

# AM真菌在盐碱地改良方面的应用展望

卢垟杰<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

<sup>2</sup>陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

<sup>3</sup>自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

<sup>4</sup>陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: 995915203@qq.com

收稿日期: 2020年9月22日; 录用日期: 2020年10月7日; 发布日期: 2020年10月14日

## 摘要

综述了国内外近年来在利用丛枝菌根真菌(AM真菌)改良利用盐碱地方面取得的研究进展。从我国盐碱地的危害及目前的改良措施出发, 深入探讨了AM真菌作为生物改良措施在盐碱地改良应用方面的可行性, 以期为盐碱地改良研究提供参考。

## 关键词

盐碱地, 生物改良, 菌根

# Prospect of Application of *Arbuscular mycorrhizal* Fungi in the Improvement of Saline Land

Yangjie Lu<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>3</sup>Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

<sup>4</sup>Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Email: 995915203@qq.com

Received: Sep. 22<sup>nd</sup>, 2020; accepted: Oct. 7<sup>th</sup>, 2020; published: Oct. 14<sup>th</sup>, 2020

## Abstract

This article summarizes the research progress made in recent years in improving the utilization of saline land by using *Arbuscular mycorrhizal* fungi (AM fungi). Starting from the hazards of saline-alkali land in my country and the current improvement measures, the feasibility of AM fungi as a biological improvement measure in the improvement of saline-alkali land was discussed in depth, in order to provide a reference for the improvement of saline-alkali land.

## Keywords

Saline Land, Biological Improvement, Mycorrhiza

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 盐碱地现状概述

### 1.1. 盐碱土的危害

盐渍土(又称盐碱土)是指土壤被土体中各类中性或弱碱性盐影响所形成的盐化、碱化土壤以及各种盐土和碱土的总称[1]。其中,盐土的土壤溶液渗透压较高,导致土壤水分有效性减小,使植物的根系吸水困难,甚至会造成植物生理干旱现象的发生;碱土含有过高浓度的  $\text{HCO}_3^-$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  离子,会直接损伤植物的根系细胞,从而造成植物生长困难,植株矮小[2]。土壤盐碱化会影响土壤的物理及化学性质,盐碱土的土壤通透性较低,而且表层土壤干燥时易收缩结块,湿润时膨胀泥泞,土壤耕性较差;盐碱土中过高的盐分离子含量还会严重阻碍其上植株的生长[3],降低作物产量。

### 1.2. 盐碱地的分布范围

我国的盐碱地分布范围极为广泛,据第二次全国土壤普查数据显示,我国各类盐渍化土壤面积达到了  $0.99 \times 108 \text{ hm}^2$ ,此外,还存在面积约为  $1.73 \times 107 \text{ hm}^2$  的潜在盐渍化土壤[4] [5] [6] [7]。盐碱地已经成为威胁我国农业发展的重要退化土地类型之一,开发利用盐碱地势在必行[8]。

### 1.3. 盐碱地改良措施

为合理开发利用盐碱地,需要对盐渍化土壤进行改良,克服土壤盐渍化引起的生态环境及生产力低下的问题[9]。盐碱地的改良方式按性质主要分为物理改良、化学改良和生物改良三种。其中,物理改良包括农业措施和工程措施,农业措施指的是利用覆盖地膜、秸秆还田、表面覆沙、深耕、起垄或客土置换等农艺措施改善土壤物理结构,调节土壤水盐分布,从而达到改良盐碱地的效果;工程措施则主要利用“盐随水来,盐随水去”的水盐运移规律[10],采用灌水压盐、蓄淡洗盐、井灌井排等水利工程措施淋洗土壤盐分、降低地下水位,从而达到脱盐的效果。化学改良主要是通过向盐碱土上施加不同种类的化学改良剂,利用离子交换、中和反应等化学反应方法,来改变土壤胶体吸附的阳离子组成,增加土壤通透性和淋盐效果,降低土壤含盐量[11]。生物改良是利用盐生植物或微生物改善盐渍化土壤的环境条件,具有花费较少,改善作用持久有效的优点[12]。

## 2. AM 真菌概述

菌根(Mycorrhizal)作为自然界中普遍存在的一种植物共生现象,在改善土壤结构,促进植物生长发育方面具有重要作用[13] [14]。其中,丛枝菌根(*Arbuscular mycorrhizal*, AM)真菌是一种分布最广,研究最多的专性共生多核真菌[15] [16] [17]。大量研究结果显示,在盐碱胁迫下,AM 真菌可以改善植物生长的根际土壤环境,调节植物对水分和养分的吸收,从而有效地缓解盐碱胁迫下的生理性干旱,促进植物生长、生产,提高植物的耐盐碱性。AM 真菌菌丝体形成的菌丝网可以扩大根的吸收面积,增加植物吸水能力,调控植物对大量或微量元素的吸收,缓解植物的生理性干旱[18] [19]。

## 3. AM 真菌在盐碱地改良方面的应用情况

近年在国内外开展了许多利用 AM 真菌与植物的互惠共生关系来增强植物在盐碱土壤中的适应力的研究,这些研究表明,AM 真菌在提高植物耐盐性和盐碱地改良方面有着非常重要的作用[20] [21] [22] [23] [24]。

AM 真菌发育过程中产生的酸类有机物等中间产物可以促进土壤中养分的分解转化,加快土壤-植株的养分循环,还能提高土壤中的水稳定性团聚体的含量,改善土壤物理结构,增加盐碱地的土壤通透性。

AM 真菌可以显著提高植物对土壤中 P、Zn 和 Cu 的吸收,对 N、K、Mn、B 和 S 等元素的吸收也有一定的作用,提高了植物的抗盐性。Rabie 等[25]研究发现,在盐胁迫下,相比于未接种菌种,植株在接种 AM 真菌后的 K 吸收比率更高。Ojala 和 Daei 等[24] [26]的研究均表明,洋葱接种 AM 真菌后,在盐胁迫环境中对 P、K、Mg、Zn、Fe 的吸收大大增加,且植株中这些元素的含量有高于不接种处理。

AM 真菌与植物的共生体可以通过大量伸展到土壤中的根外菌丝来提高根系吸收面积和吸收空间,促使植物吸收更多的矿质元素和水分,缓解由盐胁迫引起的生理干旱,进而促进植物的生长发育。盐胁迫下接种 AM 真菌可以明显改善植株水分状况,提高根系获取水分的能力,以对抗胁迫造成的植物生理干旱,从而提高植物耐盐性。冯固等[20]通过研究玉米叶片发现,盐胁迫下接种 AM 真菌的玉米叶片水势显著高于未接种玉米,可能是真菌直接吸收土壤水分供给植株或者提高植株根系活力,促进根系吸水[27] [28]。Alle 等[19]研究发现,AM 真菌形成的菌丝可以提高植株根系的水分吸收速率,且细小的菌丝可以延伸至根系无法到达的区域,吸收一般情况下根部无法利用的土壤水分。

此外,AM 真菌在接种到植株上后,还能增加盐胁迫下植株体内的叶绿素含量,提高植物的光合作用,促进植物生长。

## 4. 结论与展望

大面积的盐碱地严重制约了我国农业经济的发展,改良以及合理开发利用盐碱土,对改善生态环境,推动区域经济以及中国农业走可持续发展的道路具有重要意义[29]。

本文针对盐碱地上作物接种 AM 真菌的一种新型的生物改良措施,发现 AM 真菌可以改变植物根系形态,增加其对土壤水分的吸收,提高对土壤中 P 元素和其它矿质元素的吸收,并提高植物细胞酶活性,缓解盐害离子造成的细胞生理代谢紊乱,从而促进植物在盐渍土壤中的生长,且真菌的分泌物还能起到改善盐碱地土壤结构,改良盐碱地的效果。AM 真菌利用在改良盐碱地方面,不仅效果显著,可以提高盐碱地的生产力,改善退化土壤环境,促进作物耐盐性,提高作物抗逆性;而且适用范围广,不会对土壤及区域生态环境造成负面影响,是一种十分具有利用价值的盐碱地改良措施,其应用推广值得进一步研究。

## 基金项目

陕西省土地工程建设集团内部科研项目(DJNY2019-14、DJNY2020-15)。

## 参考文献

- [1] 王遵亲, 祝寿泉, 俞仁培, 等. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 12.
- [2] 郭建忠. 不同滴灌水量和种植方式对盐碱土水盐运移和牧草生长的影响[D]: [硕士学位论文]. 太原: 太原理工大学, 2017.
- [3] Estrada, B., Barea, J.M., Aroca, R. and Ruiz-Lozano, J.M. (2012) A Native Glomus intraradices Strain from a Mediterranean Saline Area Exhibits Salt Tolerance and Enhanced Symbiotic Efficiency with Maize Plants under Salt Stress Conditions. *Plant and Soil*, **366**, 333-349. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1409-y>
- [4] 叶常丰, 戴心维. 种子学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 169-180.
- [5] 胡宗英. 不同盐碱胁迫对披碱草和紫花苜蓿种子萌发的影响[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林农业大学, 2014.
- [6] 何磊, 陆兆华, 管博, 等. 盐碱胁迫对两种高粱种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 西北植物学报, 2012, 32(2): 362-369.
- [7] 张建锋. 盐碱地的生态修复研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(4): 74-78.
- [8] 卢垟杰. 滴灌施肥条件下不同种植方式对盐碱地土壤水盐和养分运移的影响[D]: [硕士学位论文]. 太原: 太原理工大学, 2018.
- [9] 周昕南. AM 真菌对向日葵生长及耐盐碱性的影响[D]: [硕士学位论文]. 内蒙古: 内蒙古大学, 2019.
- [10] 王水献, 董新光, 吴彬, 等. 干旱盐渍土区土壤水盐运动数值模拟及调控模式[J]. 农业工程学报, 2012, 28(13): 142-148.
- [11] 汪立梅, 桂丕, 李化山, 等. 改良剂与微生物菌剂联合施用对盐碱地土壤和耐盐植物的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(17): 264-269.
- [12] 王善仙, 刘宛, 李培军, 等. 盐碱土植物改良研究进展[J]. 中国农学通报, 2011, 27(24): 1-7.
- [13] 刘润进, 陈应龙. 菌根学[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [14] Wang, B. and Qiu, Y.L. (2006) Phylogenetic Distribution and Evolution of Mycorrhizas in Land Plants. *Mycorrhiza*, **16**, 299-363. <https://doi.org/10.1007/s00572-005-0033-6>
- [15] Powell, C.L. and Bagyaraj, D.J. (1984) VA Mycorrhiza. C RC Press Inc., Boca Raton.
- [16] Santander, C., Aroca, R., Ruiz-Lozano, J.M., et al. (2017) Arbuscular mycorrhiza Effects on Plant Performance Under osmotic Stress. *Mycorrhiza*, **27**, 639-657. <https://doi.org/10.1007/s00572-017-0784-x>
- [17] 高崇, 曾明, 牛琳琳, 周林军, 王秀琪. 盐胁迫下丛枝菌根真菌对植物影响的研究现状与发展趋势[J]. 北方园艺, 2013(10): 180-184.
- [18] Evelin, H., Kapoor, R. and Giri, B. (2009) Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Alleviation of Salt Stress: A Review. *Annals of Botany*, **104**, 1263-1280. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp251>
- [19] Allen, M.F. (1982) Influence of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae on Water Movement through *Bouteloua gracilis* (H. B. K.) Lag ex Steud. *New Phytologist*, **91**, 191-196. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1982.tb03305.x>
- [20] 冯固, 白灯莎, 杨茂秋, 李晓林, 张福锁. 盐胁迫对 VA 菌根形成及接种 VAM 真菌对植物耐盐性的效应[J]. 应用生态学报, 1999, 10(1): 79-82.
- [21] Gupta, R. and Krishnamurthy, K.V. (1996) Response of Mycorrhizal and Nonmycorrhizal *Arachis hypogaea* to NaCl and Acid Stress. *Mycorrhiza*, **6**, 145-149. <https://doi.org/10.1007/s005720050119>
- [22] Pfeiffer, C.M. and Bloss, H.E. (1988) Growth and Nutrition of Guayule (*Parthenium argentatum*) in a Saline Soil as Influenced by Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza and Phosphorus Fertilization. *New Phytologist*, **108**, 315-321. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1988.tb04168.x>
- [23] 姚艳玲, 冯固, 白灯莎, 等. NaCl 胁迫下 VA 菌根对玉米耐盐能力的影响[J]. 新疆农业科学, 1999(1): 20-22.
- [24] Daei, G., Ardekani, M., Rejali, F., Teimuri, S. and Miransari, M. (2009) Alleviation of Salinity Stress on Wheat Yield, Yield Components, and Nutrient Uptake Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi under Field Conditions. *Journal of Plant Physiology*, **166**, 617-625. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2008.09.013>
- [25] Rabie, G.H. and Almadini, A.M. (2005) Role of Bioinoculants in Development of Salt tolerance of *Vicia faba* Plants. *African Journal of Biotechnology*, **4**, 210-222.
- [26] Mardukhi, B., Rejali, F., Daei, G., et al. (2005) Influence of Mycorrhizal Fungi on the Mineral Nutrition and Yield of Onion in Saline Soil. *African Journal of Biotechnology*, **4**, 210-222.
- [27] Barab, M., Farhadri, F., Gudarz, D., et al. (2011) Arbuscular Mycorrhizas Enhance Nutrient Uptake in Different Wheat Genotypes at High Salinity Levels under field and Greenhouse Conditions. *Comptes Rendus Biologies*, **334**, 564-571.

---

<https://doi.org/10.1016/j.crvi.2011.05.001>

- [28] Ruizlozano, J.M. and Azcon, R. (1995) Hyphal Contribution to Water Uptake in Mycorrhizal Plant as Affected by the Fungal Species and Water Status. *Physiologia Plantarum*, **95**, 472-478.

<https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1995.tb00865.x>

- [29] 罗斌, 王金亭. 我国的盐碱化土地与治理技术[J]. 林业科技通讯, 1994(3): 8-10.