

4. Vodyunina A.F., Korchagina Z.A. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Agropromizdat, 1986. – 416 с.

5. Пат. 2513837 Российская Федерация. МПК E02V 11/00, A01V 79/02 (2006.01). Способ установления величин изменения мочности слоя торфа на мелиорируемых землях / А.Е. Касьянов; заявитель и патентообладатель (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени С.А. Тимирязева). – № 2013109842/15; заявл. 06.03.2013; опубл. 20.04.2014. – Вул. № 11. – 4 с.

The material was received at the editorial office
16.01.2019 g.

Information about the author

Kasyanov Alexander Evgenjevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of land reclamation and recultivation FSBEI HE RGAU-MSHA, Moscow, ul. B. Academicheskaya, d. 44; e-mail: kasian64@mail.ru

УДК 502/504:631.434: 631.87

Н.П. КАРПЕНКО

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

Д.К. ЕГЕМБЕРДИЕВ, А.С. СЕЙТКАЗИЕВ, Х.И. ТУРСУНБАЕВ

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОМЕЛИОРАНТА НА ОСНОВЕ ФОСФОГИПСА

Предложена технология и исследован способ гипсования деградированных почв Жамбылской области для повышения их плодородия. Технология основана на применении нового биомелиоранта, содержащего фосфогипс, который является источником гипса и имеет стандарт СТ РК 2208-2012. Совместно с биомелиорантом в почву вносится навоз крупного рогатого скота с добавлением измельченной верблюжьей колючки. Данный способ позволяет снизить потери азота и органического вещества, по расчетам, до 40%, обеспечивает за короткий срок возможность получения высокоэффективного удобрения, улучшающего физико-химические и биологические свойства почвы, что способствует повышению урожая сельскохозяйственных культур. Предложенный способ увеличивает содержание устойчивых биологических ценных микроагрегатов или гумуса на 59,0...82,2%, повышает их водоустойчивость, улучшает влагоемкость и структуру почвы, способствует поддержанию влаги, повышает пористость на 20%, улучшает в целом водно-воздушные условия развития корневой системы сельскохозяйственных культур. Установлено, что внесение биомелиоранта в количестве 500 кг на гектар в твердом или жидком виде способствует повышению количества питательного органического вещества, увеличивает биологическую активность почвы, что в конечном итоге способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Деградированные почвы, биомелиорант, фосфогипс, навоз, урожайность, гумус.

Введение. Для обеспечения продовольственной безопасности и увеличения объема сельскохозяйственной продукции, производимой в республике Казахстан, необходимо не только рационально использовать земельные ресурсы, но и восстанавливать деградированные и малопродуктивные земли. В республике более 60% от общей территории земель (более 180 млн га) имеют крайне неудовлетворительное эколого-мелиоративное состояние. На этих землях

активно проявляются деградационные процессы. Деградация земель сопровождается не только интенсивным засолением почв, которое приводит к увеличению территории солончаковых пустынных районов и засолению орошаемых земель, но и к таким процессам, как осолонцевание, потеря гумуса, снижение запасов питательных веществ и т.д. Такая кризисная экологическая ситуация в республике требует разработки инновационных технологий и новых технических

решений по восстановлению деградированных земель и повышению плодородия малопродуктивных земель.

Анализ проведенных исследований по использованию фосфогипса в отраслях аграрно-промышленного комплекса показывает, что в настоящее время спектр его применения достаточно узок, в то время как этот мелиорант содержит ценные компоненты (кремний, железо, титан, магний, алюминий и марганец). Он может эффективно применяться не только в области мелиорации засоленных, деградированных и солонцовых почв, но и при рекультивации загрязненных нефтяными продуктами почв и т.д. [1, 2].

В Казахстане ежегодно в результате промышленной переработки образуется большое количество фосфогипса, масштабы его образования в целом оцениваются в 9 млн тонн, а объемы его накопления продолжают увеличиваться ежегодно примерно на 1 млн тонн. Следует отметить, что фосфогипс является основным побочным продуктом химической промышленности, образуется при производстве фосфорной кислоты и содержит 92% гипса, основные его отвалы находятся в хвостохранилищах. Как правило, влажность фосфогипса в промышленных отвалах не превышает 16%, которая может снижаться при выветривании на открытых площадках [3]. Однако в настоящее время использование этих материалов местного производства ограничено и не превышает 2,0%.

Материалы и методика исследования. В Казахстане имеются значительные площади малопродуктивных солонцовых почв, использование которых для выращивания сельскохозяйственных культур (зерна, овощей, фруктов, кормов и т.д.) возможно только после проведения комплексной мелиорации и химической мелиорации. На территории Жамбылской области широко распространены малопродуктивные серо-бурые почвы, бедные питательными веществами, подверженные дефляционным процессам, с небольшим гумусовым горизонтом, содержание которого не превышает 1%. Среди серо-бурых почв пятнами распространены солонцы и солончаки, в которых сумма солей достигает 80-85%, содержание гумуса находится в пределах 0,5...1,5% [4, 5].

Для решения проблемы восстановления деградированных засоленных земель была разработана технология, основанная на использовании нового биомелиоранта

на основе фосфогипса, который вносится в почву вместе с навозом крупного рогатого скота (КРС) и измельченной массой верблюжьей колючки и который является не только источником гипса, имеющего стандарт СТ РК 2208-2012, но и источником кальция и серы.

Как правило, фосфогипс вносят в почву как удобрение один раз в несколько лет в большом количестве (5...20 т/га), так как в его составе присутствуют такие полезные вещества как кальций и сера, что увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур. К тому же перед внесением в почву фосфогипс не требует очистки, так как фосфор, который в нем содержится, хорошо усваивается растениями. Для восстановления и повышения плодородия засоленных и солонцовых почв рекомендуется внесение в большом количестве кальцийсодержащих соединений, которые способствуют вытеснению из поглощающего комплекса почвы ионов натрия с заменой их ионами кальция при обильном орошении [6].

Исследования по применению фосфогипса с внесением органоминерального компоста (ОМК) на основе фосфогипса для выращивания кукурузы, показали, что ОМК существенно повышает пористость, улучшает влагоемкость, структуру почвы, способствует поддержанию влаги и улучшает в целом условия развития корневой системы растений. Следует отметить, что срок полного перепревания навоза не превышает трех лет [7].

Результаты и обсуждения. На территории Жамбылской области были проведены полевые эксперименты для определения влияния биомелиоранта на основе фосфогипса на агрохимические свойства сероземных почв и на урожайность кормовой культуры африканское просо. Экспериментальный опыт проводили на участке полигона ТарГУ имени М.Х. Дулати с разными приемами агротехники.

Поскольку технология была основана на применении нового биомелиоранта совместно с внесением в почву навоза крупного рогатого скота и добавлением измельченной массы верблюжьей колючки, то детально изучался вопрос получения этого органоминерального удобрения и оценки его свойств. Было установлено, что аммиачный азот в навозе находится в форме гидрокарбоната аммония, который вместе с сульфатом аммония образует гидрокарбонат кальция,

растворяется в воде и вызывает гидролиз. Вследствие этого образуется гидроксид кальция, что способствует созданию в навозе щелочной среды, которая способствует ускорению процесса брожения. Кроме того, навоз, подвергаясь анаэробному брожению, способен повысить температуру до 40...45°C, при которой увеличивается содержание питательных элементов, что значительно повышает его эффективность как удобрения [8].

В полевых экспериментах отбирались образцы почвы и определялись агрохимические характеристики до внесения биомелиоранта и после внесения. Результаты анализов образцов проб сероземных почв и их агрохимические характеристики приведены в таблице 1 и таблице 2.

Дозы внесения биомелиоранта в почву и ее агрохимические характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 1

Результаты анализов агрохимических характеристик образцов серозема до внесения биомелиоранта

№№ п/п	Глубина отбора проб, см	в %%			в мг-экв					
		Гумус	Азот	Валовой фосфат	Емкость поглощения	Магний	Поглощающий натрий	Подвижный фосфор	Подвижный калий	pH
1	0...14	1,19	0,084	0,155	13,6	1,6	0,327	1,82	44,3	7,54
2	14...46	0,21	0,024	0,132	16,0	1,2	0,194	1,41	34,2	7,18
3	46...66	0,16	0,014		55,2	14,0	0,341			8,02
4	66...91				64,4	10,0	0,353			8,13
5	91...120				22,8	6,8	0,207			7,28

Таблица 2

Результаты анализа водной вытяжки образцов серозема до внесения биомелиоранта

№№ п/п	Глубина отбора проб, см	Ед. изм.	Общая HCO_3^-	Cl ⁻	NO_4^-	Ca ⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Сухой остаток в %%
1	0...14	мг-экв	0,40	0,28	4,82	3,70	0,50	0,62	—	0,355
		%%	0,024	0,010	0,207	0,074	0,006	0,014	—	
2	14...44	мг-экв	0,36	0,68	8,72	7,0	1,20	0,85	—	0,638
		%%	0,022	0,024	0,418	0,140	0,015	0,019	—	
3	46...66	мг-экв	0,28	2,0	21,6	12,20	5,20	5,10	—	1,445
		%%	0,017	0,071	1,037	0,244	0,064	0,012	—	
4	66...91	мг-экв	0,24	1,52	17,08	12,20	3,10	2,20	—	1,221
		%%	0,015	0,054	0,82	0,244	0,038	0,050	—	
5	91...120	мг-экв	0,24	0,84	8,36	5,50	1,50	1,80	—	0,615
		%%	0,015	0,030	0,401	0,018	0,018	0,041	—	

Таблица 3

Дозы внесения биомелиоранта в почву и ее агрохимические характеристики

№№ п/п	Доза внесения биомелиоранта т/га в жидком виде в соотношении 1:20	Способы рыхления	Полевая всхожесть в %	Высота перед 1-укосом, см	Высота перед 2-укосом, см	Зеленая масса 1-укоса ц/га	Зеленая масса 2-укоса ц/га	Урожайность семян, ц/га	Процент увеличения урожайности, %
1	контрольная	Рыхление на глубину 8...12 см чизелем	70	83	76	80	84	20,4	—
2	5		83	97	91	93	88	25,6	25,4
3	10		89	99	94	95	90	26,2	28,4
4	15		88	98	93	94	92	25,8	25,5
5	5	Вспашка на глубину 20...25см	84	99	94	96	91	27,1	32,4
6	10		93	102	96	101	93	27,6	35,3
7	15		91	99	95	95	95	26,5	28,6

Данные таблицы 3 показывают, что повышение урожайности африканского проса наблюдается в целом на 25...35% при внесении биомелиоранта в количестве 0,5 т/га или 10 тонн суспензий, приготовленного

из расчета 1:20, в зависимости от способа приема агротехники. Динамика основных агрохимических показателей почвы после внесения биомелиоранта показана в таблице 4.

Таблица 4

Результаты анализов образцов почвы с определением катионов и содержание гумуса после внесения биомелиоранта

№ п/п	№ почвенного разреза	глубина отбора проб	в %%			в мг-экв					
			Гумус	Азот	Валовой фосфат	Емкость поглощения	Mg	Поглощающий натрий	Подвиж. фосфор	Подвижный калий	pH
1	23	0...14	1,89	0,584	2,155	15,6	1,6	0,327	4,82	47,3	6,44
2		14...46	2,21	0,724	3,132	19,0	1,2	0,194	6,41	38,2	6,18
3		46...66	1,96	0,814		58,2	12,0	0,341			6,02
4		66...91				67,4	9,0	0,353			6,13
5		91...120				28,8	4,8	0,207			5,28

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что совместное анаэробное брожение навоза КРС и верблюжьей колючки в присутствии фосфогипса создает благоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур, приводит к существенному улучшению структуры порового пространства и увеличению гумуса на 59,0...82,2%, чем до его внесения. Кроме того, предложенная технология способствует улучшению водно-воздушного и пищевого режимов, накоплению ряда ценных питательных биогенных элементов, таких как азот, кальций, фосфор, калий в корнеобитаемой зоне.

Выводы

Разработана технология и исследован способ гипсования деградированных и малопродуктивных почв для их восстановления и повышения плодородия. Технология основана на применении нового биомелиоранта, содержащего фосфогипс и изготовленного способом анаэробного брожения (навоз КРС, фосфогипс, измельченная верблюжья колючка).

Предложенный способ увеличивает содержание устойчивых биологических ценных микроагрегатов на 59,0...82,2%, повышает водоустойчивость почв, способствует улучшению основных физико-механических и агрохимических свойств засоленных и солонцовых почв, повышает влагоемкость и пористость почв на 20%, улучшает в целом водно-воздушные условия развития

корневой системы сельскохозяйственных культур.

Установлено, что внесение биомелиоранта в количестве 500 кг на гектар в твердом или жидком виде способствует повышению количества питательного органического вещества, увеличивает биологическую активность почвы, что в конечном итоге способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Проведенные полевые эксперименты на малопродуктивных сероземных почвах позволили установить, что предложенная технология повышает урожайность яблони карликовых сортов на 40...50%.

Библиографический список

1. **Окорков В.В.** Перспективы и пути использования фосфогипса на кислых почвах. / В кн. Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2010. – С. 156-161.
2. **Байбеков Р.Ф., Шильников И.А., Аканова Н.И.** Научно-практические рекомендации по применению фосфогипса нейтрализованного в качестве химического мелиоранта и серного удобрения. – М: ВНИИА. – 2012. – 42 с.
3. **Гукалов В.В.** Влияние фосфогипса на развитие и продуктивность озимой пшеницы. / I Всерос. научная конференция «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленности и сельскохозяйственного производства». – Краснодар: Изд-во КубГАУ. – 2009. – С. 32-34.

4. Карпенко Н.П., Сейтказиев А.С., Маймакова А.К. Регулирование водно-солевого режима почв на засоленных землях хозяйств «Туймекен» и «Дихан» Жамбылской области. // Природообустройство. – 2017. – № 3. – С. 70-75.

5. Карпенко Н.П., Сейтказиев А.С. Эколого-мелиоративное обоснование водно-солевого режима засоленных почв Таласского массива орошения Жамбылской области. // Природообустройство. – 2017. – № 4. – С. 73-79.

6. Турсунбаев Х.И., Хожанов Н.Н. и др. Разработка интенсивной технологии возделывания слаборастущих фруктовых деревьев в сероземных почвах Жамбылской области. // Вестник науки и образования. – 2017. – № 3(27). – С. 27-33.

7. Хожанов Н.Н., Естаев К.А., Жабалбаев Г.Е. Фитомелиорация – основа экологического равновесие орошаемого земледелия. // Мат–лы международной научно-практической конференции «Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства» (Костяковские чтения). – М.: ВНИИГиМ, 2013. – С. 91-95.

8. Турсунбаев Х.И., Хожанов Н.Н. и др. Способ изготовления кормов из соломы зерновых продуктов и измельчен-

ной стебли веток верблюжьей колючки. – Инновационный патент № 99824 от 21.10.2016 г.

Материал поступил в редакцию 12.09.2018 г.

Сведения об авторах

Карпенко Нина Петровна, доктор технических наук, профессор кафедры гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: nrcarpenko@yandex.ru

Егембердиев Даулет Канатович, докторант PhD ТарГУ им. М.Х. Дулати; 080016, Республика Казахстан, г. Тараз, ул. Сатпаева, 28; e-mail: daulet_agpz@mail.ru

Сейтказиев Адеубай Садакбаевич, доктор технических наук, профессор кафедры мелиорации и агрономии ТарГУ им. М.Х. Дулати; 080016, Республика Казахстан, г. Тараз, ул. Сатпаева, 28; e-mail: aleubai@mail.ru

Турсунбаев Хамбар Исраилович, ст. преподаватель кафедры мелиорации и агрономии ТарГУ им. М.Х. Дулати; 080016, Республика Казахстан, г. Тараз, ул. Сатпаева, 28; e-mail: khambar2016@yandex.ru

N.P. KARPENKO

Federal state budgetary institution of higher education «Russian State Agrarian University-MAA named after C.A. Timiriazev, Moscow, Russian Federation

D.K. EGEMBERDIEV, A.S. SEITKAZIEV, H.I. TURSUNBAYEV

Taraz State University named after M.H. Dulati, Taraz, Kazakhtan

TECHNOLOGY OF RECONSTRUCTION OF DEGRADATED SOILS WITH THE USE OF BIOMELORANT BASED ON PHOSPHOGYPSE

There is proposed a technology and a method for gypsumizing degraded soils of the Zhambyl region to increase their fertility is investigated. The technology is based on the use of a new biomeliorant containing phosphogypsum which is a source of gypsum and has the standard ST RK 2208-2012. Together with the biomeliorant, manure of cattle is added to the soil with the addition of crushed camel thorn. This method allows to reduce losses of nitrogen and organic matter by up to 40% which provides in a short time a highly effective fertilizer that improves the physico-chemical and biological properties of the soil, thereby increasing the yield of crops. The proposed method increases the content of stable biological valuable microaggregates or humus by 59.0...82.2%, increases their water resistance, improves its moisture capacity, structure, helps to maintain moisture, increases its porosity by 20%, improves the overall water and air conditions for the development of the root systems of agricultural crops. It is established that the application of a biomeliorant in an amount of 500 kg per hectare in a solid or liquid form promotes an increase in the amount of nutrient organic matter, increases the biological activity of the soil which ultimately contributes to an increase in the yield of agricultural crops.

Degraded soils, biomeliorant, phosphogypsum, manure, yield, humus.

References

1. **Okorkov V.V.** Perspektivy i puti ispolzovaniya fosfogipsa na kislyh pochvah. / V kn. Problemy rekuljtivatsii othodov byta, promyshlennogo i seljskohozyajstvennogo proizvodstva. – Krasnodar: Izd-vo KuKy6ГAУ, 2010. – S. 156-161.

2. **Baybekov R.F., Shilnikov I.A., Akanova N.I.** Nauchno-prakticheskie rekomendatsii po primeneniyu fosfogipsa neitralizovannogo v kachestve himicheskogo meliorants liserного udobreniya. – M: VNIIA. – 2012. – 42 s.

3. **Gukalov V.V.** Vliyanie fosfogipsa na razvitie i produktivnost ozimoy pshenitsy. / I Vseros. Nauchnaya konferentsiya «Problemy rekuljtivatsii othodov byta, promyshlennosti i seljskohozyajstvennogo proizvodstva». – Krasnodar: Izd-vo KubGAU. – 2009. – S. 32-34.

4. **Karpenko N.P., Seitkaziev A.S., Maimakova A.K.** Regulirovanie vodno-solevogo rezhima pochv na zasolennyh zemlyah hozyajstv «Tujmeken» i «Dihan» Zhambyl'skoj oblasti. // Prirodoobustrojstvo. – 2017. – № 3. – S. 70-75.

5. **Karpenko N.P., Seitkaziev A.S.** Ekologo-meliorativnoe obosnovanie vodno-solevogo rezhima zasolennyh pochv Talasskogo massiva orosheniya Zhambyl'skoj oblasti. // Prirodoobustrojstvo. – 2017. – № 4. – S. 73-79.

6. **Tursunbaev Kh.I., Khozhanov N.N.** and others. Razrabotka in tensivnoj tehnologii vozdeleyvaniya slaborastushchih fruktovyh derev'ev v serozemnyh pochvah Zhambyl'skoj oblasti. // Vestnik nauki i obrazovaniya. – 2017. – № 3(27). – S. 27-33.

7. **Khozhanov N.N., Estaev K.A., Zhabalbaev G.E.** Fitomelioratsiya – osnova ekologicheskogo ravnovesiya oroshaemogo

zemledeleya. / Mat-ly mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Melioratsiya i problemy vosstanovleniya swljskogo hozyajstva» (Kostyakovskie chteniya). – M.: VNIIGiM, 2013. – S. 91-95.

8. **Tursunbaev Kh.I., Tursunbaev X.I., Khozhanov N.N.** i dr. Sposob izgotovleniya kormov iz solomy zernovyh produktov i izmeljchennoj stebli vetok verblyuzh'ej kolyuchki. – Innovatsionny patent № 99824 ot 21.10.2016 g.

The material was received at the editorial office
12.09.2018 g.

Informafion about the authors

Karpenko Nina Petrovna, doctor of technical sciences, professor of the department of hydrology, hydrogeology and flow regulation of RGAU-MSHA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49; e-mail: npkarpenko@yandex.ru

Egemberdiev Daulet Kanatovich, Doctoral Candidate of the PhD of Taraz State University. M.H. Dulati; 080016, Republic of Kazakhstan, city of Taraz, ul. Satpayev, 28; e-mail: daulet_agpz@mail.ru

Seytkaziev Adebai Sadakbaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Melioration and Agronomy of the Taraz State University named after. M.H. Dulati; 080016, Republic of Kazakhstan, city of Taraz, ul. Satpayev, 28; e-mail: aleubai@mail.ru

Tursunbaev Hambar Israilovich, art. Teacher of the Department of Melioration and Agronomy of Taraz State University named after. M.H. Dulati; 080016, Republic of Kazakhstan, city of Taraz, ul. Satpayev, 28; e-mail: khambar2016@yandex.ru