

Устойчивое сельское хозяйство на засоленных землях в Узбекистане на основе галофитного земледелия

Засоление является одной из растущих проблем, вызывающих огромные потери урожая во многих регионах мира, особенно в засушливых и полузасушливых районах. Общая площадь засоленных почв в мире составляет 831 млн га, в том числе 397 и 434 млн га засоленных и солонцовых почв соответственно (FAO, 2000).

Засоление – это процесс увеличения концентрации общих растворенных солей в почве и воде в результате природных процессов (первичное засоление) либо в результате антропогенного воздействия (вторичное засоление) (Ghassemi et al., 1995). Процесс вторичного засоления усугубляется использованием засоленных грунтовых вод и орошением водой низкого качества, а также в результате расчистки глубокозалегающих лесных массивов под пастбища и сельскохозяйственные культуры (Lambert and Turner, 2000; Barrett-Lennard, 2002).

Площадь орошаемых земель в мире составляет всего 15% от общей площади культивируемых земель, но на них приходится треть мирового продовольствия (Munns, 2005). По средним оценкам, около 100 млн га земли засолились в результате ирригации (Ghassemi et al., 1995; Pessarakli and Szabolcs, 1999), таким образом, около 11% орошаемых земель в мире уже в той или иной степени подвержены засолению (FAO, 2012).

Один из самых тяжелых случаев засоления наблюдается в бассейне Аральского моря в Центральной Азии (Узбекистан, Казахстан, Кыргызская Республика, Таджикистан, Туркменистан) (Kijne, 2005; Qadir et al., 2009), где до 50% орошаемых площадей страдают от засоления и/или заболачивания; тысячи квадратных километров орошаемых земель подверглись деградации при переводе целинных земель в орошаемые сельскохозяйственные угодья (Qadir et al., 2009).

Глобальное почвенное партнерство составило [Глобальную карту засоленных почв](#) как важнейший инструмент борьбы против засоления и повышения продуктивности ([В ходе виртуальной конференции..., 2021](#)). На данный момент на карте представлена информация из более чем 118 стран мира, включая Узбекистан. Данная карта может применяться лицами, формулирующими политику, при разработке проектов адаптации к последствиям изменения климата, а также проектов ирригации.

Большинство видов сельскохозяйственных культур, используемых в сельском хозяйстве, чувствительны к соли (гликофиты) и могут переносить лишь очень ограниченную концентрацию. Как только содержание солей в почвенном растворе превышает определенный уровень, продуктивность сельскохозяйственных культур снижается.

В настоящее время в сельском хозяйстве аридных территорий увеличивается интерес к освоению галофитов (растений с высокой солеустойчивостью). Галофиты выращивают на засоленных пахотных землях для восстановления деградированных ландшафтов и повышения продовольственной безопасности за счет увеличения продуктивной пищевой биомассы, зерна для потребления человеком и кормления скота, лекарственных, технических продуктов, где каждый продукт имеет рыночную стоимость

(Yamanaka et al., 2020; Pedro Garcia Caparros, 2022). Использование галофитов может стать жизнеспособной коммерческой альтернативой для снижения нагрузки на потребности земли и воды хорошего качества для традиционных систем земледелия и использования земель, деградированных в результате засоления (Panta et al., 2014).

Нехватка кормов для скота является одним из ключевых вопросов развития животноводства в Узбекистане, в то время как солеустойчивые и нетрадиционные культуры являются перспективными для кормопроизводства в засушливых условиях.

В рамках совместного японо-узбекского проекта Satreps разрабатываются модели смешанного земледелия с круговыми галофитами (*Circular Halophytes Mixed Farming – CHMF*) для повышения устойчивости агроэкосистемы и увеличения производства продуктов питания на засоленных фермерских землях ([Узбекистан впервые прошел отбор..., 2020](#)).

Арало-Каспийские фитогенетические ресурсы дикорастущих галофитов и комплексные технологии их возделывания точно не известны, что затрудняет адаптацию к земледелию на засоленных почвах (Toderich et al., 2018). CHMF фокусируется на разработке и применении модели динамики засоления почва-вода-растение для стимулирования вариантов выращивания и управления в течение нескольких вегетационных периодов. Схема предназначена для оценки потенциала галофитных растений для улучшения долгосрочной продовольственной безопасности.

В рамках данной работы в дельте реки Амударьи на заброшенных солончаках выращивались дикорастущие галофиты (*Kochia scoparia*, *Atriplex nitens*, *Climacoptera aralensis*, *Suaeda salsa*, *Salsola sclerantha*, *Salsola dendroides*, *Salicornia europaea*, *Alhagi pseudalhagi*) в сочетании с нетрадиционными товарными культурами, такими как *Sorghum bicolor*, *Penisetum glaucum*, *Setaria italica*, *Chenopodium quinoa*, *Hibiscus cannabinus* и *Amaranthus retroflexus* var. *virescens* в системе полосно-аллейного земледелия и агролесомелиорации (деревья *Elaeagnus angustifolia* и *Morus*).

Почвы территории исследования характеризуются глинисто-суглинистым гранулометрическим составом, высокой плотностью сложения пахотного и подпахотного горизонтов, низким содержанием гумуса и макроэлементов, высокой степенью засоления преимущественно хлоридно-сульфатного химизма.

Исследования показали (Toderich et al., 2023), что галофиты накапливают и/или выделяют соли через специальные ткани растений/солевые железы/трихомы. Критерии для (круглогодичного) выращивания галофитов суккулентов должны основываться на их солевыводящей способности (около 8,0 г-NaCl экв/кг сухой почвы за один цикл вегетации). Зеленая биомасса, получаемая при одном поливе в условиях засоления почвы 18 дС/м, варьирует в пределах 34-55 т/га⁻¹ при уборке, что соответствует 13-20 т ДМ/га. Наибольшую всхожесть семян, выживаемость проростков и урожайность зеленого корма показали *Atriplex nitens*, *Salsola sclerantha* и *Kochia scoparia*. Наибольшая всхожесть семян (около 89%) в полевых условиях наблюдалась у *Atriplex nitens*, который довольно быстро рос, накапливал зеленую биомассу и имел семена хорошего качества. Низкая полевая всхожесть семян (около 25%) наблюдалась у *Suaeda salsa*, *Salicornia europaea* и *Climacoptera aralensis*.

Таким образом, дикорастущие галофиты в смешанном земледелии на засоленных землях при ограниченном орошении дали огромное количество зеленой биомассы. Способность галофитов к отращиванию делает их пригодными для многоукосного скашивания и заготовки сена. На качество зерна не влияют токсичные соли, что позволяет постепенно вводить эти виды в систему кормления скота. Однако отмечается, что тяжелый гранулометрический состав и высокая плотность сложения почв затрудняет выращивание дикорастущих галофитов.

Непрерывное выращивание галофитов снижает уровень засоления и, в конечном итоге, позволяет вернуть земли в альтернативное сельскохозяйственное использование. Ожидается, что СНМФ поможет фермерским хозяйствам в бассейне Аральского моря воспроизвести галофитные методы ведения сельского хозяйства, что в долгосрочной перспективе увеличит объем сельскохозяйственной продукции для внутреннего и мирового рынков (Toderich et al., 2023).

В этой статье приведены результаты исследования, представленные на втором совещании Международной сети по засоленным почвам (INSAS): «Управление засоленными почвами для устойчивого будущего», которое прошло 22-26 мая 2023 г. в Ташкенте/Нукусе, Узбекистан. Авторы доклада: Кристина Тодерич, Наоко Мацуо, Наталия Акинъшина, Темур Хужаназаров, Гульчехра Хасанханова, Алишер Курбанов, Бердияр Джоллибеков, Кристина Прокопьева.

Список использованных источников:

FAO, “Global Network on Integrated Soil Management for Sustain-Able Use of Salt-Affected Soils,” Rome, Italy, 2000, <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>

Ghassemi, F., Jakeman, A.J., Nix, H.A., 1995. Salinisation of Land and Water Resources: Human Causes, Management and Case Studies. University of New South Wales Press, Sydney, Australia.

Lambert, M., Turner, J., 2000. Commercial Forest Plantation on Saline Lands. CSIRO Publishing, Collingwood, pp. 198

Barrett-Lennard, E.G., 2002. Restoration of saline land through revegetation. Agricultural Water Management 53, 213–226.

Munns, R., 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist 167, 645–663.

Pessaraki, M., Szabolcs, I., 1999. Soil salinity and sodicity as particular plant/crop stress factors. In: Pessaraki, M.(Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress., second edition. Marcel Dekker, New York, NY, pp. 1–16.

FAO, 2012. FAO Statistical Year Book 2012, World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, p. 366. <http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e00.htm>

Kijne, J.W., 2005. Aral Sea basin initiative: towards a strategy for sustainable irrigated agriculture with feasible investment in drainage. Synthesis Report. IPTRID/FAO, Rome (June), p. 72.

Qadir, M., Noble, A.D., Qureshi, A.S., Gupta, R.K., Yuldashev, T., Karimov, A., 2009. Salt-induced land and water degradation in the Aral Sea basin: a challenge to sustainable agriculture in Central Asia. *Natural Resources Forum* 33 (2), 134–149.

В ходе виртуальной конференции была представлена Глобальная карта засоленных почв // <https://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/ru/c/1446044/> (дата обращения 20.07.2023)

Yamanaka, N. and K.N. Toderich. 2020. Salinization in Drylands. Imai Print Co., Ltd., Tottori, 101p

Pedro García Caparrós, Alvina Gul., Tuba Sharf Batool., Hadi Pirasteh-Anosheh., Bengu Turkyilmaz Unal., Volkan Altay., Kristina N. Toderich. Halophytes have potential as heavy metal phytoremediators: A comprehensive review. 2022. *Environmental and Experimental Botany* 193(6). DOI: [10.1016/j.envexpbot.2021.104666](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104666)

Suresh Panta, Tim Flowers, Peter Lane, Richard Doyle, Gabriel Haros, Sergey Shabala. Halophyte agriculture: Success stories. *Environmental and Experimental Botany* 107 (2014) 71–83 <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.05.006>

Узбекистан впервые прошел отбор для участия в программе технического содействия «Исследовательское партнерство в области науки и технологий для устойчивого развития (SATREPS)» // https://www.uz.emb-japan.go.jp/itpr_ru/satreps.html (дата обращения 20.07.2023)

Toderich, K.N., Ismail, S.H., Khujanazarov, T. & Khasankhanova, G. 2018. Biosaline Technologies and Approaches on salinity management of different agro-landscapes in arid climate. In R. Vargas, E.I. Pankova, S.A. Baliyuk & P.V. Krasilnikov, eds. *Salinity Management Handbook*, pp. 61-72. Singapore, Springer.

Toderich Kristina, Matsuo Naoko, Akinshina Nataliya, Khujanazarov Temur, Khasankhanova Gulchekhra, Qurbanov Alisher, Jolibekov Berdiyar, Prokopyeva Kristina. Sustainable Saline Agriculture based on Circular Halophytic Mixed Farming. *Proceedings of the 2nd Meeting of the International Network of Salt-Affected Soils (INSAS)*. 2023. FAO, Taskent. pp. 100-102.