

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 4 (123). - Р. 97-109. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1810

УДК 631.445.52.61 (574.51)

Исследовательская статья

Биологический метод рассоления засоленных почв с помощью окультуривания солодки голой (*Glycyrrhiza Glabra L*)

Ибраева М.А.¹ , Маханова У.М.² 

¹Казахский научно-исследовательский институт «Почвоведения и агрохимии»
им. У.У. Успанова, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Ибраева М.А.: ibraevamar@mail.ru

Соавтор: (2: УМ) mahanova08@mail.ru

Получено: 22-11-2024 **Принято:** 23-12-2024 **Опубликовано:** 30-12-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. В Туркестанской области, где получили широкое распространение засоленные почвы, в настоящее время, технические параметры межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных и коллекторно-дренажных сетей не соответствуют проектным нормам, что в условиях продолжающихся засух способствовало возрастанию потери оросительной воды. Отмеченные обстоятельства привели к интенсивному развитию вторичного засоления почв и резкому ухудшению почвенно-мелиоративных условий орошаемых массивов. В связи с чем, целью исследований явилось испытание и определение эффективности биологического метода рассоления почв с помощью солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L*).

Материалы и методы. Полевые исследования по производственной проверке биологического метода проводились на территории трех пилотных хозяйств на площади 600 м², отличающиеся разным уровнем засоления почв. Перед посадкой проведена предпосадочная подготовка почв, проведен влагозарядковый полив. Солодка голая была высажена вегетативным способом. В начале эксперимента и в конце проведена (1:2000) солевая съемка территории хозяйств, из них отобраны образцы почв по глубинам 0-20, 20-50 и 50-100 см. По данным последних, определена степень засоления почв до глубины 1 м и составлены карты их засоления, которые в сравнении позволили определить эффективность биологического метода.

Результаты. В результате исследований составлены карты засоления почв, которые показывали эффективность возделывания солодки голой на изменение степени засоления почв. Наилучшая эффективность солодки голой установлена на слабозасоленных почвах, где за два вегетационных сезона концентрация солей уменьшилось в два раза, от 0,501% до 0,243%, т.е. исходная почва стала практически незасоленной. Среднезасоленные почвы второго пилотного участка в конце вегетации солодки голой перешли в разряд сильнозасоленных, что послужило увеличению площади последних в два раза, затронув верхний горизонт почвы.

Закключение. На трех пилотных участках, отличающиеся по степени засоления, испытание биологического метода показало эффективность солодки голой на слабозасоленных почвах. Установлено, что в условиях слабого вторичного засоления почв солодка голая обеспечивает снижение степени засоления почв до незасоленного уровня, что позволяет вовлечь их в сельскохозяйственный оборот. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияний солодки голой на солевой и питательный режимы не только нейтрально засоленных почв, но и щелочных.

Ключевые слова: Южный Казахстан; вторичное засоление; соленакопление; фитомелиорация; солодка голая (*Glycyrrhiza glabra L*).

Введение

Засоление почв является одним из основных деградационных процессов, ограничивающих плодородие почв засушливых территорий в разных странах мира, в том числе в Казахстане. Изменение засоления почв чаще всего является результатом антропогенного воздействия. Значительное влияние особенно в последние годы, на динамику засоления почв оказывают и глобальные климатические изменения [1-5]. Два этих основных фактора приводят к разным результатам в разных регионах Мира. В Казахстане сильное влияние на динамику засоления почв оказывают обе эти причины.

В Республике Казахстан площадь засоленных и солонцовых почв занимает 111,6 млн га, что составляет 41,0% от общей площади [5]. Долевое участие солончаков в структуре почвенного покрова значительно увеличивается в южной половине республики, которая представляет собой замкнутую внутриматериковую область, не имеющую свободного стока в открытые океанические бассейны. Здесь повсюду, кроме некоторых горных районов, испаряемость значительно превышает количество атмосферных осадков, что вызвано продолжительным жарким и сухим летом [1]. Наряду с преобладающим равнинным характером местности и ее общей слабой дренированностью, это способствовало широкому распространению засоленных почв. Кроме того, в настоящее время технические параметры межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных и коллекторно-дренажных сетей не соответствуют проектным нормам, что привело к интенсивному развитию вторичного засоления почв и подъему уровня и минерализаций грунтовых вод, т.е. происходит прогрессирующее засоление почв и грунтовых вод со всеми вытекающими отсюда последствиями. За счет засоления, неудовлетворительное мелиоративное состояние имеют почвы на 42912 га, за счет подъема уровня грунтовых вод на 80005 га, а за счет обоих факторов на 24909 га [5, 6]. В настоящее время ухудшение технического состояния оросительных каналов и гидротехнических сооружений привело к возрастанию потери оросительной воды и как следствие к увеличению удельных затрат воды на производство единицы продукции до 12-14 тыс. м³ на га [2, 5]. Это крайне отрицательно сказывается на экономике и производительности сельско-го хозяйства, так как Туркестанская область самая густонаселенная (на 1 км² приходится около 20 человек).

Одним из методов экологической реставрации деградированных земель, а также вспомогательным экологически безопасным мероприятием повышения плодородия засоленных и солонцовых почв является фитомелиорация [7]. Она предусматривает использование экологически специализированных видов ксерофитов, галофитов, псаммофитов и гигрофитов, которые являются надежным способом сохранения, обогащения и охраны биоразнообразия природных и сельскохозяйственных экосистем. Галофиты являются экологически, физиологически и биохимически специализированными видами растений, способными нормально функционировать и продуцировать в условиях засоленной среды и/или орошения соленой водой, при одновременном рассолении почв. Наконец, галофиты обеспечивают снижение уровня грунтовых вод в системе мелиоративных севооборотов. Таким образом, на сегодняшний день фитомелиорация засоленных почв с помощью галофитов является экологичным, экономичным и легковыполнимым видом мелиорации. По данным учёных, применение галофитов может обеспечить снижение засоления почв на 10-15% и повышение продуктивности засоленных земель на 20-25% [8, 9]. В результате исследований, проведенных З.Ш. Шамсудиновым, Н.З. Шамсудиновым [10, 11], установлено, что при фитомассе надземной части 18-20 т/га галофиты выносят из почвы 8-10 т солей с 1 га в год. Ими показано, что в период рассоления почв в мелиоративном севообороте, включающем разные экологические группы галофитов, для условий средней степени засоления составляет 4-5 лет, сильной степени засоления – 6-7 лет. Таким образом, рассоление почвы с помощью галофитов является единственным способом удаления вредных для культурных растений солей из почвы.

Среди галофитов особенно перспективным биомелиорантом для эффективного освоения засоленных орошаемых земель является солодка голая, которая одновременно считается как ценной лекарственной, так и кормовой культурой. В условиях Нижнего Поволжья на засоленных орошаемых землях с близким залеганием грунтовых вод солодка дает с 1 га 6-8 т сена и 8-10 т солодкового корня – ценного сырья для фармацевтической и пищевой промышленности [8].

В Узбекистане ученые создали метод разведения устойчивой к засоленной почве Мирзачуля, экспортоориентированной солодки, которая применяется в производстве, фармацевтике, промышленности [12]. На практике доказано, что на площадях, где ранее выращивалась солодка, впоследствии можно выращивать зерно и хлопчатник [13]. Испытание солодки голой в условиях Балхашского района Алматинской области позволило ученым установить наилучшую эффективность ее посадки корневыми черенками, где продуктивность зеленой массы и корней составило 2,3 т/га и 8,7 т/га соответственно. При таком способе степень засоления почв достигла незасоленного (0,149%) уровня по сравнению с контрольным (0,511%) вариантом [14].

Таким образом, из вышеизложенного следует, что в условиях засоленных почв Туркестанской области назрела необходимость производственного испытания биологического метода их рассоления с помощью окультуривания солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L*), что стало целью наших исследований. Это даст возможность восстановить продуктивность засоленных почв, вовлечения их в сельскохозяйственный оборот путём создания высокопродуктивных кормовых биоценозов, улучшения мелиоративного состояния и повышения плодородия почв.

Материалы и методы

Полевой эксперимент по определению эффективности биологического метода рассоления почв проводился на общей площади 600 м², где каждый участок имел по 200 м². Испытания солодки голой в условиях сельскохозяйственного производства проводились на территории трех хозяйств, которые отличаются разным уровнем засоления почв. Первым пилотным хозяйством является крестьянское хозяйство (КХ) «Оркен», где получили распространение слабозасоленные почвы. Вторым хозяйством с опытным участком является КХ «Мухит», где образовались средnezасоленные почвы. Наконец, третьим хозяйством является КХ «Багдат-2», на территории которой встречаются сильнозасоленные почвы. Перед тем как посадить солодку голую (*Glycyrrhiza glabra L*) вегетативным способом проводились предпосевная подготовка почв и влагозарядковый полив. При посадке солодки голой длина отрезков корневищ составляла 15-30 см, которые пучками устанавливались вертикально, с соблюдением полярности. В рядах расстояние между черенками равнялось 30 см, а ширина между рядами была равна 70 см. Отобранные черенки солодки голой углублялись в почву на глубину 2-4 см, с таким расчетом, чтобы их верхушка выглядывала от поверхности почвы на высоту 2-3 см [15]. Ниже на рисунках 1 и 2 представлены фрагменты посадки солодки голой и проведения биометрических измерений на пилотных участках с разным уровнем засоления почв.



Рисунок 1 – Фрагменты посадки солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L*) на пилотных участках с разным уровнем засоления почв



Рисунок 2 – Момент измерения роста солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L*) на пилотных участках (2019 г.)

Перед началом проведения полевых исследований (весна 2019 г., осень 2019 г.) и в конце 2020 г. на территории трех пилотных хозяйств проведена детальная солевая съемка в масштабе 1:2000. Из вышеуказанных пилотных участков отобраны образцы почв с глубин 0-20, 20-50 и 50-100 см по 15 образцов (весной и осенью). После чего, до глубины 1 м определена степень засоления почв. По результатам последних, составлены карты засоления почв, с помощью которых проведено определение эффективности фитомелиорации солодкой голой (*Glycyrrhiza glabra L*) на засоленных почвах. При применении указанного способа установлено сравнительное изменение степени засоления почв за два вегетационных сезона солодки голой.

Результаты и обсуждение

Для испытания солодки голой в реальных производственных условиях нами проведены полевые исследования, основанные на сравнении изменений степени засоления почв в течение двух вегетационных сезонов при помощи составленных карт засоления. На картах степени засоления почв по трем пилотным участкам представлены данные по глубинам 0-20, 20-50 и 50-100 см. Результаты исследований показали, что на первом пилотном участке весной на глубине 0-20 см больше половины ее территории занимают среднезасоленные почвы. Тогда как остальная часть представлена слабозасоленными почвами. После возделывания солодки голой осенью происходит некоторая дифференциация пилотного участка в лучшую сторону, то есть за счет уменьшения доли среднезасоленных происходит увеличение доли слабозасоленных почв (рисунок 3). Причем наиболее лучший рост солодки голой был установлен именно на слабозасоленных почвах. Приживаемость составила более 80% растений от посаженных. Несмотря на это, в одном из углов пилотного участка образовался небольшой контур сильнозасоленных почв. Здесь, причиной аккумуляции дополнительной порции солей, по-видимому, является протекание гидрогенно-аккумулятивных процессов в условиях выпотного и десуктивно-выпатного водного режима, что спровоцировало реставрацию солей.



Рисунок 3 – Карты степени засоления почв первого пилотного хозяйства КХ «Оркен»,
А - весенний отбор почвы, Б – осенний отбор почвы

Весной на глубине 20-50 см наблюдалась однородность на уровне слабой степени засоления почв, которая осенью в конце вегетации солодки голой сопровождалась образованием небольшого контура незасоленных почв. Глубже полуметра (50-100 см) степень засоления почв в слабой степени и незасоленной имеет примерно равнозначное положение. Причем контура незасоленности разбросаны по противоположным частям пилотного участка. Однако, осенью в конце вегетации солодки голой повышенная температура воздуха, сильное испарение приводит к объединению углового незасоленного контура со слабозасоленным контуром, занимая таким образом большую часть пилотного участка.

Второй пилотный участок, находящийся на территории КХ «Мухит», отмечается изначальной средней засоленностью почв. Так, например, весной, если не учитывать небольшой угловой контур с очень сильной засоленностью почв, поверхностный горизонт (0-20 см) почвы характеризуется в целом средней засоленностью. Однако, осенью, в конце вегетации солодки голой, в зависимости от повышения температуры воздуха и протекания гидрогенно-аккумулятивных процессов степень засоления почв в господствующем контуре повышается от средней до сильной. А очень сильнозасоленный контур тем временем расширяется по площади (рисунок 4). Это приводит к приживаемости солодки голой на уровне около 30%. На глубине 20-50 см очертание контура весной вырисовывается таким же как на поверхностном слое. Однако, в этом сроке на глубине 20-50 см небольшой угловой контур характеризуется не очень сильным засолением, а сильным засолением почв. Осенью, несмотря на возделывание солодки голой, существенных изменений в контурах степени засоления не произошло. Исходное очертание контуров в целом сохраняются.

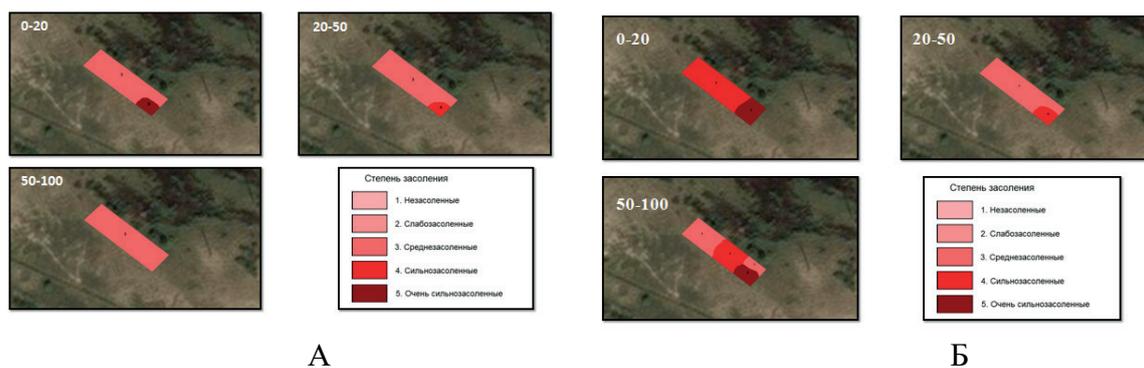


Рисунок 4 – Карты степени засоления почв второго пилотного хозяйства КХ «Мухит»,
А - весенний отбор почвы, Б – осенний отбор почвы

В пределах толщи 50-100 см пилотный участок имеет однородный контур средней степени засоления почв. Однако, пилотный участок осенью после возделывания солодки голой приобретает совсем иной облик. Она дифференцируется на четыре контура со средней, сильной и очень сильной засоленностью почв. Это говорит о том, что осенью из-за усиления засушливости климата, сильного испарения происходит интенсивное засоление почв, образование более засоленных контуров. Видимо, это связано с влиянием как внешних факторов, так и внутренних, которое представлено протеканием гидрогенно-аккумулятивных процессов в условиях выпотного водного режима почв.

Третий пилотный участок, который расположен в пределах КХ «Багдат-2» весной характеризуется однородным поверхностным (0-20 см) очень сильным засолением почв. Участок окрашен в темно-красный цвет (рисунок 5). Такая картина в поверхностном слое закономерно сохраняется даже после возделывания солодки голой осенью. Приживаемость последней составила около 5-10%.

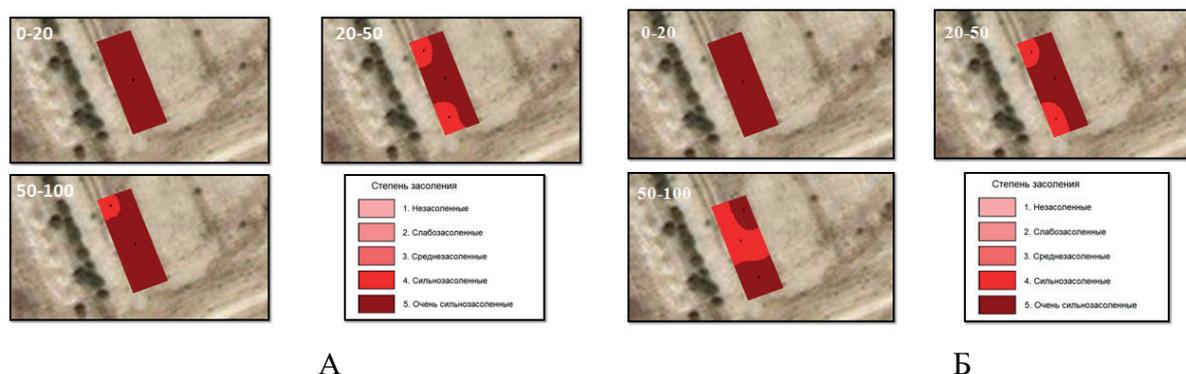


Рисунок 5 - Карты степени засоления почв третьего пилотного хозяйства КХ «Багдат - 2»,
А - весенний отбор почвы, Б – осенний отбор почвы

На глубине 20-50 см пилотный участок имеет совсем иной облик. Весной в отмеченной глубине почва по степени засоления имеет три самостоятельных контура. Из них, два противоположно расположенных контура отличаются сильной засоленностью и главенствующий контур очень сильной засоленностью почв. Такое состояние остается без заметных изменений несмотря на повышение температуры воздуха и почвы. Еще глубже (50-100 см) изначально весной пилотный участок характеризуется очень сильной степенью засоления почв с небольшим угловым контурным включением сильнозасоленных почв. Положительный эффект от возделывания солодки голой наблюдается осенью, когда происходит уменьшение площади контура изначально очень сильнозасоленных почв, которые разбиваются при этом на составные части. За счет этого увеличивается площадь контура, собственно, сильнозасоленных почво-грунтов на втором полуметре.

Таким образом, из вышеуказанного следует, что на пилотных участках происходит сезонное изменение степени засоления почв в сторону ее увеличения, то есть осенью происходит прирост концентрации воднорастворимых солей. Так как этот процесс активно происходит в поверхностном слое (0-20 см) у слабо- и средnezасоленных почв, а также в глубокой толще (50-100 см) у средnezасоленных почв, то следует предположить о влиянии не только гидрогенно-аккумулятивных процессов, связанных с близко залегающей грунтовой водой, но и влиянием выпотного и десуктивно-выпотного водного режимов, связанных с иссушающим потреблением воды растениями, а также ее испарением с поверхности. Здесь, также следует учесть микропроцессы внутрипочвенной диффузии, растворения и выпадения в осадок солей, что создает неоднородность солевого состава почвенного раствора и твердой фазы почвы в результате протекания вышеотмеченных процессов. По мере возрастания степени засоления почв пилотных участков эффект от солодки голой постепенно затухает, что также подтверждается литературными данными. Так, по данным Н.А. Акиншиной и К. То-дерич [16] при очень высокой степени засоления почв солодка голая обеспечивает рассоление почв примерно через 3-5 лет и 6-7 лет.

Для определения эффективности фитомелиорации с помощью солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L*) на изменение степени засоления почв в 2020 году проведен окончательный анализ составленных карт засоления, которые показывают состояние пилотных участков до (весна 2019) и после (осень 2020) возделывания солодки голой, т.е. в течении двух вегетационных сезонов. В течении последней проведены все соответствующие мероприятия по уходу за черенками солодки голой. От ее продолжительности жизни и продуктивности, соотношения надземной и подземной массы, строения и характера профильного распределения, как известно, зависит фитомелиоративный эффект.

Карты засоления показали, что на слабозасоленных почвах пилотного участка КХ «Оркен» за два вегетационных сезона солодки голой в пахотном слое (0-20 см) происходит трансформация средnezасоленного контура в слабозасоленную (рисунок 6).



Рисунок 6 – Эффективность солодки голой на степень засоления почв первого пилотного хозяйства, А - весенний отбор почвы в 2019 году, Б – осенний отбор почвы в 2020 году

Так, если в пределах метровой толщи исходная засоленность почвы на 40% была практически незасоленной, то после возделывания солодки голой в конце двух вегетационных сезонов осенью она достигла 80%, что обусловило приживаемость более 80% посаженных растений. Это говорит о положительном эффекте фитомелиорации солодки голой на рассоление слабозасоленных почв. Весной 2019 года перед посадкой солодки голой почвы пилотного участка КХ «Оркен» находились на границе от слабого до среднего уровня засоленности. После двух вегетационных сезонов выращивания солодки голой произошло снижение засоления почв почти в два раза (от 0,501% до 0,243%) и четко установилась на уровне практически незасоленных почв (рисунок 7). Это в свою очередь обеспечивает благоприятные условия роста и развития уже для других менее солеустойчивых культур.

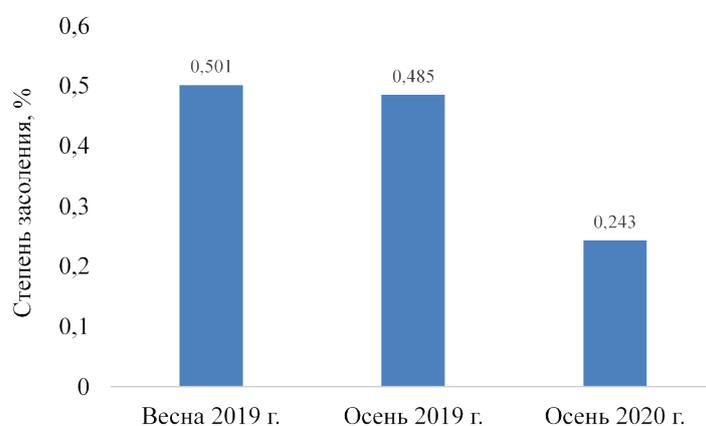


Рисунок 7 – Эффективность солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L) на изменение степени засоления слабозасоленных почв пилотного участка (КХ «Оркен»)

На средnezасоленных почвах второго пилотного участка в пределах КХ «Мухит» выращивание солодки голой в течение двух лет положительного влияния не оказало. Если в начале опыта (2019 г. весна) 95% площади пилотного участка в поверхностном слое занимали средnezасоленные почвы, то после возделывания солодки в конце ее двух вегетационных сезонов они перешли в разряд очень сильнозасоленных. Тогда как небольшой южный угловой контур очень сильного засоления заметно расширился и охватил всю территорию участка. Это привело к тому, что испытываемые растения начали угнетаться и выпадать из травостоя, т.е. не прижились. В нижерасположенных слоях заметные изменения в сторону улучшения не установлены. Данные карт засоления второго пилотного участка показали прогрессирующее засоление почв в метровой толще к концу вегетации солодки голой (рисунок 8).

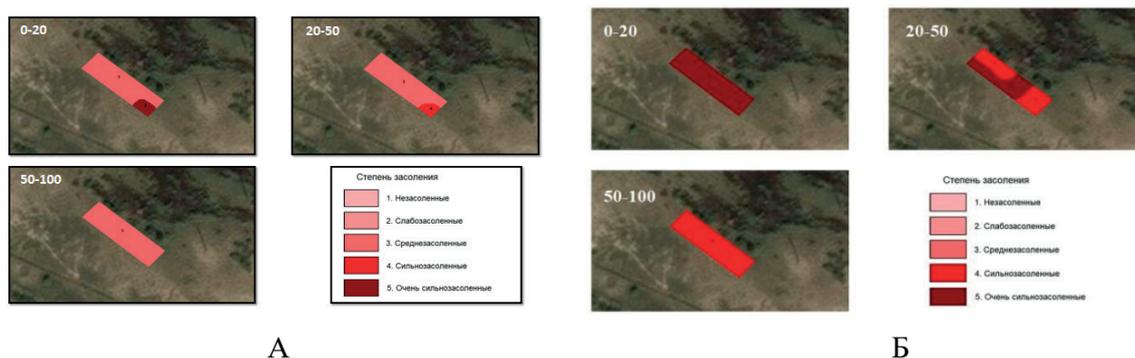


Рисунок 8 – Эффективность солодки голой на степень засоления почв второго пилотного хозяйства, А - весенний отбор почвы в 2019 году, Б – осенний отбор почвы в 2020 году

На третьем пилотном участке КХ «Багдат-2» с сильнозасоленными почвами заметных изменений в сторону улучшения также не произошло, особенно в полуметровой толще. При этом сильнозасоленные контуры по данным глубины 20-50 см к концу двух вегетационных сезонов вовсе перешли в разряд очень сильнозасоленных, расширившись по площади. Из-за этих процессов растения были сильно угнетены (рисунок 9).

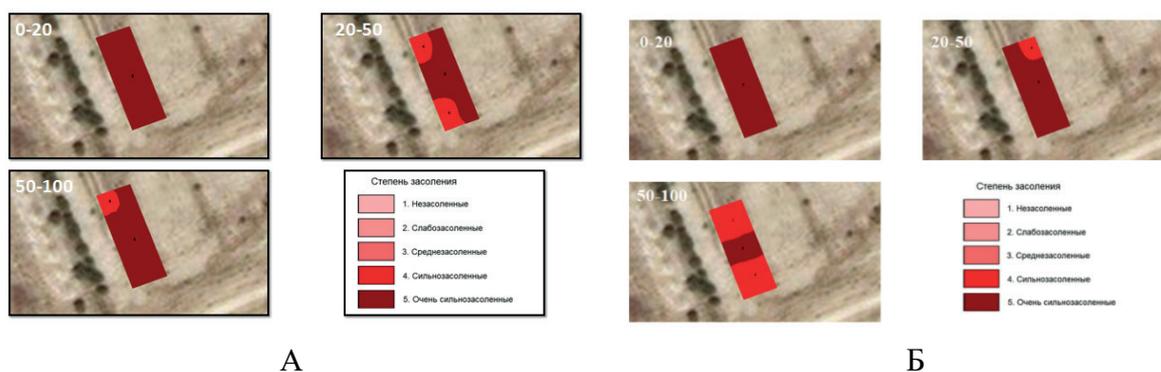


Рисунок 9 – Эффективность солодки голой на степень засоления почв третьего пилотного хозяйства, А - весенний отбор почвы в 2019 году, Б – осенний отбор почвы в 2020 году

На рисунке 10 видны различия в состояниях солодки голой в зависимости от засоленности почв. Оно обусловлено не только разным уровнем засоления почв, но и проблемами орошения, которые возникли в фермерских хозяйствах Туркестанской области. По утверждению фермеров, участвовавших в полевом семинаре, в год изучения в середине вегетации растений в условиях высокой температуры воздуха, остро ощущался дефицит оросительной воды из-за позднего посева (в июне месяце). Засуха, образовавшаяся в это время из-за недостатка воды, негативно сказалась на развитии солодки голой, что, в свою очередь, отразилось на снижении отчуждаемой с полей фитомассы. Последний случай, несомненно, не обеспечивает достаточный вынос солей из сильнозасоленной почвы пилотного участка. Отмеченное положение, следует учитывать в рассматриваемом регионе, либо в аналогичных условиях при подборе участков для первичного фитомелиоративного освоения.



Рисунок 10 – Состояние надземной массы солодки голой на слабо-, средне- и сильнозасоленных почвах пилотных участков (2020 г.)

Таким образом, испытуемый метод рассоления солодкой голой из-за нарушения режима орошения оказался неприемлемым не только на сильнозасоленных почвах, но и на средnezасоленных. Однако, при лучшем сценарии можно получить положительный эффект от возделывания солодки голой и на средnezасоленных почвах, что доказывают ранее проведенные исследования на засоленных почвах Акдалинского массива орошения [17]. Здесь следует отметить тот факт, что снижение солей в почве, особенно в слое 0,4 м, как известно, обеспечивается сокращением межполивного периода, о чем свидетельствует обратимая коррелятивная связь между этими процессами [14, 18]. Но, несмотря на образовавшиеся условия нами на слабо- и средnezасоленных почвах удалось получить урожай солодки в количестве 16,85 ц/га в первом году и 42,3 ц/га сухой массы на втором году исследований соответственно. Причем урожайность корней достигла 28,8 ц/га.

Заключение

Ухудшение почвенно-мелиоративных условий орошаемых земель Туркестанской области, из-за несоответствия проектным нормам технических параметров межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных и коллекторно-дренажных сетей привело к интенсивному развитию вторичного засоления почв. В связи с чем, в условиях нехватки воды и развития процессов потепления климата наиболее перспективным оказалось фитомелиорация, которая предусматривает выращивание солеустойчивых галофитов. Среди последних резко выделяется солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L), которая в настоящее время добывается во многих странах и в Туркестанской области, в частности, для производства лекарственных препаратов и других целей. Нами для разработки и испытания биологического метода рассоления почв, солодка голая выращивалась в почвах пилотных крестьянских хозяйств «Оркен», «Мухит» и «Багдат-2», имеющие соответственно слабую, среднюю и сильную степень засоления. Составлено 27 карт засоления почв под посевами солодки. Исследования показали, что выращивание солодки голой на слабозасоленных почвах в конце ее онтогенеза способствовало резкому сокращению доли средnezасоленных почв в пользу увеличения площади слабозасоленных почв в пахотном горизонте. Причем за два вегетационных сезона, в последнем, содержание солей уменьшилось в два раза, от 0,501% до 0,243%. Отсюда следует, что в результате фитомелиорации солодкой голой почва КХ «Оркен» становится практически незасоленной, что позволило получить 16,85 ц/га урожайности в первый год ее возделывания. На втором пилотном участке КХ «Мухит», несмотря на выращивание солодки голой, в конце ее вегетации осенью почвы со средней засоленностью перешли в разряд сильнозасоленных с увеличением площади последнего в 2 раза. Это, в свою очередь, создало неблагоприятные условия приживаемости солодки (~30%). На сильную засоленность третьего пилотного участка солодка голая заметного положительного влияния не оказала.

Таким образом, в условиях слабого вторичного засоления почв, солодка голая обеспечивает снижение степени засоления почв до незасоленного уровня, что позволяет вовлечь засоленные земли, которые вышли из сельскохозяйственного оборота.

Вклад авторов

МА: Концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. УМ: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Работа выполнена 2018-2020 гг. в рамках ПЦФ МСХ ИРН BR06349612 «Проблемы орошаемых засоленных почв Туркестанской области и их решение на основе применения инновационной технологии повышения плодородия почв и урожайности».

Список литературы

1 Пошанов, МН, Отаров, А., Ибраева, МА, Дуйсеков, С., Сулейменова, А. (2020). Опыт применения космического метода для обнаружения вышедших из сельскохозяйственного оборота «Залежных» засоленных земель зоны орошения и оценка их современного состояния. *Почвоведение и агрохимия*, 1, 29-41.

2 Ибраева, МА, Шаухарова, ДЕ, Маханова, УМ, Пошанов, МН, Сулейменова, АИ. (2024). Современное состояние плодородия почв СПК «Азия агрогрупп» Шаульдерского массива орошения Туркестанской области. *Почвоведение и агрохимия*, 3, 20-32.

3 Панкова, ЕИ, Конюшкова, МВ. (2016). История изучения и основные направления развития методов оценки и картографирования засоленности почв аридных и семиаридных территорий. *Бюллетень почвенного института им. ВВ Докучаева*, 82, 122-138.

4 Пошанов, МН, Кененбаев, СБ, Ибраева, МА, Вырахманова, АС, Дуйсеков, СН, Сулейменова, АИ. (2021). Влияние степени засоления почв и применения биопрепарата на продуктивность кукурузы. *Почвоведение и агрохимия*, 1, 44-56.

5 Боровский, ВМ. (1982). *Формирование засоленных почв и галогеохимические провинции Казахстана*. Алма-Ата: Наука.

6 Ибраева, МА, Маханова, У., Шаухарова, ДЕ, Сулейменова, АИ, Пошанов, МН. (2021). Влияние применения инновационной технологии на плодородие засоленных почв Шаульдерского массива и урожайность кукурузы. *Почвоведение и агрохимия*, 2, 39-51.

7 Под редакцией Варгаса, Р., Панковой, ЕИ, Балюка, СА, Красильникова, ПВ, и Хасанхановой, ГМ. (2017). Руководство по управлению засоленными почвами. План имплементации Евразийского почвенного партнерства.

8 Головин, ВИ. (1995). Обоснование технологии восстановления кормовой продуктивности пастбищ Западного Прикаспия для овец.

9 Иванова, НА, Шемет, СФ, Юрина, ЛИ. (1998). Новая система фитомелиорации мелиоративно-неблагополучных земель. *ЛИК*.

10 Шамсутдинов, ЗШ, Шамсутдинов, НЗ. (2002). Методы экологической реставрации аридных экосистем в районах пастбищного животноводства. *Степной бюллетень*, 11, 21.

11 Lobanova, PS, Bahmatova, KA, Rusakov, AV. (2023). Soil and ecological conditions for the saltresistant plants growth. *DSPACE at Saint Petersburg State University*.

12 Рахмонов, И., Ташбеков, У. (2020). Фитомелиорация засоленных почв с помощью посевов солодкового корня (*Glycyrrhiza glabra*). *Владимирский земледелец*, 2 (92), 33-39.

13 Абдиниязова, ГЯ, Хожиматов, ОК. (2013). Современное состояние естественных зарослей *Glycyrrhiza glabra* L. в Каракалпакстане. *Вестник КазНУ. Серия биологическая*, 59(3/2), 147-149.

14 Тодерич, К., Хужаназаров, Т., Ибраева, М., Торешов, П., Бозаева, Ж., Конюшкова, М. В., Кренке, АН. (2022). *Инновационные подходы и технологии управления засолением маргинальных земель Центральной Азии*. Нур-Султан: Учебное руководство.

15 Абдыева, Г., Айдогдыева, Г., Нурмухаммедова, Б., Межнун, Н. (2023). Методы выращивания солодкового корня. *Ceteris paribus*, (11), 43-45.

16 Akinshina, N., Toderich, K., Azizov, A., Salto, L., Ismail, S. (2014). Halophyte biomass: A Promising Source of Renewable Energy. *Journal of Arid land Studies*, 24(1), 231-235.

17 Otarov, A., Duisekov, S., Poshanov, M., Smanov, G. (2017). The results of the work on development of the method for biological reclamation of saline soils by planting *Glycyrrhiza glabra* L. *Eco-Environment Safety along the Silk-Road*. 30-33.

18 Кирпичев, ИВ, Наумов, СЮ. (2000). *Однолетний и двулетний донник*. Луганск: ЛГАУ.

References

1 Poshanov, MN, Otarov, A., Ibraeva, MA, Dujsekov, S., Suleimenova, A. (2020). Opyt primeneniya kosmicheskogo metoda dlya obnaruzheniya vyshedshih iz sel'skohozyajstvennogo obo-rota «Zaleznyh» zasolennyh zemel' zony orosheniya i ocenka ih sovremennogo sostoyaniya. *Pochvovedenie i agrohimiya*, 1, 29-41. [in Russ].

2 Ibraeva, MA, SHauharova, DE, Mahanova, UM, Poshanov, MN, Sulejmenova, AI. (2024). Sovremennoe sostoyanie plodorodiya pochv SPK «Aziya agro grupp» SHaul'derskogo massiva orosheniya Turkestanskoi oblasti. *Pochvovedenie i agrohimiya*, 3, 20-32. [in Russ].

3 Pankova, EI, Konyushkova, MV. (2016). Istoriya izucheniya i osnovnye napravleniya razvitiya metodov ocenki i kartografirovaniya zasolennosti pochv aridnyh i semiaridnyh territorii. *Byulleten' pochvennogo instituta im. VV Dokuchaeva*, 82, 122-138. [in Russ].

4 Poshanov, MN, Kenenbaev, SB, Ibraeva, MA, Vyrachmanova, AC, Dujsekov, SN, Suleimenova, AI. (2021). Vliyanie stepeni zasoleniya pochv i primeneniya biopreparata na produktivnost' kukuruzy. *Pochvovedenie i agrohimiya*, 1, 44-56. [in Russ].

5 Borovskii, VM. (1982). *Formirovanie zasolennyh pochv i galogeohimicheskie provincii Kazahstana*. Alma-Ata: Nauka. [in Russ].

6 Ibraeva, MA, Mahanova, U., SHauharova, DE, Sulejmenova, AI, Poshanov, MN. (2021). Vliyanie primeneniya innovacionnoj tekhnologii na plodorodie zasolennyh pochv SHaul'derskogo massiva i urozhajnost' kukuruzy. *Pochvovedenie i agrohimiya*, 2, 39-51. [in Russ].

7 Vargas, R., Pankovoy, EI, Balyuk, SA, Krasilnikov, PV, Hasanhanova, GM. (2017). Rukovodstvo po upravleniyu zasolennymi-pochvami Plan implementacii Evraziiskogo pochvennogo partnerstva. [in Russ].

8 Golovin, VI. (1995). Obosnovanie tekhnologii vosstanovleniya kormovoj produktivnosti pastbishch Zapadnogo Prikaspiya dlya ovec. [in Russ].

9 Ivanova, NA, SHemet, SF, YUrina, LI. (1998). Novaya sistema fitomelioracii meliorativno-nelagopoluchnyh zemel'. *LIK*. [in Russ].

10 SHamsutdinov, ZSH, SHamsutdinov, NZ. (2002). Metody ekologicheskoy restavratsii aridnyh ekosistem v rajonah pastbishchnogo zhivotnovodstva. *Stepnoi byulleten'*, 11, 21. [in Russ].

11 Lobanova, PS, Bahmatova, KA, Rusakov, AV. (2023). Soil and ecological conditions for the saltresistant plants growth. *DSPACE at Saint Petersburg State University*.

12 Rahmonov, I., Tashbekov, U. (2020). Fitomelioratsiya zasolennyh pochv s pomoshch'yu posevov solodkovogo kornya (*Glycyrrhiza glabra*). *Vladimirskii zemledec*, 2 (92), 33-39. [in Russ].

13 Abdiniyazova, GJ, Khojimatov, OK. (2013). Sovremennoe sostoyanie estestvennyh zaroslei *Glycyrrhiza glabra* L. v Karakalpakstane. *Vestnik KazNU. Seriya biologicheskaya*, 59(3/2), 147-149. [in Russ].

14 Toderich, K., Huzhanazarov, T., Ibraeva, M., Toreshov, P., Bozaeva, ZH, Konyushkova, M. V., Krenke, AN. (2022). *Innovacionnye podhody i tekhnologii upravleniya zasoleniem marginal'nyh zemel' Central'noi Azii*. Nur-Sul'an: Uchebnoe rukovodstvo. [in Russ].

15 Abdyeva, G., Ajdogdyeva, G., Nurmammedova, B., Mezhnun, N. (2023). Metody vyrashchivaniya solodkovogo kornya. *Ceteris paribus*, (11), 43-45. [in Russ].

16 Akinshina, N., Toderich, K., Azizov, A., Salto, L., Ismail, S. (2014). Halophyte biomass: A Promising Source of Renewable Energy. *Journal of Arid land Studies*, 24(1), 231-235.

17 Otarov, A., Duisekov, S., Poshanov, M., Smanov, G. (2017). The results of the work on development of the method for biological reclamation of saline soils by planting *Glycyrrhiza glabra* L. *Eco-Environment Safety along the Silk-Road*. 30-33.

18 Kirpichev, IV, Naumov, SYU. (2000). *Oднолетни и двулетни донник*. Луганск: ЛГАУ. [in Russ].

Тұзданған топырақты жалаң миямен (*Glycyrrhiza Glabra L*) мәденилендіру арқылы жақсартудың биологиялық әдісі

Ибраева М.А., Маханова У.М.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Тұзданған топырақ кең таралған Түркістан облысында қазіргі уақытта шаруашылықтар арасындағы және шаруашылықтар ішіндегі суаратын және коллекторлық-кәріздік желілердің техникалық параметрлерінің жобалық талаптарға сәйкес келмеуіне байланысты, бұл нормативтер жалғасып жатқан қуаңшылық жағдайында суаратын судың артық жұмсалуына ықпал етті. Аталған жағдайлар топырақтың екінші реттік сортаңдануының қарқынды дамуына және суармалы алқаптардың топырақ-мелиоративтік жағдайларының күрт нашарлауына әкелді. Осыған байланысты зерттеу жұмысымыздың мақсаты жалаң мия (*Glycyrrhiza glabra L*) өсіру арқылы топырақты тұзсыздандыруды қамтамасыз ететін биологиялық әдісті сынақтан өткізу және оның тиімділігін анықтау болды.

Материалдар мен әдістер. Биологиялық әдісті сынау бойынша далалық зерттеулер топырақтың әртүрлі тұздану деңгейімен ерекшеленетін ауданы 600 м² болатын үш шаруашылықтың аумағында жүргізілді. Отырғызу алдында алдын ала топырақ дайындау және ылғалдандырған суару жұмыстары жүргізілді. Жалаң мия вегетативті тәсілмен отырғызылды. Тәжірибенің басында және соңында шаруашылықтар аумағына тұз түсірілімі (1:2000) жүргізіліп, олардан 0-20, 20-50 және 50-100 см тереңдіктерден топырақ үлгілері алынды. Соңғының мәліметтері негізінде 1 м тереңдікке дейін топырақтың тұздану дәрежесі анықталып, олардың тұздану карталары әзірленді, бұл салыстырмалы түрде биологиялық әдістің тиімділігін анықтауға мүмкіндік берді.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижесінде топырақтың тұздану дәрежесінің өзгеруіне жалаң мия өсірудің тиімділігін көрсететін топырақтың тұздану карталары жасалды. Жалаң мияның ең жақсы тиімділігі сәл сортаңданған топырақта анықталды, мұнда екі вегетациялық кезеңде тұздың концентрациясы екі есеге, 0,501% 0,243% дейін төмендеді, яғни бастапқы топырақ іс жүзінде тұзданбағанға айналды десе де болады. Екінші пилоттық учаскенің орташа тұзданған топырағы, жалаң мияның вегетациялық кезеңінің соңында күшті тұзданғанға ауысты, бұл соңғысының ауданының екі есе ұлғаюна түрткі болды және топырақтың жоғарғы қабатына әсер етті.

Қорытынды. Тұздану дәрежесі бойынша ерекшеленетін үш тәжірибелік учаскеде биологиялық әдісті сынау, сәл тұзданған топырақта жалаң мияның тиімділігін көрсетті. Топырақтың екінші реттік сәл сортаңдану жағдайында жалаң мия топырақтың тұздану дәрежесін тұзданбаған дәрежеге жеткізуді қамтамасыз етеді, яғни ертеде ауыл шаруашылығынан шығып қалған тұзданған жерлерді қайта қолдануға мүмкіндік береді. Одан әрі зерттеулер тек бейтарапты сортаңданған топырақтың ғана емес, сонымен қатар сілтілі топырақтың да қоректік және тұз құбылымдарына жалаң мияның әсерін зерттеуге бағытталатын болады.

Кілт сөздер: Оңтүстік Қазақстан; екінші реттік сортаңдану; тұздардың жинақталуы; фитомелиорация; жалаң мия (*Glycyrrhiza glabra L*).

Biological method of desalination of saline soils using cultivation of licorice (*Glycyrrhiza Glabra L*)

Mariya A. Ibraeva, Ulbossyn M. Mahanova

Abstract

Background and Aim. The relevance of the research is that in the Turkestan region, where saline soils have become widespread, at present, in the conditions of ongoing droughts, the technical parameters of inter-farm and intra-farm irrigation and collector-drainage networks do not correspond to design standards, which contributed to an increase in the loss of irrigation water. This led to intensive development of secondary soil salinization and a sharp deterioration of soil-ameliorative conditions of irrigated areas. In this connection, the purpose of research was to test and determine the effectiveness of the biological method of soil desalination using the cultivation of licorice (*Glycyrrhiza glabra L*).

Materials and Methods. Field studies on the production verification of the biological method were conducted on the territory of three pilot farms on an area of 600 m², differing in different levels of soil salinity. Before planting preparation was carried out, moisture-charging irrigation was carried out. Licorice was planted vegetatively. At the beginning and at the end of the experiment, a salt survey of the farms' territory was conducted (1:2000), soil samples were taken from them at depths of 0-20, 20-50 and 50-100 cm. According to the latter data, the degree of soil salinity to a depth of 1 m was determined and salinity maps were compiled, which in comparison allowed determining the effectiveness of the biological method.

Results. As a result of the research, soil salinity maps were compiled, which showed the efficiency of cultivation of licorice on changes in the degree of soil salinity. The best efficiency of licorice was established on slightly saline soils, where over two vegetation seasons the concentration of salts decreased by half, from 0.501% to 0.243%, i.e. the original soil became practically non-saline. The moderately saline soils of the second pilot plot at the end of the vegetation period of licorice became highly saline, which resulted in a two-fold increase in the area of the latter, affecting the upper soil horizon.

Conclusion. On three pilot plots, differing in the degree of salinization, testing of the biological method showed the effectiveness of licorice on slightly saline soils. It has been established that in conditions of weak secondary soil salinization, licorice reduces the degree of soil salinization to a non-saline level, which makes it possible to involve saline lands that have been withdrawn from agricultural use. Further research will be aimed at studying the effects of licorice on the nutrient and salt regimes of not only neutrally saline soils, but also alkaline ones.

Keywords: Southern Kazakhstan; secondary salinization; salt accumulation; phytomelioration; licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.).