

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗАСОЛЕННОЙ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВОЙ ПОЧВЫ

Нина Петровна Карпенко¹, Алия Камзабековна Маймакова²

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, г. Тараз, Казахстан

¹nrkarpenko@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены результаты комплексных мероприятий на сероземно-луговой почве Таласского массива орошения.

Проблема и цель. Сероземно-луговые почвы обладают невысоким уровнем плодородия и могут иметь высокую продуктивность только в условиях орошения, внесения удобрений, проведения глубокого рыхления и др. Цель исследований – изучить эффективность комплекса мероприятий по повышению продуктивности засоленной сероземно-луговой почвы.

Методология. Исследования проведены в ООО «Туймекен», расположенного в долине реки Талас Жамбылского района Алматинской области. Объекты исследований – засоленная сероземно-луговая почва разного уровня плодородия, поверхностные и грунтовые воды и растения кукурузы и люцерны в условиях поверхностного полива. Почва – сероземно-луговая богарная и орошаемая. Методика исследований традиционная.

Результаты исследований. Вспашка с глубоким рыхлением ускорила промывной сезон в 2,5-3 раза при улучшении показателей плодородия почвы, но при этом наблюдалось быстрое движение растворимых вредных солей в пахотном слое. Установлены факторы загрязнения и рассчитаны коэффициенты, которые характеризуют уровень экологической опасности в расчётном слое почвы. Экологический коэффициент составил 0,61; 0,73 и 0,90 в зависимости от степени засоления почвы от низкой до сильной. Уровень опасности оценивался как опасно при слабой степени и очень опасно при средней и сильной степени засоленности почвы. Комплексные мероприятия улучшили агрохимические показатели почвы: плотность почвы снизилась с 1,52 до 1,42 г/м³, а порозность повысилась с 38% до 49%, что улучшило доступ кислорода для растений. Содержание подвижного фосфора на богарных участках было критически низким, что изменилось в результате проведенных комплексных мероприятий с 3,2 до 18,0 мг/кг, что

соответствует низкому показателю. Концентрация в почве обменного калия возросла с 210 до 340 мг/кг. На орошаемых участках урожайность кукурузы выросла в 4 раза, а люцерны – в 3,2 раза по сравнению с богарным.

Заключение. Продуктивность почвы после проведения комплексных мероприятий возросла, что позволило повысить урожайность культур в 3-4 раза.

Ключевые слова: почва, агрохимические свойства, глубокое рыхление, орошение, промывка, экологическая оценка, продуктивность

Original article

EFFICIENCY OF A COMPLEX OF MEASURES TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF SALINE GRAY-MEADOW SOILS

Nina Petrovna Karpenko¹, Aliya Kamzabekovna Maymakova²

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

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

¹*npkarpenko@yandex.ru*

Abstract. *The article presents the results of complex measures on the sierozem-meadow soil of the Talas irrigation massif.*

Problem and purpose. *Sierozem-meadow soils have a low level of fertility and can have high productivity only under conditions of irrigation, fertilization, deep loosening, etc. The purpose of the research was to study the efficiency of a set of measures to increase the productivity of saline sierozem-meadow soil.*

Methodology. *The research was conducted at Tuymeken LLC, located in the Talas River valley of Zhambyl district of Almaty region. The object of research were saline sierozem-meadow soil of different fertility levels, surface and ground water, and corn and alfalfa plants under surface irrigation. The soil was sierozem-meadow rainfed and irrigated. Traditional research methodology was applied.*

Results. *Plowing with deep loosening accelerated the leaching season by 2.5-3 times with an improvement in soil fertility indicators, but at the same time, a rapid movement of soluble harmful salts in the arable layer was observed. Pollution factors were established and coefficients were calculated that characterize the level of environmental hazard in the estimated soil layer. The environmental coefficient was 0.61; 0.73 and 0.90 depending on the degree of soil salinization from low to high. The hazard level was assessed as dangerous at a low degree and very dangerous at medium and high soil salinity. Complex measures improved the agrochemical indicators of the soil: the soil density decreased from 1.52 to 1.42 g/m³, and porosity increased from 38% to 49%, which improved oxygen access for plants. The content of mobile phosphorus in rainfed areas was critically low, which changed as a result of the comprehensive measures from 3.2 to 18.0 mg/kg,*

which corresponds to a low indicator. The concentration of exchangeable potassium in the soil increased from 210 to 340 mg/kg. In irrigated areas, the yield of corn increased by 4 times, and alfalfa - by 3.2 times compared to rainfed.

Conclusion. *Soil productivity increased after the comprehensive measures, which made it possible to increase crop yields by 3-4 times.*

Key words: *soil, agrochemical properties, deep loosening, irrigation, leaching, environmental assessment, productivity*

Введение

Жамбылский район Алматинской области Казахстана входит в так называемый Таласский массив орошения, объединяющий Таласскую долину Киргизии и низовья реки Талас Казахстана [2]. Климат остро засушливый и вести сельское хозяйство без орошения не возможно. Для этого в 1965-1975 гг. было построено Кировское водохранилище площадью 55 тыс.га и емкостью 550 млн. м³ (рисунок 1).



Рисунок 1 – Кировское водохранилище
Figure 1 – Kirov Reservoir

Вода из водохранилища позволяет обеспечить поливы на всем Таласском массиве орошения, хотя в отдельные годы наблюдается, во-первых, дефицит водных ресурсов, во-вторых, их загрязнение вследствие отвода коллекторно-дренажных вод с орошаемого массива, в-третьих – вторичное засоление и заболачивание территории из-за нарушений природно-мелиоративных и

гидрогеологических условий. Для решения перечисленных проблем в Таласском массиве орошения осуществляется реконструкция ирригационных систем на р. Талас, применяется комплексное использование поверхностных и грунтовых вод и др.

Сельскохозяйственное производство в Таласском массиве орошения относится к отрасли животноводства, которое дает 50% валовой продукции даже несмотря на низкую природную продуктивность земель во многих хозяйствах: сено люцерны не выше 35 ц/га и кукурузы на силос – до 160 ц/га [3, 4]. Именно эти культуры являются основными в создании кормовой базы, поэтому проведение комплекса мероприятий необходимо [5].

Почва Таласского массива орошения Жамбылского района Казахстана представлена карбонатной сероземно-луговой засоленной, невысокого плодородия и слабой дренированности [5]. Проведенные нами полнопрофильные разрезы сероземно-луговой почвы (рисунок 2) показали наличие под гумусовым горизонтом уплотненного солонцеватого горизонта с высоким содержанием Na и щелочностью [1, 2, 3]. В связи с использованием почвы в сельскохозяйственном производстве, проводилось изучение последствий комплексных мероприятий.



Рисунок 2 – Вид профиля сероземно-луговой почвы в ООО «Туймекен»
Figure 2 – View of the profile of the sierozem-meadow soil in Tuymeken LLC

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на территории ООО «Туймекен», расположенного в долине реки Талас Жамбылского района Алматинской области. Объекты исследований – засоленная сероземно-луговая почва разного уровня плодородия, поверхностные и грунтовые воды и растения кукурузы и люцерны (рисунок 3) в условиях поверхностного полива.

Цель исследований – изучить эффективность комплекса мероприятий по повышению продуктивности засоленной сероземно-луговой почвы.

Под комплексом мероприятий нами понимается промывка, внесение в почву химического мелиоранта и удобрений, глубокое рыхление, поверхностный способ полива в виде чеков и др.

В задачи исследований входило изучение плотности почвы и ее агрохимических (РК, др.) и мелиоративных (минерализация поверхностных и грунтовых вод, промывная норма и др.) характеристик при проведении натурных экспериментов с применением агротехнической обработки почвы (контроль) и глубокого рыхления рыхлителями РГ-0,5 и РГ-0,8 на глубину 0,8-1,0 м на двух участках (богара и орошаемое поле).



Рисунок 3 - Орошение кукурузы
Figure 3 - Corn irrigation

Почва – сероземно-луговая богарная и орошаемая. Этот тип почвы является переходным от сероземов к луговым, сформированный в дельте р. Талас. Почва имеет категории легкий (15%), средний (77%) и тяжелый (8%) суглинков и три категории плодородия: низкий (65%), средний (28%) и высокий (7%) от площади почвы. Засоление среднее (80%) и слабое (20%), содержание гумуса в среднем не выше 0,6%, содержание карбонатов в

верхнем пахотном горизонте 6%. Использование почвы - для возделывания кукурузы и люцерны на корм.

Теоретический анализ научной литературы показал хорошую отзывчивость на удобрительные средства, в результате внесения которых урожайность сельскохозяйственных культур выросла в 2 раза.

Для рассоления корнеобитаемого слоя применялась промывка минимальным количеством воды и внесение химического мелиоранта для обеспечения сохранности мелиоративно-экологического состояния почвы.

При расчете промывной нормы нами учитывались такие показатели, как качество оросительной воды, число и норма полива, равномерность распределения воды при орошении, водопроницаемость почвенного слоя и дренированность изучаемого массива орошения.

Методика исследований общепринятая: гумус определялся по Тюрину, плотность почвы – пикнометрическим способом при замене воды бензолом для получения достоверных результатов показателя, содержание солей в почве – методом водной вытяжки, минерализация грунтовых вод и поливной воды – химическим методом. Промывные нормы определялись расчетным методом.

Погодные данные предоставлены сотрудниками метеостанции в селе Узынагаш Жамбылского района Алматинской области (рисунок 3). Климат влажный континентальный.

Перед вспашкой поля в почву вносился химический мелиорант на основе фосфогипса дозой 6-8 т/га в сочетании с органическими удобрениями (15-20 т/га).



Рисунок 4 – Месторасположение с. Узынагаш

Figure 4 – Location of the village of Uzynagash

Производилась вспашка поля на глубину 30-35 см плантажным плугом ППН-40. Для обработки уплотненных слоев почвы проводилось рыхление на глубину 60-70 см с использованием рыхлителя РН-5-3. Для обеспечения эффективности промывного полива и с учетом коэффициента фильтрации почвогрунтов промываемые участки разбивались на чеки. Площадь чеков составлял от 0,125 до 1,0 га. Нарезались временные дрены на расстоянии от 25 до 50 м. Групповые временные дрены – на расстоянии 200-300 м. Чеки заполнялись водой до создания слоя 10-12 см. Промывка проводилась с середины междренья, а вода из временного оросителя подавалась самостоятельно в каждый чек. Интервал между двумя разовыми поливами составлял: при разовой норме 800-1000 м³/га.

Результаты исследований и их обсуждение

В ООО «Туймекен» Жамбылского района под сельскохозяйственным производством находится 700 га почвы. Перед исследованиями были проведены промывки нормой 5-6 тысяч м³/га на сероземно-луговой почве трех критериев плодородия: низкий, средний, высокий для условий

богарного земледелия и по категориям: легкий, средний и тяжелый суглинок (рисунок 5). Все эти разновидности почвы имеются в ООО «Туймекен».

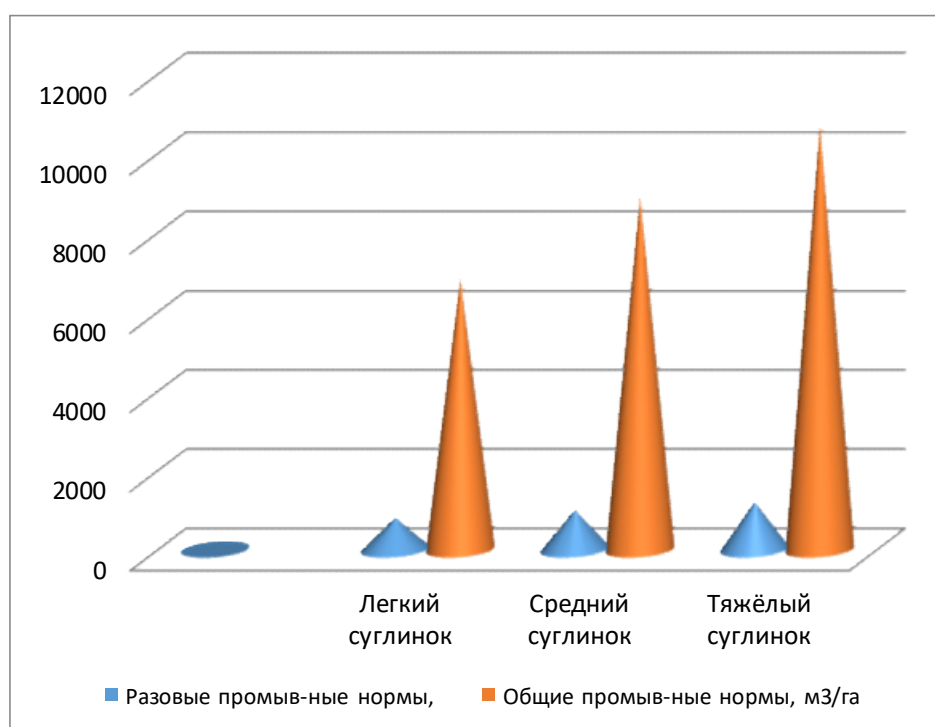
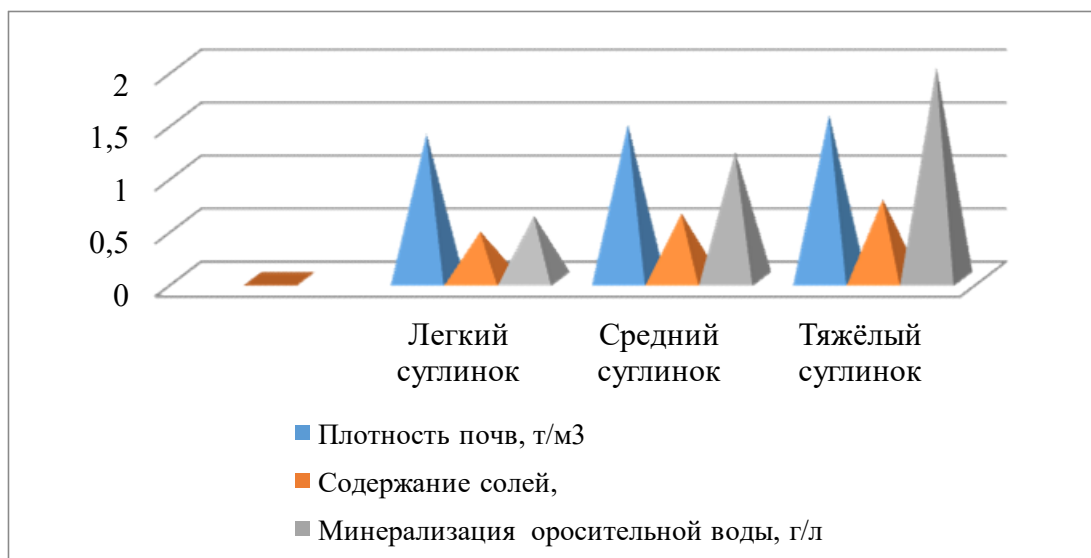


Рисунок 5 – Результаты исследований почвы в ООО «Туймекен»
Figure 5 – Results of soil research at Tuimeken LLC

Некоторые приемы земледелия, как показали результаты наших исследований, к примеру, вспашка с глубоким рыхлением, ускоряют промывной сезон, в 2,5-3 раза при улучшении показателей плодородия почвы от выноса минеральных и органических веществ, но при этом наблюдалось быстрое движение растворимых вредных солей в пахотном слое [6].

Учитывая высокую природную засоленность почв, были установлены факторы загрязнения и рассчитаны коэффициенты, которые характеризуют уровень экологической опасности в расчётном слое почвы. Для этого почва

была условно разделена на группы слабой, средней и сильной степени засоления. Как было отмечено выше, в основном почва подвержена средней степени засоления, их в хозяйстве до 58%, слабой – 39% и сильной – 3%. Результаты показаны на рисунке 6.

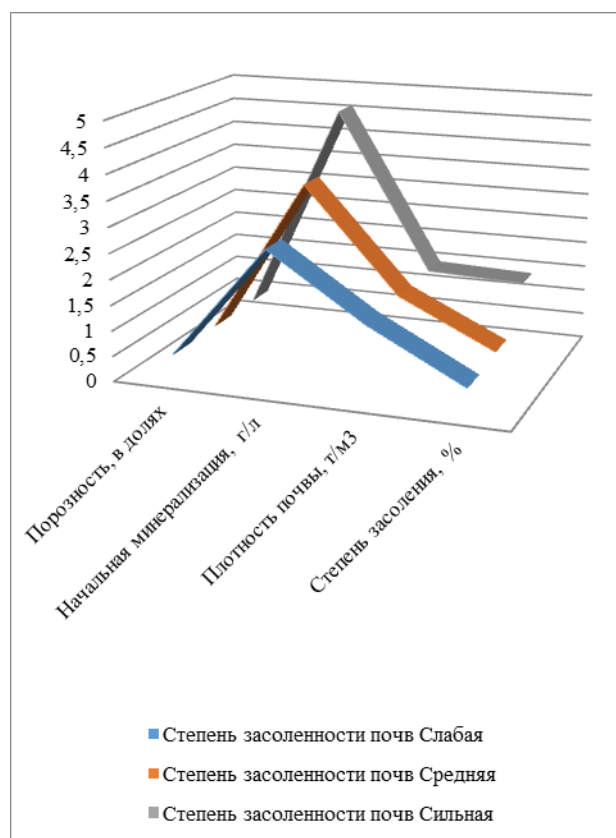


Рисунок 6 – Физические и агрохимические показатели почвы
в зависимости от степени засоления

Figure 6 – Physical and agrochemical parameters of soil depending on the degree of salinity

Итак, порозность почвы на участках с разной степенью засоления была минимальной (в долях) 0,47. При возрастании степени засоления начальная минерализация повышалась с 2,7 до 4,6 г/л, хотя плотность почвы не изменялась и была в пределах допустимой 1,47 т/м³. Степень засоления изменялась соответственно от 0,49 до 1,4% (рисунок 7).

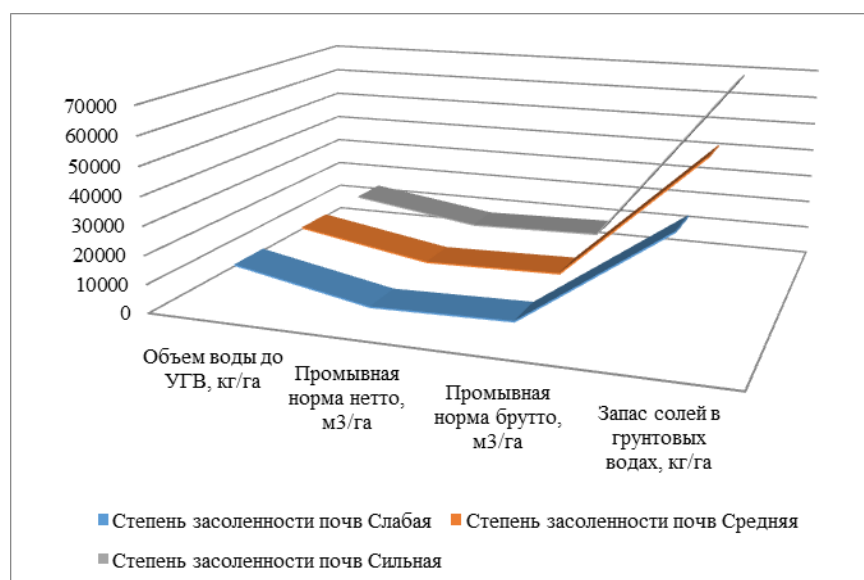


Рисунок 7 – Запас солей в грунтовых водах и промывная норма в зависимости от степени засоления

Figure 7 – Salt reserve in groundwater and leaching rate depending on the degree of salinity

Анализируя рисунок 7, для промывки от солей понадобился объем воды 15040 кг/га. Промывная норма составила от 6000 до 8000 м³/га в зависимости от степени засоления. Запас солей в грунтовых водах значителен: от 40608 до 69184 кг/га. Продолжительность промывки соответственно составила 146, 171 и 195 сут.

Остаток солей в почве после промывки составлял от 33 до 62 т/га при глубине уровня грунтовых вод в 3,2 м от дневной поверхности.

Химизм засоления грунтовых вод – хлоридный.

Экологический коэффициент составил 0,61; 0,73 и 0,90 в зависимости от степени засоления почвы. Уровень опасности оценивается как опасно при слабой степени и очень опасно при средней и сильной степени засоленности почвы.

Проведение комплексных мероприятий позволили улучшить агрохимические показатели почвы, что отображено в таблице 1.

Таблица 1- Некоторые агрохимические показатели почвы

Показатель	Богарный участок	Орошаемый участок		
		Уровень плодородия		
		Низкий	Средний	Высокий
Плотность почвы, г/м³	1,52±0,9	1,47±0,5	1,47±0,6	1,42±1,0
Порозность, %	38±2,5	42±1,9	46±2,3	49±2,3
Подвижный фосфор, мг/кг	3,2±1,1	12,8±2,6	15,2±3,1	18,0±3,5
Обменный калий, мг/кг	210±18,3	280±22,1	320±17,9	340±15,6
Содержание гумуса, %	0,8	1,0	1,5	1,8
общий азот, %	0,20	0,22	0,24	0,25

pH	8,3	8,1	8,0	7,8
Содержание карбонатов, %	6,0	5,0	4,8	4,5

Так, плотность почвы снизилась с 1,52 до 1,42 г/м³, а порозность повысилась с 38% до 49%, что улучшило доступ кислорода для растений. Содержание подвижного фосфора на богарных участках было критически низким, что изменилось в результате проведенных комплексных мероприятий с 3,2 до 18,0 мг/кг, что соответствует низкому показателю. Учитывая химический состав вносимого мелиоранта, концентрация в почве обменного калия возросла с 210 до 340 мг/кг. Надо отметить, что большая часть фосфор содержится в виде нерастворимых органических и минеральных соединений. Содержание карбонатов оптимально для возделывания кукурузы и люцерны. В целом результаты исследования агрохимических свойств почвы, полученные нами, согласуются с данными Б.Б. Бобонова с соавт. [1].

В наших исследованиях на орошаемых участках урожайность кукурузы выросла в 4 раза, а люцерны – в 3,2 раза по сравнению с богарным.

Влияние комплексных мероприятий на исследуемую почву можно выразить схемой: промывка почвы для удаления избытка солей (рисунок 4) – вспашка и глубокое рыхление (рисунок 9) – внесение удобрений и мелиоранта для восполнения дефицита питательных веществ – орошение для восполнения дефицита воды.



Рисунок 8 – Промывка засоленной почвы
Figure 8 – Washing of saline soil



Рисунок 9 - Глубокорыхлитель навесной РН 5-3
Figure 9 - Mounted subsoiler RN 5-3

Несмотря на улучшение агрохимических и мелиоративных свойств почвы, рост урожайности возделываемых культур, полученные результаты исследований свидетельствуют о высоком уровне экологической опасности, поэтому на засоленных серозёмно-луговых землях необходимо проводить комплекс мелиоративных мероприятий для улучшения и восстановления агрохимических свойств почв в зоне реки Талас.

По результатам исследований нами разработаны мероприятия по сохранению и восстановлению плодородия изучаемой почвы трех уровней плодородия. Так, на участках с высоким уровнем плодородия, которые в данном хозяйстве составляют лишь 7%, нами рекомендуются научно обоснованные севообороты; периодическое внесение навоза в нормах 15-20 т/га один раз в 4-5 лет для обеспечения бездефицитного баланса гумуса; ежегодное внесение соломы и заплата сидератов нормой 4...5 т/га; минимальная обработка почвы; посев многолетних трав и т.д. На участках со средним уровнем плодородия, доля которых составляет 28% от площади сельскохозяйственных угодий, рекомендуется разовое внесение больших доз органических удобрений нормами до 50 т/га навоза, сидератов 5-6 т/га; увеличение удельного веса многолетних трав в составе севооборотов. На участках с низким уровнем плодородия, которых в хозяйстве 65%, целесообразно разовое внесение больших доз органических удобрений нормами 50-70 т/га навоза, соломы 3 т/га, сидератов 7-8 т/га, севообороты с включением злаково-бобовых многолетних трав.

Заключение

Результаты проведённых исследований показали, что в ООО «Туймекен» Таласского массива орошения почвенный покров представлен серозёмно-луговыми почвами, которые отличаются различной степенью засоленности и уровнем плодородия. В основном это низкоплодородные и

среднезасоленные участки, на которых возделываются бессменно кукуруза и люцерна. Учитывая положительный эффект от проводимых нами комплексных мероприятий в виде промывки почвы для удаления избытка солей, глубокой вспашки и глубокого рыхления, внесения удобрений и мелиоранта для восполнения дефицита питательных веществ, орошения для восполнения дефицита воды, на Таласском массиве орошения Казахстана в ООО «Туймекен» Жамбылской области на площади 700 га были рекомендованы к внедрению. Продуктивность почвы возросла, что позволило повысить урожайность культур в 3-4 раза.

Библиографический список

1. Бобоноров, Б.Б. Агрохимические свойства орошаемых сероземно-луговых почв, потерпевших природную катастрофу / Б.Б. Бобоноров, Ш.М. Бобомуродов, Ш.Т. Турсунов, А.Ж. Исмонов // Научное обозрение. Биологические науки. 2021. № 4. С. 39-43. URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1242>
2. Карпенко, Н.П. Эколого-мелиоративное обоснование водно-солевого режима засоленных почв Таласского массива орошения Жамбылской области / Н.П. Карпенко, А.С. Сейтказиев // Природообустройство, 2017. – №4. – С. 73-79. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/gmgup-12-2017-04.pdf/view>
3. Карпенко, Н.П. Экологическая оценка деградации сероземно-луговых почв Жамбылской области / Н.П. Карпенко, А.С. Сейтказиев, А.К. Маймакова // Международный научно-исследовательский журнал, 2016. – № 12-1(54). – Часть 1. – С. 125-132. URL: <https://research-journal.org/archive/12-54-2016-december/ekologicheskaya-ocenka-degradacii-serozemno-lugovykh-pochv-zhambylskoj-oblasti>
4. 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
5. Сейтказиев А.С. Почвенно-экологическая оценка засоленных земель в условиях аридной зоны // Материалы международной научно-практической конференции «Мелиорация в России – традиции и современность», посвященной 110-летию С.Ф. Аверьянова. – Москва, 2013. – С. 162-170. URL: <http://www.eecca-water.net/file/Materialy-konferencii-Melioraciya-v-Rossii-Tradicii-i-sovremennost-2013.pdf>

References

1. Bobonorov, B.B. Agrokhimicheskiye svoystva oroshayemykh serozemno-lugovykh pochv, poterpevshikh prirodnyuyu katastrofu / B.B. Bobonorov, Sh.M. Bobomurodov, Sh.T. Tursunov, A.Zh. Ismonov // Nauchnoye obozreniye. Biologicheskkiye nauki. 2021. № 4. S. 39-43. URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1242>
2. Karpenko, N.P. Ekologo-meliorativnoye obosnovaniye vodno-solevogo rezhima zasolennykh pochv Talasskogo massiva orosheniya Zhambylskoy oblasti / N.P. Karpenko, A.S. Seytkaziyev // Prirodoobustroystvo, 2017. – №4. – S. 73-79. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/gmgup-12-2017-04.pdf/view>

3. Karpenko, N.P. *Ekologicheskaya otsenka degradatsii serozemno-lugovykh pochv Zhambylskoy oblasti* / N.P. Karpenko, A.S. Seytkaziyev, A.K. Maymakova // *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, 2016. – № 12-1(54). – Chast' 1. – S. 125-132. URL: <https://research-journal.org/archive/12-54-2016-december/ekologicheskaya-ocenka-degradacii-serozemno-lugovykh-pochv-zhambylskoj-oblasti>
4. Erofeeva, T.V. *E`ffektivnost` sovmestnogo primeneniya biopreparatov i mineral`ny`x udobrenij pri vy`rashhivanii svekly` stolovoj* / T.V. Erofeeva, L.A. Antipkina, Yu.V. Odnodushnova// *Setevoy nauchny`j zhurnal RGATU*, 2024. - №3(5). – S. 34-45 DOI 10.36508/journal.2024.63.85.005
5. Seytkaziyev A.S. *Pochvenno-ekologicheskaya otsenka zasolennykh zemel' v usloviyakh aridnoy zony* // *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Melioratsiya v Rossii – traditsii i sovremennost'», posvyashchennoy 110-letiyu S.F. Aver'yanova.* – Moskva, 2013. – S. 162-170. URL: <http://www.eecca-water.net/file/Materialy-konferencii-Melioraciya-v-Rossii–Tradicii-i-sovremennost-2013.pdf>