

田菁对大庆地区盐碱化土壤的改良效果

张国发, 崔玉波, 乔志和 (大庆师范学院生物工程学院, 黑龙江大庆 163712)

摘要 [目的]研究田菁对大庆地区盐碱化土壤的改良效果。[方法]设置种植田菁和不种田菁(CK)2个处理,于2014—2016年进行田间试验,探讨其对大庆地区盐碱化土壤的改良效果。[结果]田菁适应大庆地区气候条件和盐碱化土壤环境,种植田菁能有效促进地表其他植被生长,降低土壤pH、可溶性盐含量、电导率及土壤速效磷含量和速效钾含量,提高土壤有机质含量和碱解氮含量。[结论]田菁对大庆地区盐碱化土壤和独特气候环境具有较强的适应性,可作为盐碱土改良的先锋树种在大庆地区引种。

关键词 田菁;盐碱土;土壤改良;土壤养分;大庆

中图分类号 S156.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)16-0119-02

The Improvement Effect of Sesbania on Saline-alkali Soil in Daqing Area

ZHANG Guo-fa, CUI Yu-bo, QIAO Zhi-he (Institute of Biological Engineering, Daqing Normal University, Daqing, Heilongjiang 163712)

Abstract [Objective] To study the improvement effect of sesbania on saline-alkali soil in Daqing area. [Method] A three-year experiment was conducted in Daqing area to study the improvement effect of sesbania on saline-alkali soil by setting plant sesbania and no sesbania plant (CK) treatments in 2014–2016. [Result] Sesbania could adapt to the local climatic conditions and saline-alkali soil environment of Daqing area. Planting sesbania promoted the other surface vegetation growth. Additionally, the contents of soil organic matter content and alkali hydrolyzable nitrogen content both increased after sesbania planting, soil pH, soluble salt content, EC value, soil available P content and available K content decreased. [Conclusion] Sesbani has strong adaptability to saline-alkali soil and the unique climate and environment in Daqing area, can be used as the pioneer species in saline-alkali soil improvement in Daqing area.

Key words Sesbania; Saline-alkali soil; Soil improvement; Soil nutrient; Daqing

大庆市(123°35′~125°45′E, 44°40′~46°00′N)位于松嫩平原中部,土壤盐碱化问题较为严重。该地区现有盐碱化土壤面积 $4.30 \times 10^5 \text{ hm}^2$,占幅员面积的20.3%^[1],近年来地表盐碱斑逐年扩大连片、盐渍化侵蚀日益加剧,导致土壤退化、地表植被覆盖降低等一系列生态问题^[2]。对于盐碱化土壤的治理,前人从工程措施、化学措施、耕作措施等角度开展了大量研究,但这些措施均不同程度地存在改良成本高、效果不稳定等问题,因此,从恢复生态学角度的生物改良措施近年来受到广泛关注^[3]。

田菁(*Sesbania cannabina* Pers.)为豆科田菁属草本植物,原产热带地区,喜温暖气候,具有较强的耐旱、耐盐、耐涝、耐瘠、降盐和固氮能力,利用其高生物量、高吸盐能力和强固氮能力改良盐碱化土壤已在实践中得以应用,在减轻土壤盐碱化程度、改善土壤理化性状、提高土壤肥力等方面表现出良好效果^[4-8]。我国田菁资源丰富,利用其治理与改良盐碱化土壤具有广阔前景,但目前尚未见大庆地区田菁种植与研究的相关报道。笔者在大庆地区引种田菁,研究其对该地区盐碱土改良效果具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验设在大庆市让胡路区小葫芦泡湿地盐碱滩上,该地区属中温带大陆性季风气候,春季干旱多大风,夏季温热多降水,秋季短暂降温快,冬季寒冷少降雪,年均无霜期143 d,≥10℃积温2 765℃,年均气温3.45℃,最冷月平均气温-18.5℃。该区域年降水量400~500 mm,蒸发量1 600~1 800 mm,自然降水的70%~80%集中在6—8

月,4—5月降水量仅占全年的10%左右,不足同期蒸发量的 $1/10$ ^[2]。试验区土壤为草甸黑钙土,0~20 cm耕层土壤pH 10.8,可溶性盐含量6.24 g/kg,有机质含量19.83 g/kg,碱解氮含量85.7 mg/kg,速效磷含量2.3 mg/kg,速效钾含量35.8 mg/kg。

1.2 试验材料 供试豆科植物为田菁(*Sesbania cannabina*)。

1.3 试验设计 设置种植田菁和不种田菁2个处理,以不种田菁为对照(CK),于2014—2016年连续3年进行试验。种植田菁处理按60 kg/hm²播种量均匀撒播。小区面积400 m²,随机区组排列,3次重复。每年6月15日播种,9月30日收割。各处理均不施肥料,且在田菁生长期不进行田间管理。

1.4 测定项目与方法 田菁收割前,各小区选取田菁长势均匀处2 m×2 m样方,测定田菁株高、密度,并采集地表植物样本,烘干后测定田菁生物量及地表植被生物量(不含田菁,下同)。

田菁收割后,5点取样法取0~20 cm耕层土样,风干后研磨过80目筛,备测。土壤可溶性盐总量用去离子水(水土比为5.0:1.0)浸提,烘干法测定;采用电导仪测定法(水土比为5.0:1.0)测定土壤电导率;土壤酸碱度(pH)采用电位法(水土比为2.5:1.0)测定;采用碱解-扩散法测定土壤碱解氮含量;采用钼蓝比色法测定土壤速效磷含量;采用火焰光度法测定土壤速效钾含量^[9]。

1.5 数据分析 上述指标每个样品重复测定2次,取平均值,试验数据采用SPSS 16.0软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 田菁生长情况 田菁能够适应大庆地区高寒气候的盐碱化土壤环境。种植当年田菁平均株高即可达136.3 cm,密度达57.1株/m²,生物量达555.44 g/m²。多年连续种植,田

基金项目 大庆市指导性科技计划项目(szdly-2015-64);大庆师范学院科学研究基金项目(16ZR06)。

作者简介 张国发(1977—),男,黑龙江大庆人,副教授,从事植物生理生态研究。

收稿日期 2017-04-15

菁密度无明显变化,而田菁株高及其生物量则持续增加,不同年间差异达显著水平(表1)。

表1 2014—2016 年田菁生长情况

Table 1 The growth of sesbania during 2014 – 2016

年份 Year	株高 Plant height//cm	密度 Density 株/m ²	生物量 Biomass g/m ²
2014	136.3 c	57.1 a	555.44 c
2015	167.7 b	58.4 a	788.36 b
2016	183.7 a	57.3 a	941.24 a

注:同列不同小写字母表示不同年份间差异显著($P<0.05$)
Note:Different lowercases in the same column stand for significant differences between different years at 0.05 level

2.2 不同处理地表其他植被生物量的变化 种植田菁有利于地表其他植被的生长,未种植田菁小区的地表其他植被生长较差,每年地表生物量均不到 3.00 g/m²。种植田菁当年,对照组地表生物量仅有 2.51 g/m²,而种植田菁当年地表生物量达 11.67 g/m²,是对照组的 4.6 倍。多年连续种植田菁,促进地表其他植被生长的效果日益明显,种植田菁第 2 年,地表生物量达 18.33 g/m²,为对照组的 7.5 倍;种植第 3 年,地表生物量则达 41.36 g/m²,为对照组的 15.2 倍(图1)。表明种植田菁改善了田间微环境,从而促进了地表其他植被的生长。

表2 不同处理 0~20 cm 耕层土壤 pH 及含盐量的变化

Table 2 Changes of soil pH and salt content of different treatments in 0 – 20 cm

年份 Year	处理 Treatments	pH	可溶性盐含量 Soluble salt content//g/kg	电导率(EC _{1:0.5:0}) Conductivity //μS/cm
2014	CK	10.2 a	5.61 a	201.48 a
	种植田菁	9.0 b	4.39 b	178.16 b
2015	CK	10.3 a	5.84 a	206.21 a
	种植田菁	8.6 c	3.62 c	151.57 c
2016	CK	10.3 a	5.93 a	210.34 a
	种植田菁	8.3 c	3.07 d	127.53 d

注:同列不同小写字母表示同一年份不同处理间差异显著($P<0.05$)
Note:Different lowercases in the same column stand for significant differences between treatments at 0.05 level

2.4 不同处理 0~20 cm 耕层土壤养分含量的变化 由表3可知,种植田菁提高了土壤有机质含量和碱解氮含量,且多年连续种植 2 项指标持续增加。土壤有机质含量对种植田菁的响应较慢,种植当年含量变化不大,仅比对照增加

表3 不同处理 0~20 cm 耕层土壤养分含量的变化

Table 3 Changes of soil nutrition content of different treatments in 0 – 20 cm

年份 Year	处理 Treatments	有机质含量 Organic matter content//g/kg	碱解氮含量 Alkali-hydrolyzable nitrogen content//mg/kg	速效磷含量 Available P content mg/kg	速效钾含量 Available K content mg/kg
2014	CK	20.03 b	85.4 c	2.3 a	35.7 a
	种植田菁	20.07 b	89.3 b	1.9 b	30.6 b
2015	CK	20.74 b	84.6 c	2.3 a	34.2 a
	种植田菁	21.43 ab	94.7 a	1.6 c	25.3 c
2016	CK	20.45 b	83.1 c	2.3 a	34.1 a
	种植田菁	22.21 a	96.3 a	1.4 d	22.7 d

注:同列不同小写字母表示同一年份不同处理间差异显著($P<0.05$)
Note:Different lowercases in the same column stand for significant differences between treatments at 0.05 level

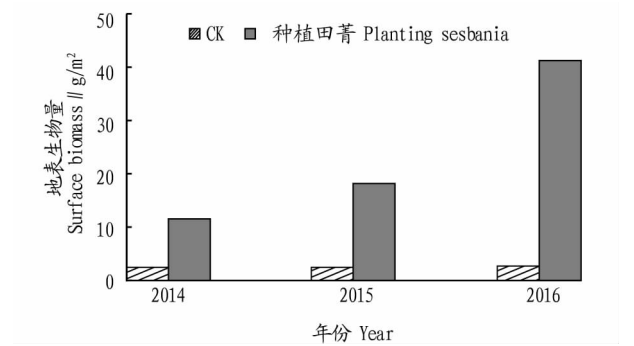


图1 不同处理地表其他植被生物量的变化

Fig.1 Changes of surface biomass of other vegetation of different treatments

2.3 不同处理 0~20 cm 耕层土壤 pH 及含盐量的变化 由表2可知,种植田菁后 0~20 cm 耕层土壤 pH、可溶性盐含量和电导率降低,且与不种田菁处理(对照)差异均达显著水平($P<0.05$)。不同年间对照组土壤 pH、可溶性盐含量和电导率无明显变化,但种植田菁后 pH、可溶性盐含量和电导率则随种植年限延长而持续降低,除土壤 pH 在种植第 2 年、第 3 年间无显著差异外,同一处理的各指标年间差异均达显著水平。

0.04 g/kg,种植第 2 年试验组与对照间无显著差异,至种植第 3 年试验组与对照间差异达显著水平;而碱解氮含量的响应则较为迅速,种植当年含量较对照增加 3.9 g/kg,两者差异达显著水平,而在种植第 2 年、第 3 年其含量持续增加。

optera;Aleyrodidae)[J]. J Econ Entomol,1993,86(2):517-522.

[14] LIN T B,SCHWARTZ A,SARANGA Y. Photosynthesis and productivity of cotton under silverleaf whitefly stress[J]. Crop science,1999,39(1):174-184.

[15] LIN T B,WOLF S,SCHWARTZ A,et al. Silverleaf whitefly stress impairs sugar export from cotton source leaves[J]. Physiologia plantarum,2000,109(3):291-297.

[16] KARBAN R,BALDWIN I. Induced responses to herbivory[M]. Chicago: University of Chicago Press,1997.

[17] BLEECKER A B,KENDE H. Ethylene: A gaseous signal molecule in plants[J]. Annu Rev Cell Dev Biol,2000,16:1-18.

[18] MORAN P J,THOMPSON G A. Molecular responses to aphid feeding in *Arabidopsis* in relation to plant defense pathways[J]. Plant physiology,2001,125(2):1074-1085.

[19] KALOSHIAN I,WALLING L L. Hemipterans as plant pathogens[J]. Annual review of phytopathology,2005,43(1):491-521.

[20] WALLING L L. The myriad plant responses to herbivores[J]. Journal of plant growth regulation,2000,19(2):195-216.

[21] STOUT M J,THALER J S,THOMMA B. Plant-mediated interactions between pathogenic microorganisms and herbivorous arthropods[J]. Annual review of entomology,2006,51:663-689.

[22] BOSTOCK R M. Signal crosstalk and induced resistance: Straddling the line between cost and benefit[J]. Annual review of phytopathology,2005,43(1):545-580.

[23] 张帆. 棉花防御与烟粉虱反防御的交互作用[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2009.

[24] PUTHOFF D P,HOLZER F M,PERRING T M,et al. Tomato pathogenesis-related protein genes are expressed in response to *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* biotype B feeding[J]. J Chem Ecol,2010,36(11):1271-1285.

[25] ESTRADA-HERNÁNDEZ M G,VALENZUELA-SOTO J H,IBARRA-LACLETTE E,et al. Differential gene expression in whitefly *Bemisia tabaci*-infested tomato (*Solanum lycopersicum*) plants at progressing developmental stages of the insect's life cycle[J]. Physiologia plantarum,2009,137(1):44-60.

[26] KEMPEMA L A,CUI X,HOLZER F M,et al. Arabidopsis transcriptome changes in response to phloem-feeding silverleaf whitefly nymphs. Similarities and distinctions in responses to aphids[J]. Plant Physiol,2007,143(2):849-865.

[27] ZHANG P J,LI W D,HUANG F,et al. Feeding by whiteflies suppresses down-stream jasmonic acid signaling by eliciting salicylic acid signaling[J]. Journal of chemical ecology,2013,39(5):612-619.

[28] PUTHOFF D P. Plant-Insect Interactions:The Tomato Defense Response Following Feeding by Phloem-Feeding Whiteflies[D]. California: University of California,1999.

[29] VEN DE VEN W T,LEVESQUE C S,PERRING T M,et al. Local and systemic changes in squash gene expression in response to silverleaf whitefly feeding[J]. Plant cell,2000,12(8):1409-1423.

[30] MORAN P J,THOMPSON G A. Molecular responses to aphid feeding in *Arabidopsis* in relation to plant defense pathways[J]. Plant physiology,2001,125(2):1074-1085.

[31] MORAN P J,CHENG Y F,CASELL J L,et al. Gene expression profiling of *Arabidopsis thaliana* in compatible plant-aphid interactions[J]. Archives of insect biochemistry and physiology,2002,51(4):182-203.

[32] THOMPSON G A,GOGGIN F L. Transcriptomics and functional genomics of plant defence induction by phloem-feeding insects[J]. Journal of experimental botany,2006,57(4):755-766.

[33] ZARATE S I,KEMPEMA L A,WALLING L L. Silverleaf whitefly induces salicylic acid defenses and suppresses effectual jasmonic acid defenses[J]. Plant physiology,2007,143(2):866-875.

[34] YANG J W,YI H S,KIM H,et al. Whitefly infestation of pepper plants elicits defence responses against bacterial pathogens in leaves and roots and changes the below-ground microflora[J]. J Ecol,2011,99(1):46-56.

[35] 毕明娟. B 型烟粉虱诱导的烟草防御信号途径及 B 型烟粉虱和烟蚜对烟草防御反应的生理适应性差异[D]. 泰安:山东农业大学,2010.

[36] MCKENZIE C L,SHATTERS R G,DOOSTDAR H,et al. Effect of geminivirus infection and *Bemisia* infestation on accumulation of pathogenesis-related proteins in tomato[J]. Archives of insect biochemistry and physiology,2002,49(4):203-214.

[37] 张晓英. 水杨酸信号途径在 B 型烟粉虱诱导烟草对烟蚜防御反应中的作用[D]. 泰安:山东农业大学,2012.

[38] ZHAO H P,ZHANG X Y,XUE M,et al. Feeding of whitefly on tobacco decreases aphid performance via increased salicylate signaling[J]. Plos one,2015,10(9):1-14.

[39] 李庆亮. B 型烟粉虱为害对烟草生理生化的影响及其诱导的防御反应[D]. 泰安:山东农业大学,2009.

[40] 王洪涛. B 型烟粉虱取食诱导的烟草对斜纹夜蛾生长发育和繁殖的影响及机制[D]. 泰安:山东农业大学,2011.

[41] 李庆亮. B 型烟粉虱为害后烟草的生理响应[D]. 泰安:山东农业大学,2012.

[42] TORRES M A,DANGL J L,JONES J D. Arabidopsis gp91^{phox} homologues *AtrbohD* and *AtrbohF* are required for accumulation of reactive oxygen intermediates in the plant defense response[J]. Proceedings of the national academy of sciences of the united states of america,2002,99(1):517.

[43] COSTA H S,WESTCOT D M,ULLMAN D E,et al. Ultrastructure of the endosymbionts of the whitefly,*Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*[J]. Protoplasma,1993,176(3):106-115.

[44] VAN DE VEN W,PUTHOFF D,LEVESQUE C,et al. Activation of novel signalling pathways by phloem-feeding whiteflies[J]. Bull oilsrop iobcwpr,2002,25(6):33-40.

(上接第 120 页)

种植田菁则使土壤速效磷含量、速效钾含量迅速降低,种植当年即显著低于对照,多年连续种植土壤速效磷含量、速效钾含量持续降低,不仅显著低于对照,且显著低于前一年的水平。

3 结论与讨论

该试验区土壤 pH 达 10.0 以上,可溶性盐含量超过 6.0 g/kg,属于重度盐碱化土壤。田菁播种后能够萌发生长,在种植当年即有较理想株高、密度及生物产量,地表生物量亦明显增加,且随田菁种植年限的增加,土壤环境逐步改善,3 项指标持续提高。表明田菁对大庆地区盐碱化土壤和独特气候环境具有较强的适应性,可作为盐碱土改良的先锋树种在大庆地区引种。

连续 3 年的试验结果表明,种植田菁不仅能够显著降低土壤 pH、可溶性盐含量,还能有效提高土壤有机质含量和碱解氮含量,与前人研究结果一致^[4-8,10]。田菁对大庆地区盐碱化土壤改良具有较好效果,且随田菁种植年限延长效果越显著,表明田菁是大庆地区进行盐碱化土壤改土培肥的优良

树种。而种植田菁后,因植物携带会在一定程度造成土壤速效磷、速效钾等养分损失,在利用田菁进行盐碱化土壤治理时,应适当补充磷、钾等矿质营养,从而提高土壤的综合地力,实现更佳的改土培肥效果。

参考文献

[1] 任翠梅,王殿奎,王明泽,等. 大庆地区盐渍化土壤状况及盐生植物分类与评价[J]. 黑龙江农业科学,2009(5):56-60.

[2] 张国发,孙斌,杨红艳,等. 大庆地区土壤侵蚀现状与治理措施[J]. 大庆师范学院学报,2006,26(5):111-113.

[3] 徐鹏程,冷翔鹏,刘更森,等. 盐碱土改良利用研究进展[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):293-298.

[4] 张宝泽. 田菁和碱菥蓂耐盐性能的研究[J]. 山东师大学报(自然科学版),1997,12(3):308-310.

[5] 许开华,孝孝仁,蔡娜丹,等. 大棚轮作田菁对土壤降盐效果试验[J]. 现代农业科技,2010(23):258,263.

[6] 潘洁,王立艳,肖辉,等. 滨海盐碱地不同耐盐草本植物土壤养分动态变化[J]. 中国农学通报,2015,31(18):168-172.

[7] 谢文军,王济世,靳祥旭,等. 田菁改良重度盐渍化土壤的效果分析[J]. 中国农学通报,2016,32(6):119-123.

[8] 殷云龙,於朝广,华建峰,等. 豆科植物田菁对滨海盐土的适应性及降盐效果[J]. 江苏农业科学,2012,40(5):336-338.

[9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

[10] 杜青峰,王党军,于翔宇,等. 玉米间作夏季绿肥对当季植物养分吸收和土壤养分有效性的影响[J]. 草业学报,2016,25(3):225-233.