 0,1 и 0,3 ед. соответственно. Следует отметить, что в подпахотном слое (20-30 см) почвы улучшение структурного состояния происходило под влиянием максимальной дозы известкового удобрения (13,2 т/га), а увеличение количества водопрочных агрегатов – в 1,3-1,7 раза – в основном за счет вновь образованных агрегатов размером 0,25-0,5 мм.

Таким образом, устранение кислотности чернозема выщелоченного способствовало улучшению структуры почвы и повышению водопрочности агрегатов, что создавало условия для получения дополнительного урожая сельскохозяйственных культур.

Литература

1. *Агрохимия* / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА, 2017. – 854 с.

2. *Ариушикина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.

3. *Биккинина Л.М.-Х., Алиев Ш.А.* Влияние применения местной доломитовой муки на структурно-агрегатное состояние выщелоченного чернозема // *Достижения науки и техники АПК*. – 2014. – №3. – С. 15-16.

4. *Кузин Е.Н.* Изменение плодородия почв / Е.Н. Кузин, А.Н. Арефьев, Е.Е. Кузина. – 2013. – 290 с.

5. *Кузнецова И.В.* О некоторых критериях оценки физических свойств почв // *Почвоведение*. – 1979. – № 3. – С. 81 – 88.

6. *Празина Е.А.* Изменение кислотности черноземов лесостепной зоны ЦЧО в зависимости от степени смытости / Е.А. Празина // *Владимирский земледелец*. – 2017. – №4. – С. 7-8.

7. *Черноземы: структурный состав, агрегатный состав, физические свойства.* [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – [Б.м.], 2013. – URL: <http://knowledge.allbest.ru/agriculture/.html>. (15.07.2010).

8. *Nebytov V.G.* Shanges in the properties of leashed chernozem upon its agricultural use and field -protectiveafforestation // *Soil Sci.* – 2005. – №6. – P. 656-664.

INFLUENCE OF LIMING ON THE STRUCTURAL AND AGGREGATE STATE OF LEACHED CHERNOZEM

L.M.-H. Bikkinina¹, A.A. Lukmanov², A.Kh. Yapparov¹, Sh.A. Aliev¹, M.M. Iliasov¹, N.L. Sharonova¹

¹ *Tatar Scientific Research Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science, FRC Kazan Scientific Center, Russian, Academy of Science, Orenburgsky tract 20a, 420059Kazan, Russia*

² *FSBI "Center for Agrochemical Service" Tatarskii", Orenburg tract 120, 420059Kazan, Russia, e-mail: agrohimi_16_1@mail.ru*

The results of evaluation of the structural and aggregate state of leached chernozem using lime in long-term studies on the basis of stationary field experience are presented. In the experiment, various doses of lime fertilizer were studied: half, equivalent to 0.5 hydrolytic acidity, full-1.0 hydrolytic acidity and 1.5 hydrolytic acidity. Liming contributed to an increase in the content of agronomically valuable aggregates in the soil with a particle size of 0.25-10.0 mm as well as the formation of water-resistant aggregates (> 0.25 mm). The positive effect of lime was also noted in the subsurface layer of soil (20-30 cm). The increase in the number of water-resistant units in 1.3-1.7 times. Soil structure coefficient (KC=2.2) characterized the structural-aggregate state of leached chernozem as excellent (>1.5).

Key words: lime, fertilizer, leached chernozem, structural-aggregate, water-resistance.

УДК 631.416.4: 631.445.5

ЗАПАСЫ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПОДВИЖНОСТЬ КАЛИЯ В СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

А.М. Гусейнов, Н.В. Гусейнов, К.Ю. Мамедова, Азербайджанский ГАУ, Азербайджан, г. Гянджа, проспект Атаатюрка, 262, AZ 2000 E-mail: kemale733@mail.ru

Показано по результатам исследований, что в сероземах общие запасы валового калия достаточно высокие. Это связано с характером пород и направлением почвообразовательного процесса в условиях пустынно-степной зоны. Выявлено, что сероземные почвы довольно богаты подвижными формами калия (обменной и водорастворимой), которые обуславливают слабую эффективность калийных удобрений, применяемых на этих почвах под посевы сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: сероземы, распределение калия, валовой калий, подвижный калий, калий в органическом веществе.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.13

Калий является одним из основных биофильных элементов, который отвечает за плодородие и производительную способность почв. Несмотря на большое количество работ по калийному состоянию почв, поведение калия в почвах остается в центре внимания почвоведов. Одна из наиболее дискутируемых проблем – формирование калийснабжающей способности почв.

Кроме того, важными аспектами воздействия калия на агроценоз являются значительное улучшение качества растительной продукции, снижение ее потерь при хранении, повышение устойчивости выращиваемых культур к различным болезням и вредителям [1].

Изучение запасов и подвижности калия в сероземах приобретает в настоящее время важное теоретическое и практическое значение в связи с все более широким применением удобрений (особенно высоких доз азотных и фосфорных) в хлопкосеющих районах нашей республики, которые находятся в основном в сероземной зоне.

Необходимость применения калийных удобрений в зоне сероземов доказана полевыми опытами и установлено, что эффективность высоких доз азотных и фосфорнокислых удобрений, применяемых под посевы

хлопчатника, заметно возрастает при одновременном внесении и калийных удобрений [2, 3].

Очевидно, что в дальнейшем с ростом урожайности сельскохозяйственных культур в сероземной зоне при высоком фоне азотного и фосфорного питания, все большим выносом из почвы питательных веществ растениями, эффективность удобрений, особенно калийных, будет возрастать, а применение их расширится. Это в свою очередь потребует более углубленных исследований взаимодействия калия с почвой и доступности его растениям, что в настоящее время изучено недостаточно. Исследованиями выявлено, что сероземы характеризуются довольно высоким содержанием валового калия, количество которого в отдельных случаях достигает 3,2% в расчете на K_2O , что в значительной мере определяется характером материнской породы. Обменный калий составляет незначительную часть этих запасов, еще меньше калия в почве в водорастворимом состоянии [4, 5]. Количество калия в почве определяется в основном ее гранулометрическим составом: в глинистых и суглинистых почвах его больше, чем в песчаных и супесчаных [6].

Что касается калия, связанного в сероземах в органической форме, то исследования по этому вопросу малоизучены. Вместе с тем, в орошаемых сероземах при периодическом их увлажнении и иссушении, интенсивно происходят превращения различных форм калия и переход его из обменного в необменное состояние и обратно.

На сероземах республики при систематическом применении азотных и фосфорных удобрений содержание подвижных форм калия невелико и отзывчивость интенсивных культур, особенно хлопчатника, на калийные удобрения возрастает.

Цель наших исследований – изучить в орошаемых подтипах сероземов различные формы калия, поскольку это позволит ближе подойти к разработке правильной системы питания растений для повышения их урожайности.

Методика. Исследования проведены в Азербайджанской Республике на различных подтипах сероземов:

на темных тяжелосуглинистых сероземах фермерского хозяйства «Араз», расположенном в Имишлинском районе Муганской степи;

на типичных среднесуглинистых сероземах Ширванской опытной станции, расположенной в Уджарском районе Ширванской степи;

на светлых среднесуглинистых сероземах Мильской зональной опытной станции, расположенной в Бейлаганском районе Мильской степи.

В местах исследований отбирали образцы почв с генетических горизонтов. Для общей характеристики определяли: гранулометрический состав по методу Качинского, гумус – методом Тюрина с титриметрическим окончанием, емкость катионного обмена – спектрометром Atomic Absorption Spectrometry (AAS) [7], pH солевой вытяжки – потенциометром. Результаты анализов приведены в таблице 1.

1. Аналитические данные исследования почв и результат анализа водной вытяжки

Место взятия образцов	Сероземы	Глубина, см	Гумус, %	pH	Емкость поглощения, мг-экв/100 г почвы	Плотный остаток	Минеральный остаток	Общая щелочность HCO_3	Ca^{2+}	Cl	SO_4^{2-}
%											
Имишлинский район, фермерское хозяйство «Араз»	Темные тяжелосуглинистые	0-25	2,15	7,9	18,1	0,466	0,315	0,027	0,028	0,007	0,148
		25-35	1,12	7,6	17,0	0,510	0,400	0,019	0,027	0,007	0,157
		35-45	0,75	7,5	15,3	0,457	0,325	0,014	0,027	0,005	0,105
Уджарский район, Ширванская ЗОС	Типичные среднесуглинистые	0-25	1,42	7,8	14,7	0,209	0,113	0,023	0,017	0,004	0,012
		25-35	1,05	7,8	11,3	0,231	0,141	0,021	0,017	0,004	0,017
		35-45	0,42	7,7	10,6	0,119	0,092	0,012	0,16	0,004	0,022
Бейлаганский район, Мильская ЗОС	Светлые среднесуглинистые	0-25	1,28	7,1	12,9	0,274	0,152	0,024	0,025	0,003	0,028
		25-35	0,81	7,3	12,0	0,351	0,195	0,023	0,024	0,003	0,024
		35-45	0,47	7,2	10,8	0,188	0,103	0,018	0,025	0,02	0,030

Для изучения подвижности калия в исследуемых почвах определяли количество калия, переходящего в карбонатно-аммонийные вытяжки, полученные по методу Гусейнова и Протасова [8].

Содержания калия в органическом веществе почвы устанавливали путем сжигания с пероксидом водорода с дальнейшим вычислением разницы фильтратов.

Кроме того, в образцах этих почв проведены определения запасов валового калия, установлены распределение его по отдельным генетическим горизонтам, содержание калия во фракциях почвенных частиц различной крупности и в органической части почвы, количество почвенного калия, находящегося в подвижном состоянии – в обменной и водорастворимой формах. Определение калия проводили спектрометром Atomic Absorption Spectrometry (AAS) 1 н. ацетатом аммония по соответствующей методике [9].

Результаты и их обсуждение. Исследования различных подтипов сероземных почв, образцы которых взяты в трех разных районах, показали, что, запасы ва-

лового калия в данных образцах достигают 3,09 % от массы почвы (табл. 2).

2. Запасы валового калия в сероземах

Место взятия образца	Сероземы	Глубина слоя, см	K_2O , % от массы почвы
Имишлинский район, фермерское хозяйство «Араз»	Темные тяжелосуглинистые	0-25	2,85
		25-35	3,07
		35-45	3,09
Уджарский район, Ширванская ЗОС	Типичные среднесуглинистые	0-25	2,61
		25-35	2,35
		35-45	2,47
Бейлаганский район, Мильская ЗОС	Светлые среднесуглинистые	0-25	2,53
		25-35	2,27
		35-45	1,97

Распределение калия по профилю отдельных почв почти равномерное, кроме отдельных горизонтов. Несколько большие запасы этого элемента отмечены в верхних горизонтах почв, что закономерно и объясня-

ется биологической аккумуляцией калия под влиянием растительности и накоплением его в почвообразующих породах сероземной зоны, которое зависит от состава горных пород и условий выветривания, а также от характера почвообразовательного процесса. Определение валовых запасов калия проведено во фракциях песка, пыли, ила пахотного слоя темного, типичного и светлого сероземов.

Все фракции сероземных почв содержат калий, но богаче всего им фракции средней и мелкой пыли и ил. Минимальное количество этого элемента заключается во фракции мелкого песка (0,25-0,05 мм), где содержание калия колеблется от 2,05 до 2,93%, а крупной пыли (0,05-0,01 мм) – от 1,83 до 3,21%. Обращает на себя внимание относительно высокое содержание калия во фракции частиц > 0,25 мм (наиболее ценная с агрономической точки зрения), которое достигает во всех подтипах 2,11-3,78%. Также и во фракции <0,001 мм, где количество валового калия вновь увеличивается до 3,56%.

3. Содержание калия в гранулометрических фракциях почвы

Место взятия образца	Сероземы	Глубина слоя, см	Размер частиц, мм	K ₂ O, %
Имишлинский район, фермерское хозяйство «Араз»	Темные тяжело-суглинистые	0-25	>0,25	3,78
			0,25-0,05	2,65
			0,05-0,01	3,07
			0,01-0,001	2,79
			<0,001	3,50
		35-45	>0,25	2,35
			0,25-0,05	2,95
			0,05-0,01	2,67
			0,01-0,001	2,11
			<0,001	3,56
Уджарский район, Ширванская ЗОС	Типичные среднесуглинистые	0-25	>0,25	2,69
			0,25-0,05	2,05
			0,05-0,01	2,18
			0,01-0,001	3,27
			<0,001	3,00
		35-45	>0,25	2,73
			0,25-0,05	2,09
			0,05-0,01	1,83
			0,01-0,001	3,12
			<0,001	3,24
Бейлаганский район, Мильская ЗОС	Светлые среднесуглинистые	0-25	>0,25	2,11
			0,25-0,05	2,36
			0,05-0,01	2,77
			0,01-0,001	1,95
			<0,001	3,11
		35-45	>0,25	2,60
			0,25-0,05	2,93
			0,05-0,01	3,21
			0,01-0,001	2,35
			<0,001	2,79

Наблюдая за распределением калия по фракциям частиц различной крупности, можно заключить, что особого различия между светлыми и типичными сероземами нет.

Сравнивая содержание валового калия в отдельных горизонтах почвы и его распределение в различных фракциях верхнего горизонта, пришли к выводу, что процессы образования и развития сероземов не сопровождаются резким изменением валового калия в почве разного гранулометрического состава. При этом не происходит и перемещения калия в нижние горизонты почвы в таких количествах, которые сказывались бы на результатах анализов.

Из данных таблицы 4 видно, что лишь незначительное количество калия содержится в органической части этих почв. Следует обратить внимание на различное

распределение органического калия по горизонтам целинной и орошаемой почвы. В целинных почвах наблюдается уменьшение содержания органического калия в слое 20-30 см по сравнению с верхним горизонтом, что в орошаемых почвах не прослеживается. Это объясняется вымыванием калия в орошаемом сероземе в нижние горизонты, чего нет на целине.

4. Количество калия, содержащегося в органической части сероземов

Сероземы	Глубина слоя, см	K ₂ O, мг/ 100 г почвы		
		водорастворимый из обработанной H ₂ O ₂ навески почвы	в водной вытяжке	в органических веществах почвы
Темные тяжело-суглинистые, целина	0-20	12,20	5,10	7,10
	20-30	4,50	2,00	2,50
Темные тяжело-суглинистые, орошаемые	0-20	18,30	8,30	10,00
	20-30	16,24	6,00	8,24
Типичные среднесуглинистые, целина	0-20	14,28	6,24	8,04
	20-30	5,80	2,60	3,20
Типичные среднесуглинистые, орошаемые	0-20	9,52	3,50	5,02
	20-30	11,40	5,00	6,40
Светлые среднесуглинистые, целина	0-20	81,50	61,25	20,25
	20-30	51,80	42,14	9,66
Светлые среднесуглинистые, орошаемые	0-20	26,28	12,01	14,28
	20-30	21,90	10,84	11,86

5. Запасы подвижного калия в сероземах

Место взятия образцов	Сероземы	Глубина слоя, см	K ₂ O, мг/100 г почвы		Запасы подвижного K ₂ O в слое почвы 45 см, кг/га
			поглощенный	водорастворимый	
Имишлинский район, фермерское хозяйство «Араз»	Темные тяжело-суглинистые, целина	0-25	34,9	2,87	1396
		25-35	22,7	1,35	
		35-45	17,1	1,15	
	Темные тяжело-суглинистые, орошаемые	0-25	44,4	4,09	2022
		25-35	41,3	3,65	
		35-45	38,7	3,20	
Уджарский район, Ширванская ЗОС	Типичные среднесуглинистые, целина	0-25	31,0	3,33	1249
		25-35	21,3	1,87	
		35-45	20,4	1,85	
	Типичные среднесуглинистые, орошаемые	0-25	23,9	2,19	1272
		25-35	27,4	2,94	
		35-45	18,6	1,34	
Бейлаганский район, Мильская ЗОС	Светлые среднесуглинистые, целина	0-25	16,4	1,74	809
		25-35	17,9	1,39	
		35-45	21,3	1,31	
	Светлые среднесуглинистые, орошаемые	0-25	32,3	3,51	1329
		25-35	25,6	2,11	
		35-45	20,1	1,90	

У двух последних образцов светлого серозема Мильской степи наблюдается резкое повышение содержания калия, связанного с органическим веществом. Это можно объяснить тем, что данные почвы засолены и их органическое вещество характеризуется высоким содержанием золы, в составе которой значительное место

занимает калий. Исследования показывают, что калий органических веществ почвы достаточно подвижен, он в результате обменных реакций легко переходит в доступное для растений состояние.

Для изучения подвижности калия в исследуемых почвах определяли количество поглощенного и водорастворимого калия. Количество поглощенного калия включает в себя и водорастворимый калий. В таблице 5 приведены запасы подвижного K_2O .

Запасы подвижного калия в разных подтипах серозёмов показали, что на всех орошаемых участках количество калия, как поглощенного, так и водорастворимого, больше чем на целине. Распределение калия по глубине в орошаемых участках более равномерное. На целинных участках, сравнивая верхний (0-25 см) горизонт с нижележащими (35-45 см), выявляются значительные различия в содержании калия. Так, например, в Имишлинском районе в верхнем слое калия в 2 раза больше чем в нижнем.

Таким образом, если учесть, что урожай хлопка – сырца 30-40 ц/га выносит из почвы 150-200 кг/га калия, то количество подвижного калия в данных почвах, согласно градации принятой в республике [3, 10], более чем достаточно для обеспечения высоких урожаев хлопка. Возможно, этим и объясняются многочисленные примеры слабой эффективности калийных удобрений, применяемых под хлопчатник на сероземных почвах.

Заключение. Установлено, что общие запасы валового калия в сероземах довольно высокие; это связано с характером пород и направлением почвообразовательного процесса в условиях пустынно-степной зоны. Распределение калия по отдельным генетическим горизонтам серозёмов довольно равномерное.

В целинных почвах наблюдается уменьшение содержания органического калия в слое 20-30 см по срав-

нению с верхним горизонтом, что в орошаемых почвах не прослеживается. Это объясняется вымыванием калия в орошаемом сероземе в нижние горизонты, чего нет на целине.

Сероземные почвы довольно богаты подвижными формами калия, что во многих случаях обуславливает слабую эффективность калийных удобрений, применяемых под посевы сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Якименко В.Н., Носов В.В. Эффективность применения калийных удобрений в Западной Сибири// Питание растений. – 2012. – №1. – С. 2-4.
2. Асланов Г.А., Велиев М.А. Хлопководство. – Баку: Элм, 2014. – 520 с.
3. Гусейнов А.М., Гусейнов Н.В., Мамедова К.Ю. Агрохимия. – Баку: Ганун, 2018. – 440 с.
4. Алиев Т.А. Агрохимия. – Гянджа, 2004. – 256 с.
5. Шакури Б.К., Байрамов Б.С. Микроэлементы в сероземных почвах Нахичеванской Автономной республики и их влияние на урожай сахарной свеклы// Сельскохозяйственная экология. – 2009. – №3. – С. 100-103.
6. Гусейнов А.М., Гусейнов Н. В. Химия почв. – Баку: Ганун, 2015. – 584 с.
7. Минеев В.Г. Агрохимия. – М., 2006. – С. 223-233.
8. Knudsen, D., G.A. Peterson, and P.F. Pratt (1982). Lithium, sodium and potassium. Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph No.9(2 nd ed.) ASA-SSSA. Madison. USA.
9. Гусейнов Д.М., Протасов П.В. Определение доступного растениям калия в карбонатных почвах. В.кн. Петербургского А.В. Практикум по агрономической химии. – М.: Сельхозгиз, 1959. – С. 217-225.
10. <http://www.nal.usda.gov/>
11. Гюльяхмедов А.Н., Ахундов Ф.Г., Ибрагимов С.З. Градация по содержанию подвижных форм элементов питания растений в почве для дифференцированного внесения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры. – Баку: Глав. упр. с.-х. наук и пропаганды МСХ Азерб. ССР, 1980. – 13 с.

RESERVES, DISTRIBUTION AND MOBILITY OF POTASSIUM IN STEPPE FIELDS OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

A.M. Huseynov, N.V. Huseynov, K.Y. Mamedova

Azerbaijan State Agricultural University, Ataturk av. 262, AZ2000 Azerbaijan, e-mail: kemale733@mail.ru

The results of studies are set out that in steppe the total reserves of gross potassium are quite high and it depends on the nature of the rocks and the direction of the soil-forming process in the desert-steppe zone. It has been revealed that serozem soils quite rich in mobile forms of potassium (exchangeable and water soluble), which causes a weak effectiveness of potash fertilizers used on these kind of soil for crops.

Keywords: steppe, potassium distribution, potassium mobility, potassium in organic matter.