

УДК 502/504 : 635.65.633.1 : 664.762.002

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ ПОД ПОСЕВАМИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР ЮГА КАЗАХСТАНА

Поступила 01.08.2016 г.

© **Елизавета Сергеевна Койбакова¹, Мустафаев Мустафа Гылман оглы², Аманбаева Балжан Шакировна¹**

¹ Казахский Научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Тараз, Республика Казахстан

² Институт почвоведения Национальной Академии Наук, г. Баку, Азербайджанская Республика

TECHNOLOGICAL METHODS OF IMPROVEMENT OF DEGRADED SOILS UNDER THE SOWING OF LEGUMES AND GROAT CULTURES OF THE SOUTH KAZAKHSTAN

Received on August 01, 2016

© **Elizaveta Sergeevna Koibakova¹, Mustafaev Mustafa Gylman ogly², Amanbaeva Balzhan SHakirovna¹**

¹ Kazakh Research Institute of Water Management, Taraz, Republic of Kazakhstan

² National Academy of Sciences Institute of Soil Science, Baku, Republic of Azerbaijan

В настоящее время Казахстан столкнулся с проблемой серьезного ухудшения состояния природных ресурсов и окружающей среды по всем наиболее важным экологическим показателям. Почти треть сельскохозяйственных земель сейчас деградирована или находится под серьезной угрозой, а более 10 млн гектаров потенциально пахотной земли в прошлом уже заброшено. В статье излагаются результаты исследований по повышению мелиоративного благополучия почв юга Казахстана. Исследования проводились в полевых условиях и на лизиметрах, с закладкой опытов по внесению фосфогипса и глубоким рыхлением. Результаты исследований показали, что наиболее перспективным является вариант с внесением 5...7 т/га фосфогипса и глубокого рыхления, при котором снижается щелочность почв, происходит улучшение почв магниевого осолонцевания, то есть снижается содержание магния в почве, повышается содержание нетоксичных солей и урожайность зернобобовых культур. Внесение в почву фосфогипса нормой 5 т/га повышают катионы кальция в корнеобитаемом слое почв. На одном из вариантов опыта в результате внесения фосфогипса нормой 5 т/га содержание кальция повысилось в 4.67 раза. На варианте, где выращивалась соя, содержание кальция составило 0.046 %. Внесение фосфогипса снижает щелочность почв, снижает количество магния и повышает содержание нетоксичных солей – CaSO₄, повышает урожайность зернобобовых и крупяных культур. Урожайность сои на контрольном варианте составила 11.27 ц/га. Внесение в почву фосфогипса нормой 5 т/га повысило ее урожайность на 31.4 % относительно контрольного варианта, на варианте с проведением глубокого рыхления – на 15.1 %. На варианте, где в почву внесен фосфогипс и проведено глубокое рыхление, урожайность сои на 34.1 % выше контрольного варианта. Поэтому предлагаемые приемы улучшения почв магниевого осолонцевания юга Казахстана являются перспективными.

Ключевые слова: деградация почв, щелочность, магниевое осолонцевание, содержание кальция, фосфогипс, глубокое рыхление, зернобобовые культуры.

Kazakhstan currently faced with a serious deterioration in the state of natural resources and the environment in all the most important environmental indicators. Almost a third of the agricultural land is now degraded or is seriously threatened, and more than 10 million hectares of potentially arable land in the past has been abandoned. The article presents the results of research to improve the well-being of reclamation of soils of southern Kazakhstan. The studies were conducted in the field and in the lysimeters, with laying of experiments on the introduction of phosphogypsum and deep loosening. The results showed that the most promising is the option with the introduction of 5...7 t/ha of phosphogypsum and deep loosening in which the reduced alkalinity of soils, it improves soil alkalinity magnesium that is reduced magnesium content in the soil, increases the content of non-toxic salts and productivity of legumes. Soil application of phosphogypsum at the rate of 5 t/ha increase the calcium cations in the rooting zone of soils. On one of the variants of the experience as a result of using phosphogypsum norm 5 t/ha calcium content increased on 4.67 times. On option, where they grow soybeans, the calcium content amounted to 0.046 %. The introduction of phosphogypsum reduces the alkalinity of soils and reduces the amount of magnesium and increases the content of non-toxic salts CaSO₄, increases the yield of leguminous and cereal crops. Soybean yield in the control variant was 11.27 kg/ha. Soil application of phosphogypsum at the rate of 5 t/ha increased its yield is 31.4% compared to the control variant, the variant with deep loosening – 15.1 %. In the variant where the soil amended phosphogypsum and the deep tillage, soybean yields by 34.1 % higher than the control variant. Therefore, the proposed techniques improve the soil of magnesium solontsovaya the South of Kazakhstan are promising.

Keywords: soil degradation, alkalinity, alkalinity magnesium, calcium, phosphogypsum, deep tillage, grain legumes.

Введение. 1 июня 2013 Президент Казахстана Н. Назарбаев подписал Указ о принятии концепции перехода Казахстана к зеленой экономике. Сама концепция является весьма важным документом, так как определяет принципы, по которым в ближайшие годы будет развиваться экономика нашей страны. Основные принципы концепции должен знать практически любой гражданин нашей страны. В концепции по переходу РК к «зеленой экономике» говорится: «экономические потери, понесенные в результате низкой продуктивности земель, составляют 1,5...4 млрд долларов США в год, а к 2030 году могут стать еще больше, что может иметь социальные последствия для аграрного сектора, где занято 30...45 % населения в таких областях, как Северо-Казахстанская, Алматинская, Южно-Казахстанская. В настоящее время Казахстан столкнулся с проблемой серьезного ухудшения состояния природных ресурсов и окружающей среды по всем наиболее важным экологическим показателям. Почти треть сельскохозяйственных земель сейчас деградирована или находится под серьезной угрозой, а более 10 млн гектаров потенциально пахотной земли в прошлом было заброшено [1].

Значительное повышение засоленных земель в трех районах области говорит о формировании устойчивых процессов соле-накопления. Изменение функции в службе эксплуатации ирригационных систем вызывает целый шлейф негативных явлений: рост дефицита воды и снижение их качества, деградацию орошаемых земель

(засоление, осолонцевание, слитизацию), падение продуктивности возделываемых культур, рост финансовых затрат на производство сельхозпродукции, увеличение посевов не водоемких культур и т. д. По этой причине около 70 тыс. га ирригационно-подготовленных земель выпало из сельхозоборота, а продуктивность используемых земель снизилась до полутора раз. В частности урожайность озимой пшеницы уменьшилась с 40 до 25 ц/га, кукурузы на зерно с 60 до 35 ц/га, свеклы с 320 до 190 ц/га. Это привело к потере конкурентоспособности товаропроизводителя и ухудшению условий проживания в сельской местности.

Методика и объект исследования. Объект исследований находится на юге Казахстана – орошаемые земли Жамбылской области, ОПУ «Бесагаш». Наши исследования направлены на разработку и внедрение агроэкологических приемов повышения продуктивности зернобобовых и крупяных культур при адаптивно-ландшафтной системе земледелия, направленные на решение проблем продовольственной и экологической безопасности страны и обеспечивающие ее устойчивый экономический рост, базирующийся на инновационных технологиях. Химические анализы были выполнены по методикам, которые широко используются в настоящее время [2].

На орошаемых землях Жамбылской области возделываются зерновые, технические, кормовые, овощные и другие сельскохозяйственные культуры (таблица 1).

Таблица 1

Динамика орошаемых земель и структура посевов по Жамбылской области, тыс. га

Показатели	Год				
	2010	2011	2012	2013	2014
Общая площадь	153,38	153,40	146,79	146,20	145,83
Всего освоено	117,81	112,61	113,66	110,44	120,54
Всего полито,	96,03	95,09	95,79	89,90	102,03
% от общей площади	62,6	62,0	65,2	61,5	70,0
В т. ч. зерновые	18,96	22,89	27,42	27,34	25,43
Технические	4,17	5,60	6,13	4,87	4,57
Кормовые	30,44	24,95	24,81	23,37	32,45
Овощи, бахчи	17,86	21,10	19,03	17,47	20,87
Масличные	1,45	1,58	0,16	0,0	3,04
Приусадебные и прочие	23,14	18,96	18,30	16,85	15,67

Состав сельскохозяйственных культур и площади их посева косвенно характеризуют уровень водообеспеченности орошаемых земель, энергоёмкость возделывания сельскохозяйственных культур, систему удобрений,

культуру земледелия, ценообразование на сельхозпродукцию, внутреннюю и внешнюю потребность произведенного товара. В структуре посевных площадей ведущее место занимают кормовые культуры – 29%, зерновые

– 25 %. Одним из важных показателей характеризующих результат использования водных

и земельных ресурсов является урожайность сельскохозяйственных культур (таблица 2).

Таблица 2

Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га

Культура	Год					Средняя
	2010	2011	2012	2013	2014	
Зерновые	26,3	26,3	26,3	25,66	23,6	25,6
Технические	154,2	154,2	154,2	195,22	199,8	171,5
Кормовые	45,1	45,1	45,1	54,51	42,4	46,4
Овощи, бахчи	163,7	163,7	163,7	211,12	212,3	182,9
Масличные	16,9	16,9	16,9	0,0	7,7	14,6

Урожайность, являясь совокупностью действия многих факторов, в конечном итоге позволяет определить экономическое плодородие земель, проследить динамику изменений в уровне использования орошаемых земель, оценить результативность работы отдельных производственных коллективов.

Необходимо отметить, что урожайность основных сельскохозяйственных культур по области относительно невысоки, так как отражают культуру земледелия и уровень водообеспеченности орошаемых земель. За последние пять лет средняя урожайность овощебахчевых культур составила 182,9 ц/га, а урожайность масличных культур в последний год рассматриваемого периода, снизилась с 16,9 ц/га до 7,7 ц/га, т. е. более чем в два раза. Отрицательным фактором солонцеватых и щелочных почв является слитность и низкая водопроницаемость, которые приводят к увеличению продолжительности полива в 2 раза и повышению расхода оросительной воды на сброс до 30...50 %, а высокая щелочность приводит к массовой гибели всходов растений (до 50 %). На таких почвах возрастают размеры непроизводительных потерь воды и замедляются темпы роста и развития растений. Анализ мелиоративного состояния орошаемых земель показал, что в настоящее время значительная часть ирригационных систем Жамбылской области характеризуется магниевым осолонцеванием почв. В морфологическом отношении такие почвы не имеют ярко выраженной столбчатой структуры. Запасы обменного магния в почвенно-поглощающем комплексе превышают 25 % от емкости поглощения [3,4,5].

Полевые опыты закладывались по вариантам:

первый вариант – контроль (обычная обработка – без внесения мелиоранта и без рыхления почв);

второй вариант – внесение расчетной нормы фосфогипса (5...7 т/га);

третий вариант – рыхление почвы на глубину 40...60 см;

четвертый вариант – внесение расчетной нормы фосфогипса (5...7 т/га) и рыхление почвы на глубину 40...60 см.

Для исследований использованы из зернобобовых культур соя (сорт-ласточка) и фасоль (белая), из крупяных – сорго (сорт «Казахстанский-16») (рисунок).



Соя и сорго на опытных участках

На опытных участках установлены влияние глубины рыхления и внесения мелиорантов (фосфогипс) при орошении на пределы изменения агроэкологических процессов (агрономические ценные частицы, плотность и пористость, солонцеватость, щелочность, скорость впитывания воды) в корнеобитаемом слое почв.

Результаты и обсуждение. Анализ химических свойств почв объекта исследований показал, что в катионном составе почвенно-поглощающего комплекса (ППК) доминирующим катионом является кальций, который колеблется в пределах от 57,5 до 62,1 % от суммы солей. Запасы магния находятся в пределах 37,1...41,7 % от суммы ППК, что свидетельствует о маг-

ниевой солонцеватости почв (таблица 3).

Содержание гумуса и валовых форм питательных элементов в почвогрунтах приведены в таблице 4, максимальные значения гумуса (1,18 %) находятся в верхнем 0...20 см слое, в нижних слоях почвы показатели гумуса снижаются. Аналогичный характер распределения по почвенному профилю имеет валовый азот и фосфор.

Таблица 3

Катионный состав почвенно-поглощающего комплекса опытного участка

Место отбора	Горизонт, см	Показатели						
		в мг-экв				в % от суммы		
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	сумма	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
Бассейн р. Аса-Талас (ОПУ «Бесагаш»)	0...20	8,8	6,4	0,174	15,374	57,2	41,6	1,2
	20...40	10,0	6,0	0,131	16,131	62,0	37,2	0,8
	40...60	8,8	6,4	0,131	15,331	57,4	41,7	0,9
	60...80	7,2	4,3	0,087	11,587	62,1	37,1	0,8
	80...100	6,9	4,2	0,087	11,187	61,7	37,5	0,8
	0...100	8,3	5,5	0,122	13,922	59,6	39,5	0,9

Таблица 4

Содержание гумуса и валовых форм питательных элементов в почвогрунтах

Место отбора	Горизонт, см	Гумус		Валовые формы, %		Карбонаты, CO ₂ , %
		%	т/га	азот	фосфор	
Бассейн р. Аса-Талас (ОПУ «Бесагаш»)	0...20	1,18	34,9	0,158	0,120	5,10
	20...40	0,83	27,1	0,121	0,093	7,36
	40...60	0,52	16,8	0,052	0,045	8,74
	0...60	0,84	78,8	0,110	0,086	7,07
	20...40	1,54	43,7	0,183	0,152	5,61
	40...60	0,86	25,5	0,114	0,135	5,64
	0...60	1,59	133,4	0,181	0,158	4,92

Анализ подвижных форм питательных элементов показывает, что нитраты по почвенному профилю распределены неравномерно. В верхнем 0...20 см слое почв ОПУ их коли-

чество составляет 3,65 мг на 100 г почвы, а в 40...60 см слое – 1,8 мг на 100 почвы (таблица 5). В нижних горизонтах корнеобитаемой толщи почв, запасы нитратов снижаются.

Таблица 5

Содержание подвижных форм питательных элементов на ОПУ

Место отбора	Горизонт, см	Питательные элементы, мг/100 г почвы		
		NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Бассейн р. Аса-Талас (ОПУ «Бесагаш»)	0...20	3,65	12,1	48,2
	20...40	3,85	10,3	27,3
	40...60	1,80	4,5	21,2
	0...60	5,28	8,9	32,2

Как видно из таблицы 5 питательные элементы низкие, есть необходимость внесения фосфорных удобрений. Содержание калия с увеличением глубины снижается с 48,2 до 21,2 мг на 100 г почвы. Результаты исследований показали, внесение в почву фосфогипса нормой 5 т/га повышает катионы кальция в корнеобитаемом слое почв. На 2 варианте в результате внесения фосфогипса нормой 5 т/га содержание кальция повысилось в 4,67 раза (таблица 6). Положительное влияние фосфогипса на урожайность зернобобовых и крупя-

ных культур предопределено тем, что в их составе находятся подвижные формы P₂O₅, до 3%. Поэтому при внесении фосфогипса нормой 5 т/га, почва получает около 120...150 кг/га фосфорных удобрений. По результатам исследований фосфогипс также снижает щелочность и солонцеватость корнеобитаемой толщи почв, содержания pH и катиона Mg²⁺ в почвенно-поглощающем комплексе почв ОПУ снизились по сравнению с контрольным вариантом (таблица 7).

Полученные результаты по урожайно-

Таблица 6

Изменение содержания кальция при внесении фосфогипса и глубокого рыхления почвы, %

Культура	Вариант			
	1	2	3	4
Соя	0,009	0,042	0,010	0,046
Сорго	0,011	0,046	0,009	0,046
Просо	0,013	0,040	0,012	0,043
Фасоль	0,008	0,044	0,008	0,042

Таблица 7

Показатели рН и магния в ППК по вариантам исследований

ОПУ	Показатели	Вариант			
		1	2	3	4
«Бесагаш»	рН	8,45	7,85	8,35	7,60
	Mg ²⁺ , мг-экв	7,2	5,1	6,4	4,6

сти зернобобовых и крупяных культур показали, что минимальные значения были на контрольном варианте. Урожайность сои на контрольном варианте составила 11,27 ц/га (таблица 8). Внесение в почву фосфогипса нормой 5 т/га повысило ее урожайность

на 31,4 % относительно контрольного варианта, на варианте с проведением глубокого рыхления – на 15,1 %. На 4 варианте, где в почву внесен фосфогипс и проведено глубокое рыхление, урожайность сои на 34,1 % выше контрольного варианта.

Таблица 8

Урожайность сои на вариантах опыта ОПУ «Бесагаш» с использованием фосфогипса и глубокого рыхления

Показатели	Вариант			
	1	2	3	4
Урожайность, ц/га	11,27	14,82	12,97	15,11
Вес 1000 семян сред., г	123	124	123	126
НСР ₀₅ = 1,36 ц/га, НСР ₀₅ = 10,05%				

Внесение фосфогипса и проведение глубокого рыхления корнеобитаемой толщи почв также оказало свое влияние на урожайность сорго, просо и фасоли. Самые низкие показатели получены на контрольном варианте.

Глубокое рыхление обеспечивает улучшение аэрации в корнеобитаемой толще и повышение скорости впитывания оросительной воды в почву. Улучшение водно-физических свойств орошаемых земель при рыхлении позволяет рационально использовать оросительную воду за счет снижения объема потерь на сброс. Поэтому, на почвах с глубоким рыхлением накопление влаги в корнеобитаемом слое протекает равномерно. В результате этого улучшается обеспеченность растений зернобобовых и крупяных культур влагой. Совместное использование фосфогипса и глубокого рыхления почв способствует усилению процессов протекания ионообменных реакций между почвенным раствором и почвенно-поглощающим комплексом, рассоление корнеобитаемой толщи почв и подтверждаются ионно-

солевым составом корнеобитаемого слоя почв ОПУ.

Выводы

Исследования, проведенные в южном регионе Казахстана показали, что на орошаемых землях одним из главных факторов, оказывающим влияние на их плодородие является высокая щелочность и магниевое осолонцевание почв. Проведены наблюдения за изменением щелочности и солонцеватости почв при внесении фосфогипса и глубокого рыхления почв.

Внесение в почву фосфогипса нормой 5 т/га повышают катионы кальция в корнеобитаемом слое почв. На 2 варианте в результате внесения фосфогипса нормой 5 т/га содержание кальция повысилось в 4,67 раза. На варианте, где выращивалась соя, содержание кальция составило 0,046 %.

Внесение фосфогипса снижает щелочность почв, снижает количество магния и повышает содержание нетоксичных солей – CaSO₄, повышает урожайность зернобобовых и крупяных культур. Урожайность сои на контрольном варианте составила

11,27 ц/га. Внесение в почву фосфогипса нормой 5 т/га повысило ее урожайность на 31,4 % относительно контрольного варианта, на варианте с проведением глубокого рыхления – на 15,1 %. На 4 варианте, где в почву внесен фосфогипс и проведено глубокое рыхление, урожайность сои на 34,1 % выше контрольного варианта. Поэтому предлагаемые приемы улучшения почв магниевого осолонцевания юга Казахстана являются перспективными.

Библиографический список

1. Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577. – Астана, 2013.

2. *Аринушкина Е. В.* Руководство по химическому анализу почв. – М.: Агротехиздат, 1970. – 488 с.

3. *Боровский В. М.* Геохимия засоленных почв Казахстана. – М.: Наука, 1978. – 192 с.

4. Технология повышения плодородия солонцеватых почв, рекомендации: – Тараз: КазНИИВХ, 2014. – 15 с.

5. *Мустафаев М. Г.* Эффективность проводимых мелиоративных мероприятий и их оценка // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. мат. межд. науч.-практ. конф. – Рязань: изд-во «РАГУ», 2012. – С. 187–190.

Сведения об авторах

Койбакова Елизавета Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук; Казахский Научно-исследовательский институт водного хозяйства; Республика Казахстан, 080003, г.Тараз, ул. К. Койгельды, 12.

Мустафаев Мустафа Гылман оглы, доктор сельскохозяйственных наук; Институт почвоведения Национальной академии наук; AZ1073, Азербайджанская Республика, г. Баку, ул. Мамед Рагим, 5; e-mail: mustafa-mustafayev@rambler.ru.

Аманбаева Балжан Шакировна, магистр; Казахский Научно-исследовательский институт водного хозяйства; Республика Казахстан, 080003, г.Тараз, ул. К. Койгельды, 12.

References

1. Konceptsiya po perehodu Respubliki Kazakhstan k «zelenoj jekonomike» utverzhdena Ukazom Prezidenta Respubliki Kazakhstan ot 30 maja 2013 goda № 577. – Astana, 2013.

2. *Arinushkina E. V.* Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. – M.: Agrohimizdat, 1970. – 488 s.

3. *Borovskij V. M.* Geohimija zasolennyh pochv Kazahstana. – M.: Nauka, 1978. – 192 s.

4. Tehnologija povysheniya plodorodija soloncevatykh pochv, rekomendacii: – Taraz: KazNIIVH, 2014. – 15 s.

5. *Mustafaev M. G.* Jeffektivnost' provodimykh meliorativnykh meroprijatij i ih ocenka // Jekologicheskoe sostojanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennykh meliorativnykh tehnologij: sb. mat. mezhd. nauch.-prakt. konf. – Rjazan': izd-vo «RAGU», 2012. – S. 187–190.

Information about the authors

Elizaveta Sergeevna Koibakova, candidate of Agricultural Sciences; Kazakh Research Institute of Water Management; Republic of Kazakhstan, 080003, Taraz, St. K. Koygeldy, 12.

Mustafaev Mustafa Gylman ogly, doctor of Agricultural Sciences; National Academy of Sciences Institute of Soil Science; AZ1073, The Republic of Azerbaijan, Baku, street Mammad Rahim, 5; e-mail: mustafa-mustafayev@rambler.ru.

Amanbaeva Balzhan SHakirovna master; Kazakh Research Institute of Water Management; Republic of Kazakhstan, 080003, Taraz, St. K. Koygeldy, 12.

Для цитирования: Койбакова Е. С., Мустафаев М. Г. оглы, Аманбаева Б. Ш. Технологические приемы улучшения деградированных почв под посевами зернобобовых и крупяных культур юга Казахстана // Экология и строительство. – 2016. – № 2. – С. 22–27.

For reference: Koybakova E. S., Mustafayev M. G., Amanbaeva B. Sh. Technological methods of improvement of degraded soils under the sowing of legumes and groat cultures of the South Kazakhstan // Ekologiya & Stroitelstvo. – 2016. – № 2. – P. 22–27.