

ОСОБЕННОСТИ И СПЕЦИФИКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ НА СЕРОЗЕМАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОМЕЛИОРАНТА

Карпенко Нина Петровна¹, Егембердиев Даулет Канатович², Ширяева Маргарита Александровна³

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, г. Москва, Россия

²Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан, Тараз

³Федеральное бюджетное учреждение науки "Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

¹npkarpenko@yandex.ru

Аннотация. В статье раскрываются результаты исследований по восстановлению сероземов Северного Казахстана при орошении совместно с подачей биомелиоранта при возделывании кукурузы на зерно в кормовых целях.

Проблема и цель. Территория Северного Казахстана преимущественно представлена сероземными почвами, которые занимают более 50% общей площади региона. Данный тип почв характеризуется низкой продуктивностью и ограниченным содержанием гумусовых веществ, что существенно затрудняет получение высоких показателей урожайности при выращивании кормовых культур при капельном орошении. В рамках предпринятого исследования поставлена задача провести всесторонний и семантический анализ эффективности применения технологии возделывания кормовой культуры (кукурузы на зерно) при капельном орошении с применением биомелиоранта, в составе которого используется фосфогипс для улучшения почвенного плодородия и повышения урожайности агрокультур. Конечной целью работы является создание передовой технологии, направленной на существенное повышение продуктивности малоплодородных почвенных массивов.

Методология. Научные изыскания были сосредоточены на создании инновационного технологического метода утилизации вторичных сельскохозяйственных материалов, включающих экскременты крупного рогатого скота, растительные остатки верблюжьей колючки и

промышленные отходы в виде фосфогипса. Разработанная методика обеспечивает производство высокоэффективного почвенного биомелиоранта, который существенно оптимизирует химико-физические характеристики и биологическую активность почвенного слоя, минимизирует процессы вымывания азотных соединений и органических компонентов, одновременно увеличивая концентрацию фосфорных соединений в почвенном профиле. Экспериментальные исследования в полевых условиях осуществлялись на территории низкопродуктивных земельных участков Северного Казахстана, характеризующихся значительной степенью деградации и засоления почвенного покрова.

Результаты. Практическое внедрение разработанной технологической методики позволило установить, что использование инновационного биомелиоранта способствует интенсивному формированию развитой кроновой системы растений с множественными боковыми побегами и отростками, что создает оптимальные условия для вегетации сельскохозяйственных культур, значительно улучшает архитектуру порового пространства почвы и приводит к существенному повышению содержания гумусовых веществ на 59,0-82,2% по сравнению с исходными показателями. Внедренная технология эффективно оптимизирует аэрационно-гидрологический режим и питательный статус почвы, способствуя аккумуляции важнейших биогенных элементов питания растений, включая азотные, кальциевые, фосфорные и калийные соединения в зоне развития корневой системы, что, в конечном итоге, обеспечивает существенное повышение урожайности.

Заключение. Инновационный метод применения биомелиоранта в сочетании с капельным орошением способствует созданию благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур (кукурузы на зерно), что позволяет существенно повысить урожайность.

Ключевые слова: капельное орошение, малопродуктивные земли, биомелиорант, засоление почв, плодородие, урожайность.

Original article

FEATURES AND SPECIFICS OF GROWING CORN WITH DRIP IRRIGATION ON GRAY SOILS OF NORTHERN KAZAKHSTAN WHEN USING A BIOMELIORANT

Karpenko Nina Petrovna¹, Egemberdiev Daulet Kanatovich², Shiryaeva Margarita Aleksandrovna³

¹Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation Named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia

²Taraz State University Named after M.Kh. Dulati, Republic of Kazakhstan, Taraz

³Federal Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Hygiene Named after F.F. Erisman" of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mytishchi, Russia

¹npkarpenko@yandex.ru

Abstract. The article reveals the results of research on the restoration of sierozem soils in Northern Kazakhstan with irrigation together with the supply of a biomeliorant when cultivating corn for grain for forage purposes.

Problem and purpose. The territory of Northern Kazakhstan is mainly represented by sierozem soils, which occupy more than 50% of the total area of the region. This type of soil is characterized by low productivity and limited content of humus substances, which significantly complicates obtaining high yield indicators when growing forage crops with drip irrigation. As part of the undertaken study, the task was set to conduct a comprehensive and semantic analysis of the effectiveness of the technology for cultivating forage crops (corn for grain) with drip irrigation using a biomeliorant, which includes phosphogypsum to improve soil fertility and increase crop yields. The ultimate purpose of the work was to create an advanced technology aimed at significantly increasing the productivity of low-fertility soils.

Methodology. The research was focused on the creation of an innovative technological method for the utilization of secondary agricultural materials, including cattle excrement, camel thorn plant residues and industrial waste in the form of phosphogypsum. The developed methodology ensures the production of a highly effective soil biomeliorant, which significantly optimizes the chemical and physical characteristics and biological activity of the soil layer, minimizes the processes of leaching of nitrogen compounds and organic components, while increasing the concentration of phosphorus compounds in the soil profile. Experimental field studies were carried out on the territory of low-productivity land plots in Northern Kazakhstan, characterized by a significant degree of degradation and salinization of the soil cover.

Results. The practical implementation of the developed technological method allowed us to establish that the use of an innovative biomeliorant promotes the intensive formation of a developed crown system of plants with multiple lateral shoots and offshoots, which creates optimal conditions for the vegetation of agricultural crops, significantly improves the architectonics of the pore space of the soil and leads to a significant increase in the content of humic substances by 59.0-82.2% compared to the initial indicators. The implemented technology effectively optimizes the aeration-hydrological regime and the nutrient status of the soil, promoting the accumulation of the most important biogenic plant nutrients, including nitrogen, calcium, phosphorus and potassium compounds in the root system development zone, which ultimately ensures a significant increase in yield.

Conclusion. The innovative method of using a biomeliorant in combination with drip irrigation helps to create favorable conditions for the growth and development of agricultural crops (grain corn), which can significantly increase yields.

Key words: *drip irrigation, low-yield lands, bioremediation, soil salinization, fertility, crop yield.*

Введение

Почва – природное достояние любого государства. Бескрайние степи раскинулись на 63% территории Республики Казахстан, пустыни растянулись на 25%, горы заняли 10% и только на севере страны узкой полосой разместилась лесостепь [7]. Рельеф Северного Казахстана представлен возвышенными равнинами и мелкосопочниками. Здесь заходит южная окраина Западно-Сибирской равнины, сменяющаяся на юго-западе Тургайским плато. Для Казахстана характерна высотная и зональная поясность, в результате чего почвы сформировались разные типы, в основном бедные и засоленные [6]. Одним из представителей являются сероземы, что затрудняет работу сельскохозяйственной отрасли в процессе получения высоких показателей урожая без имплементации прогрессивных агротехнических методик [1, 4]. В данном контексте первостепенное значение обретают научные изыскания, сфокусированные на разработке рентабельных технических подходов с использованием новейших материалов, обеспечивающих восстановление деградированных почвенных массивов и оптимизированное применение природного потенциала данной местности с учетом экосистемных параметров [3, 5].

Снижение негативного влияния засоления, недостатка воды в вегетационные периоды, сухой и жаркой погоды, дефицита питательных веществ в почве способствовали формированию научными работниками революционного способа приготовления и внесения многокомпонентного органоминерального удобрительного состава, базовыми элементами которого являются экскременты крупного рогатого скота, растительный компонент в форме верблюжьей колючки и фосфогипсовая составляющая, что обеспечивает существенное уменьшение утраты азотистых компонентов и органических субстанций при синхронном увеличении содержания фосфорных соединений в почвенном горизонте [1, 3].

Материалы и методы исследований

Итоги многих научных исследований по применению фосфогипса в агрохимии указывают на то, что этот ресурс используется в сельском хозяйстве не в полной мере [5]. Фосфогипс включает кальций и серу, фосфор, кремний и различные микроэлементы, в том числе цинк, необходимые для питания растений. Состав гидрата сульфата кальция, содержащий разнообразные макро- и микроэлементы, открывает широкие перспективы для улучшения состояния засоленных, истощённых и солонцовых почв. Исследование почв Северного Казахстана, проведённое с точки зрения педологии, показывает, что на площади более двух миллионов гектаров преобладают серозёмы, серо-бурые почвы, takyrovые и пустынно-песчаные грунты. Согласно статистике, солончаковые и солонцовые почвы занимают около тридцати процентов всего региона. При этом песчаные почвы охватывают 36% территории.

У сероземов есть особенные характеристики, связанные с агрохимией: в них мало гумуса (1-4%), они отличаются высоким содержанием карбонатов, при этом у почвы слабая способность поглощать разные вещества. В таких почвах можно найти немного гипса и водорастворимых солей. Гумусированность почв находится на критически низком уровне (1,00-1,19%), емкость катионного обмена демонстрирует значительную вариабельность в пределах 13,6-64,4 мг·экв/100 г почвы, при этом отличительной особенностью сероземов выступает высокая микропористость.

Учитывая дефицит воды в почве в теплый период года, проводилось капельное орошение, позволяющее значительно сократить расход воды и удобрений, а также трудозатрат для увеличения урожайности на малоплодородных сероземах.

Объектом исследований были выбраны орошаемые земли Кордайского района Жамбылской области, отличающиеся низким содержанием гумуса. Выращиваемая культура - кукуруза на зерно. Исследования велись в течение 6 лет.

Закладка полевых экспериментов проводилась по методике Доспехова [2], методика исследований общепризнанная.

Для разработки технологии выращивания кукурузы и режима орошения были выбраны три варианта с различной влажностью почвы по фазам развития растений, при этом площадь каждого варианта с делянками в трёхкратной повторности (П1, П2, П3) составляла 50 м² (рисунок 1): контроль – принятый способ полива в хозяйстве, вариант 1 – лейфлет (специальное устройство для полива автоматически); вариант 2 – капельная лента, вариант 3 – коннектор, вариант 4 – коннектор с краном

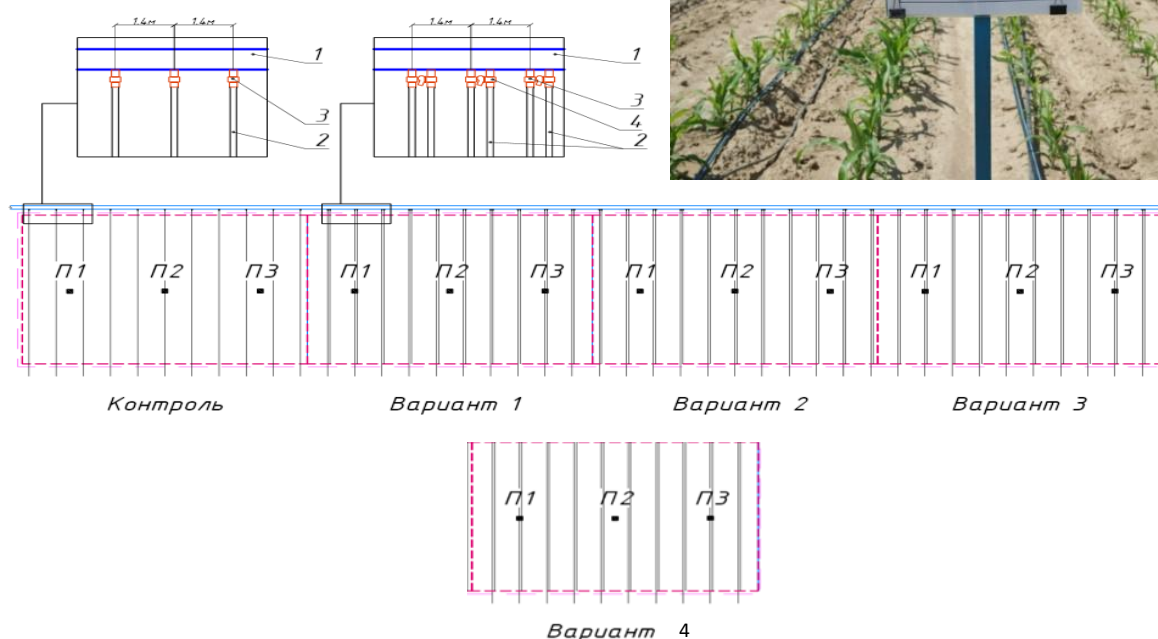


Рисунок 1 - Схема опытно-производственного участка выращивания кукурузы на зерно: контроль – принятый способ полива в хозяйстве, вариант 1 – лейфлет (специальное устройство для полива автоматически); вариант 2 – капельная лента, вариант 3 – коннектор, вариант 4 – коннектор с краном

Figure 1 - Layout of the experimental production site for growing corn for grain: control - the adopted irrigation method on the farm, option 1 - layflat (a special device for automatic irrigation), option 2 - drip tape, option 3 - connector, option 4 - connector with a tap

Водный режим почв по вариантам опыта регулировали на уровнях: 75% НВ, 75-85% НВ и 85% НВ. На этих вариантах при дифференциации влажности почвы вносился биомелиорант: 75% НВ + Биомелиорант, 85% НВ + Биомелиорант, 75-85% НВ+ Биомелиорант разными дозами.

Таким образом, было задействовано 405 вариаций на площади более 20250 м². В полевых экспериментах использовался гибрид кукурузы Боржо F1 FAO. На контроле выполнялась оценка влажности почвы при текущем режиме орошения, осуществляемом хозяйством (рисунок 2).

Установка системы капельного орошения предполагала следующие параметры: расход капельниц на капельных линиях - 1,2 л/час; расстояние между капельницами - 0,2 м; расстояние между капельными линиями 1,4 м (рисунок 3).



Рисунок 2 - Проведение полевого эксперимента и определение наименьшей влажности
Figure 2 - Conducting a field experiment and determining the lowest humidity



Рисунок 3 - Монтаж капельных лент на участке возделывания кукурузы на зерно
Figure 3 - Installation of drip tapes in a grain corn cultivation area

Подача поливной воды, ориентированная на конкретные участки у корней, позволяла использовать воду с высокой эффективностью, достигающей 90%.

Благодаря этому орошение проводилось в любое время суток. Фертигация, или внесение питательных веществ одновременно с поливом, способствовала сокращению расхода биологических удобрений на пятьдесят процентов [3, 4, 5].

Результаты исследований и их обсуждение

В течение всего опыта проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием кукурузы. В период максимального потребления растений предусматривалась поддержка влажности почвы на уровне 75...85%, а с увеличением поливных норм устанавливались дополнительные капельные линии на вариантах. В таблице 2 отображены данные по учету фенологии кукурузы на зерно на капельном орошении.

Таблица 1 - Наблюдения по фазам роста и развития кукурузы на зерно на капельном орошении

Фазы роста и развития	Дата	Примечание
Посев	20.04-28.04	Норма высева 73000 шт./га. Схема посадки 0,7х0,2 м на площади 91 га
Всходы	1.05-5.05	
Фаза 5-го листа	26.05-28.05	Первая культивация
Фаза 9-го листа, начало активного роста стебля	9.06-12.06	
Фаза выметывания метелки	17.07-27.07	Обработка посевов гербицидами от сорняков, внесение азотных удобрений
Фаза цветения и оплодотворения	23.07-29.07	
Фаза молочно-восковой спелости	6.08-15.08	Средняя высота по вариантам 80-120 см, кол-во листьев 11-12 шт.
Фаза полной спелости	25.9-29.09	Средняя высота по вариантам 159-165 см, количество листьев 17-18 шт.
Начало уборки урожая	27.09-15.10	

Оптимальным явился вариант 2 при 75%НВ+Биомелиорант. В других вариантах опыта даты наступления фаз чуть отставали (2...5 дн.) от представленных в таблице 1.



Рисунок 4 – Кукуруза на капельном поливе
Figure 4 – Corn with drip irrigation

На рисунке 4 показана высота кукурузы на варианте 2 в фазу молочно-восковой спелости. Так, высота превосходила результаты замера кукурузы на других вариантах на 20-52% и составила к началу уборки в среднем $228 \pm 12,2$ см. При проведении исследований погодные условия были стабильно жаркими и сухими, что привело к уточнению количества подаваемой оросительной воды (таблица 4).

Расчет индекса условий среды подтвердил, что только один год из шести лет исследований ($I_j=+0,87$) по метеорологическим условиям способствовал получению высокого урожая зерна кукурузы, в остальные годы - влияли неблагоприятно (I_j средняя= $-0,11$), поэтому без поливов урожайность была бы низкой. Коррекция оросительных норм позволила ликвидировать дефицит влаги в почве в опыте, в хозяйстве (контроль) дополнительные нормы по погодным условиям не вводились.

Таблица 2 - Дополнительные нормы полива по вариантам опыта для кукурузы

Однократная поливная норма, м ³ /га	Культура	Варианты				
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Контроль
	Кукуруза на зерно	64	128	192	180	0

По результатам учета подаваемой воды на участки возделывания сельскохозяйственной культуры были установлены оросительные нормы по вариантам опыта в период от начала поливов до уборки продукции (таблица 5).

Таблица 3 - Оросительные нормы кукурузы на зерно в м³/га по вариантам опыта

Культура	Варианты									
	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Контроль		вариант 4	
	нетто	брутто	нетто	брутто	нетто	брутто	нетто	брутто	нетто	брутто
Кукуруза на зерно	4739,2	4835,9	4860,2	4962,2	4867,2	4966,5	4675,2	4770,6	4744,2	4880,6

Из приведенных в таблице 3 данных оросительной нормы видно, что максимально растения кукурузы потребляли воду на вариантах 2 и 3, на вариантах 1 и 4 по сравнению с контролем - на 1,45%, то есть разница незначительная.

Биологическая и фактическая урожайность кукурузы на зерно с подсчетом количества растений на 1 м² приведена ниже (таблица 6).

Таблица 4 – Биологическая и фактическая урожайность кукурузы на зерно на варианте 2

Наименование культуры	Вариант опыта	К-во растений, шт/га	Средний вес зерен початка кукурузы, г	Урожайность, т/га	
				Биологическая	Фактическая
Кукуруза на зерно (сорт Боржо)	П1				
	75% НВ	70760	137,4±10,1	11,07±2,0	10,18±
	85% НВ	70680	148,4±11,0	11,34±1,5	10,43±
	75-85% НВ	71000	157,1±11,2	12,60±1,9	11,05±
	Контроль	70850	138,6±9,9	10,77±1,1	8,35±
	П2				

	75% НВ + Биомелиорант	70800	156,4±10,6	12,70±1,7	12,12±1,9
	85% НВ + Биомелиорант	70750	160,4±11,6	13,70±1,9	13,20±2,1
	75-85% НВ+ Биомелиорант	71000	177,46±12,6	14,50±2,5	13,90±2,2
	Контроль	70860	152,0±10,5	12,72±1,8	12,00±1,8
	ПЗ				
	75% НВ + Биомелиорант ПД*	70800	156,40±11,0	12,70±1,5	12,12±2,1
	85% НВ + Биомелиорант ПД	70750	160,40±11,6	13,70±1,8	13,20±2,9
	75-85% НВ+ Биомелиорант ПД	71000	177,46±12,8	14,50±2,5	13,90±2,7
	Контроль ПД	70860	152,00±10,9	12,72±2,4	12,00±1,8

*разные дозы Биомелиоранта

При анализе данных таблицы 4 на варианте 3 установлено, максимальное количество растений при внесении биомелиоранта повышенной дозой при поливах при достижении почвой 75-85% НВ, средний вес зерен початка составил 177,46 г, биологическая урожайность 14,5 т/га, фактическая – 13,9 т/га. При поливах кукурузы при достижении почвой 75% НВ эти показатели снижались. При поливах при влажности почвы от 85% изменения в величинах этих показателей были незначительны, поэтому поливная вода использовалась непродуктивно.

Исследование свойств почвы показывало, что уровень содержания гумуса в ней не превышал в среднем 1,19%, а толщина плодородного слоя составляла всего 20–40 сантиметров. Это говорит о том, что такие земли относятся к категории малогумусных и бедных почв, которым необходимо комплексное улучшение их агрохимических показателей [6, 7, 8].

Представленная в программе исследований гипотеза о положительном влиянии Биомелиоранта, созданного путем безвоздушного сбраживания с использованием навоза крупного рогатого скота, фосфогипса и измельченных частей верблюжьей колючки, подтвердилась при тщательном его перемешивании с почвенным субстратом.

Регламент внесения предусматривал первичную аппликацию биомелиорирующего компонента в дозировке 15-19 метрических тонн на один гектар в растворенной форме с водным соотношением 1:20, с последующим добавлением фосфогипсовой составляющей в количестве 1-3 тонны. Интеграция органических удобрительных комплексов обеспечивала обогащение почвенной среды критически важными нутриентами (включающими азотистые соединения, фосфорные компоненты, калийные вещества, магниевые элементы, серные производные и комплекс микронутриентов). Это способствовало интенсификации накопления гумусовых веществ, оптимальному формированию физических параметров почвы, модифицировало гидроаэрационный режим. При внесении Биомелиоранта снизилось негативное влияние высокой кислотности на рост

растений и активность микроорганизмов в почве. Кроме того, он контролирует поступление углекислого газа к частям растений, которые участвуют в фотосинтезе.

С целью анализа изменений в концентрации органического вещества (гумуса) в почвенном профиле глубиной от поверхности до 80 сантиметров осуществлялся систематический забор образцов грунта для последующего лабораторного исследования. В ходе проведенных измерений было установлено значительное повышение гумусового показателя до отметки 1,54% в верхнем обрабатываемом горизонте, охватывающем глубину от 0 до 40 сантиметров. При этом в более глубоких слоях почвы данный показатель варьировался в диапазоне от 0,86 до 1,23% [1, 4, 5].

Результаты урожайности культуры в зависимости от капельного орошения и дозы биомелиоранта были подвергнуты статистической обработке двухфакторным (D_A) дисперсионным анализом, что показано в таблице 5. Проверили стандартные гипотезы.

Таблица 5 – Двухфакторный дисперсионный анализ

Источник разброса	SS	степень свободы	SS	F	α
Фактор А (орошение)	SS_A	$v_A=I-1$	SS_A	$\frac{SS_A}{SS_{AB}}$	$1 - F_{v_AY}(F)$
Фактор Б (Биомелиорант)	SS_B	$v_B=J-1$	SS_B	$\frac{SS_B}{SS_{AB}}$	$1 - F_{v_BY}(F)$
Взаимодействия	SS_{AB}	$v_{AB}=(I-1)(J-1)$	SS_{AB}	$\frac{SS_{AB}}{SS_e}$	$1 - F_{v_{ABY}}(F)$
Ошибки	SS_e	$v_e=IJ(K-1)$	SS_e		
Полная сумма квадратов	SS_n	$KIJ-1$			

Если $K=1$, то D_A можно осуществить только при дополнительных предположениях относительно уравнения регрессии. Взаимодействие между факторами А и Б присутствует, дисперсия $\sigma^2 > 0$, тогда ошибки не совпадают со строкой взаимодействия $SS_{AB} = SS_e$.

Заключение

Итак, анализируя результаты исследований, оптимальным вариантом для данного типа почвы в условиях Северного Казахстана явился вариант 3 при капельном поливе при снижении влажности почвы до 75-85% НВ и внесении Биогумуса повышенной дозой. Это проявилось в улучшении свойств и режимов почвы и росте ее продуктивности. Фактическая урожайность кукурузы была выше биологической на 5%.

Библиографический список

1. Карпенко, Н.П. Технология восстановления деградированных почв с использованием биомелиоранта на основе фосфогипса /Н.П. Карпенко, Д.К. Егембердиев, А.С. Сейтказиев, Х.И. Турсунбаев // Природообустройство, 2019. – № 1. – С. 78-83. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya->

vosstanovleniya-degradirovannyh-pochv-s-ispolzovaniem-biomelioranta-na-osnove-fosfogipsa/viewer

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с. URL: https://vk.com/wall-59903826_25326

3. Ерофеева, Т.В. Эффективность совместного применения биопрепаратов и минеральных удобрений при выращивании свеклы столовой / Т.В. Ерофеева, Л.А. Антипкина, Ю.В. Однодушнова // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2024. - №3(5). – С. 34-45. DOI 10.36508/journal.2024.63.85.005

4. Карпенко Н.П., Егембердиев Д.К. Повышение плодородия малопродуктивных сероземных почв с применением биомелиоранта при капельном орошении / Н.П. Карпенко, Д.К. // Международный технико-экономический журнал. – Изд-во Учебно-методический центр «Триада». – 2019. – № 3. – С. 29-33. URL: https://www.timacad.ru/uploads/files/20220913/1663058201_publ_Karpenko.pdf

5. Карпенко, Н.П. Особенности выращивания кукурузы на зерно при капельном орошении / Н.П. Карпенко, Д.К. Егембердиев, И.Р. Кудайбергенова // Мелиорация и водное хозяйство, 2020. – № 2. – С.7-9. URL: <https://mivh.editorum.ru/ru/nauka/article/38567/view>

6. Захарова, О.А. Статистические исследования производства ячменя в Рязанской области и прогноз урожайности культуры / О. А. Захарова, О. В. Черкасов, К. Н. Евсенкин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2022. – Т. 14. – №1. – С. 19-26. DOI: 10.36508/RSATU.2022.85.85.002

7. Karpenko Nina Petrovna, Seytkaziev Adebai Sadakbaevich, Egemberdiev Daulet Kanatovich. Using the new complex meliorant to improve soil fertility in the agricultural sector of Kazakhstan. – Materials of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration». Part 3 - Reports in English (February 11-12). – Beijing, PRC. – 2019. – S. 156-161. URL: https://www.researchgate.net/publication/360068886_Biomeliorant_for_the_restoration_of_saline_and_degraded_soils_in_the_arid_zone

8. Karpenko, N.P., Egemberdiev, D.K., Glazunova, I.V. Biomeliorant for the restoration of saline and degraded soils in the arid zone. – В сборнике: International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development: agriculture, ecology and earth science" (AEES 2021). – London, 2022. – С. 012044. DOI:10.1088/1755-1315/1010/1/012044

References

1. Karpenko, N.P. *Texnologiya vosstanovleniya degradirovanny`x pochv s ispol'zovaniem biomelioranta na osnove fosfogipsa* /N.P. Karpenko, D.K. Egemberdiev, A.S. Sejtказiev, X.I. Tursunbaev // *Prirodoobustrojstvo*, 2019. – № 1. – С. 78-83. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-vosstanovleniya-degradirovannyh-pochv-s-ispolzovaniem-biomelioranta-na-osnove-fosfogipsa/viewer>
2. Dospexov B.A. *Metodika polevogo opy`ta* / B.A. Dospexov. – М.: Agropromizdat, 1985. – 351 s. URL: https://vk.com/wall-59903826_25326

3. Erofeeva, T.V. *E`ffektivnost` sovместnogo primeneniya biopreparatov i mineral`ny`x udobrenij pri vy`rashhivanii svely` stolovoj* / T.V. Erofeeva, L.A. Antipkina, Yu.V. Odnodushnova// *Setevoj nauchny`j zhurnal RGATU*, 2024. - №3(5). – S. 34-45. DOI 10.36508/journal.2024.63.85.005
4. Karpenko N.P., Egemberdiev D.K. *Povy`shenie plodorodiya maloproduktivny`x serozemny`x pochv s primeneniem biomelioranta pri kapel`nom oroshenii* / N.P. Karpenko, D.K.// *Mezhdunarodny`j texniko-e`konomicheskij zhurnal*. – Izd-vo Uchebno-metodicheskij centr «Triada». – 2019. – № 3. – S. 29-33. URL: https://www.timacad.ru/uploads/files/20220913/1663058201_publ_Karpenko.pdf
5. Karpenko, N.P. *Osobennosti vy`rashhivaniya kukuruzy` na zerno pri kapel`nom oroshenii* / N.P. Karpenko, D.K. Egemberdiev, I.R. Kudajbergenova // *Melioraciya i vodnoe xozyajstvo*, 2020. – № 2. – S.7-9. URL: <https://mivh.editorum.ru/ru/nauka/article/38567/view>
6. Zaxarova, O.A. *Statisticheskie issledovaniya proizvodstva yachmenya v Ryazanskoj oblasti i prognoz urozhajnosti kul`tury`* / O. A. Zaxarova, O. V. Cherkasov, K. N. Evsenkin [i dr.] // *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotexnologicheskogo universiteta im. P.A. Kosty`cheva*, 2022. – T. 14. – №1. – S. 19-26. DOI: 10.36508/RSATU.2022.85.85.002
7. Karpenko Nina Petrovna, Seytkaziev Adebai Sadakbaevich, Egemberdiev Daulet Kanatovich. *Using the new complex meliorant to improve soil fertility in the agricultural sector of Kazakhstan. – Materials of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration». Part 3 - Reports in English (February 11-12). – Beijing, PRC. – 2019. – S. 156-161.* URL: https://www.researchgate.net/publication/360068886_Biomeliorant_for_the_restoration_of_saline_and_degraded_soils_in_the_arid_zone
8. Karpenko, N.P., Egemberdiev, D.K., Glazunova, I.V. *Biomeliorant for the restoration of saline and degraded soils in the arid zone. – В сборнике: International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development: agriculture, ecology and earth science" (AEES 2021). – London, 2022. – C. 012044.* DOI:10.1088/1755-1315/1010/1/012044