

盐胁迫下接种丛枝菌根真菌 对牛蒡幼苗生长的影响

孙跃春, 陈 鑫, 殷奎德

(黑龙江八一农垦大学 生命学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘要:研究了牛蒡幼苗接种根内球囊霉(GI)、摩西球囊霉(GM)、地表球囊霉(GV),在0(CK)、0.1%、0.2%、0.3%的NaCl胁迫下丛枝菌根真菌对牛蒡幼苗的侵染情况、生长发育及矿质营养吸收的影响。结果表明:接种菌根真菌可以提高盐胁迫下牛蒡幼苗的鲜重和根长;但不同的菌种效果不一样,GV在不同盐浓度下侵染率均最高,对提高植株鲜重和根长效果最好,在盐浓度0~0.2%条件下,能显著提高植株氮、磷的含量,3个菌种对钾的含量均没有显著作用。

关键词:牛蒡;丛枝菌根真菌;盐胁迫

中图分类号:S631.9

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)06-0093-04

牛蒡(*Arctium lappa* L.)是菊科二年生草本植物,根含有丰富的粗纤维,为新型的药用保健蔬菜,果实入药为大力子,具有疏散风热、宣肺透疹、解毒利咽等功效,花、茎亦可入药。

土壤盐渍化是影响农业生产的严重问题,我国有 $9.9 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 土地存在盐渍危害,提高植物对盐胁迫的适应性对于改良和利用盐渍化土地具有重要意义。该试验通过对牛蒡幼苗接种丛枝菌根真菌,以提高牛蒡幼苗对盐胁迫的能力,从而扩大牛蒡的栽培面积。通过分析其生长和对营养元素的吸收等指标,探索接种菌根真菌提高耐盐的机理,以便更好地促进菌根真菌应用于牛蒡等中药材在盐渍化土地上的栽培。

1 材料与方法

1.1 材料

供试 AM 菌为根内球囊霉[*Glomus intrara-*

收稿日期:2011-03-17

基金项目:黑龙江省教育厅科研(面上)资助项目(11541252);黑龙江八一农垦大学科研基金-校启资助项目(B2007-6)

第一作者简介:孙跃春(1970-),男,吉林省浑江市人,博士,副教授,从事药用植物与草地生态研究。E-mail:sunyc1970@sina.com。

通讯作者:殷奎德(1964-),男,黑龙江省虎林市人,教授,博士,从事生物化学与分子生物学的教学与科研工作。

[10] 李长健,张锋.社会性监管模式:中国食品安全监管模式研究[J].广西大学学报,2006(5):45-48.

[11] 吴曼曼.食品安全的监管与救济[J].淮海论坛,2010(2):17-18.

Discussion on Supervision of Food Security in China

WANG Ting-ting

(Shanghai Ocean University, Shanghai 201306)

Abstract: Through analyzing the current food security problems, including the overlapped allocated responsibilities of regulatory settings and duties, unclear duties of regulation, the difficulty to unify food security standards, irregular food supervision particularly in food sampling and testing procedures, lack of supervisory motility and regulatory power, asymmetric information of food security, loss of public trust and difficulty to safeguard the legitimate rights and interests, etc. the suggestions were put forward. They were as follows: speeding up to establish credit files and warning mechanism of food security, strengthening the food security publicity, increasing transparency of information dissemination, opening up channels for consumer rights protection, increasing the intensity of punishment of irregularities and establish rescuer mechanism of the harmful consequences to achieve the effect of laws to abide by, law-breakers prosecuted severely, etc.

Key words: food security; supervision; feasible proposals

dices (GI)]、摩西球囊霉 [*Glomus mosseae* (GM)]、地表球囊霉 [*Glomus versiforme* (GV)]，所用菌种均由北京市农林科学院提供。牛蒡种子，由吉林农业科技学院提供。以黏土、河沙、珍珠岩(1:1:1)混合配制的营养土为栽培基质。土壤过 20 目筛，在压力为 0.15 MPa、温度为 121℃ 的条件下蒸汽灭菌 2 h 备用。

1.2 试验设计

试验用高 10 cm、口径 8 cm、地径 5 cm 的营养钵，每钵播种 5 粒牛蒡种子，置于空调组培室中培养，保持温度 23℃ 左右，土温 20~23℃。15 d 后接种菌剂 10 g，接种 1 个月后进行盐胁迫处理。期间 2 d 浇 1 次灭菌水，7 d 浇 1 次 1/4 P 素的 Hoagland 全营养液。60 d 后，显微镜进行观察菌根侵染情况，取样进行测定。

试验设 4 个盐胁迫水平：CK(不加 NaCl)；添加钵土干重 0.1% 的 NaCl；添加钵土干重 0.2% 的 NaCl；添加钵土干重 0.3% 的 NaCl。同一盐水平下设 4 个处理：每钵接种 10 g 灭菌的菌剂(高压灭菌锅内，0.15 MPa 压力 121℃ 温度下灭菌 2 h)；每钵接种 10 g 菌种 GI；每钵接种 10 g 菌种 GM；每钵接种 10 g 菌种 GV。共 16 个处理，重复 4 次。20 g 菌剂内丛枝菌根真菌孢子含量约为 491 个。

1.3 方法

丛枝菌根真菌菌丝长度测定：菌根侵染率/% = (侵染根段长/观察根段长) × 100^[1]。植株鲜重采用称重法，测定株高、根长采用直尺测量；N、P、K 含量采用硝酸和高氯酸消煮法测定，N-半微量扩散法，P-铝锑抗比色法，K-火焰光度计法^[2]。

1.4 数据处理

试验数据采用 Microsofet Excel 和 SPSS 13.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同 NaCl 胁迫下丛枝菌根真菌对牛蒡幼苗的侵染情况

没有接种的牛蒡幼苗均没有被侵染，而接种处理中的牛蒡幼苗均被不同程度地侵染，由图 1 可知，由于接种的丛枝菌根真菌不同，其侵染率有所不同。随着盐浓度的增加，接种的 3 种丛枝菌根真菌对牛蒡的侵染率均呈明显下降趋势。GV 对牛蒡幼苗的侵染率在不同盐浓度条件下均高于 GM 和 GI。

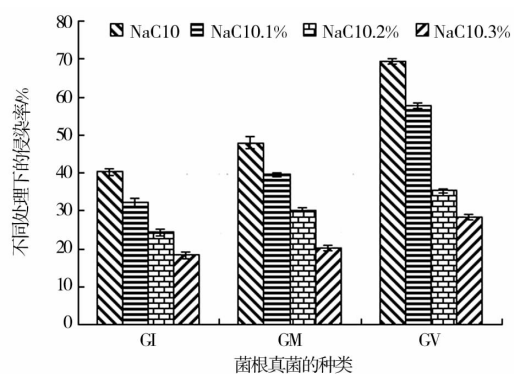


图1 不同菌根真菌在不同盐浓度下的侵染率

2.2 对牛蒡幼苗生长发育的影响

测定播种 15 d 后牛蒡幼苗的生长情况，结果表明各处理的试验材料鲜重、根长均不存在显著性差异。经过菌根真菌接种、盐处理后，牛蒡鲜重、根长，随盐浓度增加而减少，但在各盐浓度下接种菌根真菌后鲜重、根长均有所增加，而接种 GI 鲜重和根长增加效果不显著，接种 GV 的鲜重、根长效果最好，与对照差异显著 ($P < 0.05$) (见图 1, 图 2)。

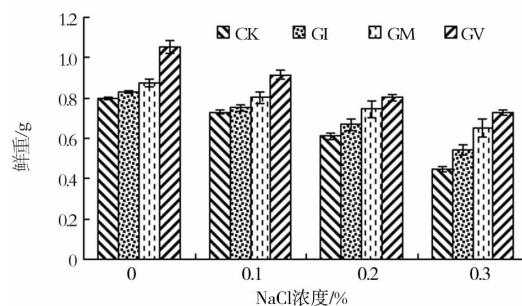


图2 不同 NaCl 胁迫下对牛蒡鲜重的影响

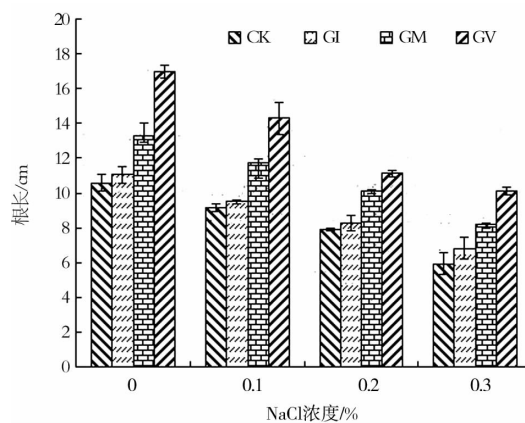


图3 不同 NaCl 胁迫下对牛蒡根长的影响

2.3 不同 NaCl 处理下丛枝菌根真菌对牛蒡幼苗 N、P、K 矿质营养吸收的影响

由表 1 可知,随着盐浓度的增加,接种丛枝菌根真菌的植株和未接种丛枝菌根真菌的植株体内的 N、P、K 含量均减少。在 NaCl 浓度为 0、0.1% 和 0.2% 水平下,接种 GV 菌株的植株 N、P 含量均显著高于对照植株 ($P < 0.5$),但 NaCl 达到 0.3% 时,接种不同菌种与对照的差异不显著 ($P > 0.5$),而对于 K,无论在何种盐的水平下,接种丛枝菌根真菌对其含量没有显著影响。而对于不同菌种,在同一 NaCl 水平下,接种 GV 的植株 N、P 含量均高于接种了 GI 和 GM 的植株。

表 1 不同 NaCl 处理下接种丛枝菌根真菌对牛蒡幼苗 N、P、K 矿质营养吸收的影响 %

菌种	NaCl 水平	N	P	K
CK	0	3.06	0.61	1.57
GI	0	3.17	0.60	1.57
GM	0	3.22	0.79	1.55
GV	0	3.64	0.85	1.58
CK	0.1	2.781	0.55	1.37
GI	0.1	2.98	0.55	1.36
GM	0.1	3.10	0.66	1.32
GV	0.1	3.28	0.80	1.37
CK	0.2	2.27	0.45	1.32
GI	0.2	2.59	0.51	1.31
GM	0.2	2.82	0.50	1.30
GV	0.2	3.05	0.60	1.30
CK	0.3	1.94	0.43	1.06
GI	0.3	2.23	0.45	1.05
GM	0.3	2.15	0.44	1.06
GV	0.3	2.34	0.54	1.05

3 结论与讨论

试验证明,通过接种菌根真菌,可明显增强牛蒡的耐盐能力,提高种苗的鲜重和根长,GV 的接种效应最好,GM 次之,能提高盐胁迫下 N、P 的含量,但对 K 的作用不明显。

在该试验中,随着盐浓度增加,牛蒡的侵染率降低,与 Poss 等^[3]的试验结果相似,随着盐浓度的增加,丛枝菌根真菌对其寄主植物茼蒿、洋葱、番茄^[4-5]、黄瓜^[6]的侵染率下降。贺忠群等^[7]认为,丛枝菌在适度的盐土中普遍存在,但在极端盐化的土壤中缺乏,这可能由于丛枝菌根真菌比盐

土植物具有较低的耐盐范围或者缺乏适宜的寄主。在接种菌根真菌后,牛蒡的生物量、根长以及 N、P 含量均有所增高,提高了植物的耐盐性。这与前人的工作结果,黄瓜^[6]、番茄、辣椒^[8]、西红柿^[9]接种菌根真菌提高植物的耐盐能力,促进植物生长,提高产量的结论是一致的。

该试验的结果是接种丛枝菌根真菌增加了植物 N、P 的含量,而未对 K 的含量有显著影响。胡志宏等^[10]的研究表明,接种摩西球囊霉(GM)在 0.15% 和 0.02% 的 NaCl 浓度下显著提高玉米、小麦、油菜的 P、K 元素含量(未测 N 含量)。Sharifi 等^[11]的试验也表明在不同 NaCl 胁迫下接种丛枝菌根真菌的大豆地上部 P 含量显著高于未接种植株。Pfeiffer 等^[12-13]对盐胁迫与施磷的交互作用研究中发现,植株体内 Na^+ 浓度主要受 P 的吸收量控制,P 吸收增加使 Na^+ 的吸收减少。在盐胁迫条件下,丛枝菌根真菌可以提高宿主植物对 P 元素的吸收能力和对难溶性磷酸盐的利用能力,是提高植物耐盐能力的原因之一。AM 真菌能够利用植物难于利用的磷酸盐,一方面是通过分泌低分子量的有机阴离子(如草酸根)的作用,来实现无机磷和有机磷的生理化学性释放和传递;另一方面是通过有机物的矿化作用,这一过程通过酸性磷酸酶或碱性磷酸酶的水解作用完成^[14]。在根际土壤中,丛枝菌根真菌菌丝体可直接吸收土壤中的 NH_4^+ 和 NO_3^- ,并将其转移到宿主植物体内;也可通过改善植物 P 元素营养进而增加植物对土壤 N 素的吸收利用。

该试验所采用的 3 个菌种的接种效应是 $\text{GV} > \text{GM} > \text{GI} > \text{CK}$,说明不同植物与不同菌种需合理搭配,才能表现其效应。贺学礼等^[15]的试验表明 VA 菌根真菌对玉米的接种效应及对抗旱性的影响因菌种而异,采用的 3 个菌种(*Glomus mosseae*, *G. sp.* 和 *G. caledonium*),以 *G. mosseae* 的接种效应最佳。吴强盛等^[16]的试验表明,所采用的 6 个菌种(*G. versiforme*、*G. mosseae*、*G. geosporum*、*G. diaphanum* 和 *G. etunicatum*),接种效应正常水分下以接种 *G. versiforme* 的效果最好,水分胁迫下以接种 *G. mosseae* 的效果最好。贺学礼等^[17]认为,不同植物对 AM 菌的依赖程度不同,他所用的 6 种作物接种后反应的顺序为:白三叶草 > 玉米 > 大豆 > 豌豆 > 绿豆 > 辣椒。同一菌种对不同植物接种或同种植物接种不同菌种,形成 VA 菌根的能力不同,对植物生长发育的效应

也有所不同。可以通过筛选出优良菌种和选出与不同宿主最佳亲和性的共生组合体,在营养匮乏、盐胁迫、水分胁迫等不同环境,充分发挥菌根真菌的作用。

参考文献:

- [1] Phillips M, Hayman D S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection[J]. Transactions of British Mycological Society, 1970, 55: 158-161.
- [2] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [3] Poss J A, Pond E, Menge J, et al. Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate[J]. Plant and Soil, 1985, 88: 307-319.
- [4] Copeman R H, Martin C A, Stutz J C. Tomato growth in response to salinity and mycorrhizal fungi from saline or mon-saline soil[J]. Hort. Science, 1996, 31: 313-318.
- [5] Rosendal C N, Rosenahl S. Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus* spp.) on response of cucumber (*Cucumis sativus*) to salt stress[J]. Environ. Exp. Bor., 1991, 31: 313-318.
- [6] Trimble M R. Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus on growth, carbohydrate partitioning and mineral nutrition of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants during establishment [J]. Can J. Plant Sci., 1995, 75: 239-250.
- [7] 贺忠群, 贺超兴, 张志斌, 等. 丛枝菌根真菌提高植物耐盐性的作用机制[J]. 西北植物学报, 2007, 27(2): 414-420.
- [8] 李敏, 辛华, 郭绍霞, 等. AM 真菌对盐渍土壤中番茄、辣椒生长和矿质养分吸收的影响[J]. 莱阳农学院学报, 2005, 22(1): 38-41.
- [9] AL-karaki G N. Growth and mineral acquisition by mycorrhizal tomato grown under salt stress [J]. Mycorrhiza, 2000, 10: 51-54.
- [10] 胡志宏, 黄晶心, 杜书佳, 等. 盐胁迫下丛枝菌根对植物幼苗生长和营养元素吸收的影响[J]. 上海师范大学学报, 2010, 39(6): 309-314.
- [11] Sharifi M, Ghorbanli M, Ebrahimzadeh H. Improved growth of salinity-stressed soybean after inoculation with salt pre-treated mycorrhizal fungi [J]. Journal of Plant Physiology, 2007, 164: 1144-1156.
- [12] Pfeifer C M, Bloss H E. Growth and nutrition of guayule (*Parthenium argentatum*) in a saline soil as influenced by vesicular-arbuscular mycorrhiza and phosphorus fertilization[J]. New Phytologist, 1988, 108: 315-321.
- [13] 姜学艳, 黄艺. 菌根真菌增加植物抗盐碱胁迫的机理未来工作[J]. 生态环境 2003, 12(3): 353-356.
- [14] 金樑, 陈国良, 赵银, 等. 丛枝菌根对盐胁迫的响应及其与宿主植物的互作[J]. 生态环境 2007, 16(1): 228-233.
- [15] 贺学礼, 李生秀. 不同 VA 菌根真菌对玉米生长及抗旱性的影响[J]. 西北农业大学学报, 1999, 12(6): 49-53.
- [16] 吴强盛, 王幼珊, 夏仁学. 枳实生苗抗早丛枝菌根真菌菌种比较的研究[J]. 园艺学报, 2006, 33(3): 613-616.
- [17] 贺学礼, 李斌. VA 菌根真菌与植物相互选择性的研究[J]. 西北植物学报 1999, 19(3): 471-475.

Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on *Arctium lappa* L. Seedling Growth under Saline Stress

SUN Yue-chun, CHEN Xin, YIN Kui-de

(Life Science College of Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract: This experiment investigated the effects of *Arctium lappa* L. seedlings inoculated with three Arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) strains [*Glomus intraradices* (GI), *G. mosseae* (GM), *G. versiforme* (GV)] under 0 (CK), 0.1%, 0.2% and 0.3% NaCl stress on inoculation, growth and mineral nutrition absorption. The results showed that the *A. lappa* inoculated with AMF increased the plant fresh weight and root-length under stress conditions. GV had the best positive effect on plant fresh weight and root-length and the highest colonization rate. Under 0~0.2% NaCl stress, higher N, P concentration were observed in AM plants compared to corresponding non-AM plants. None of them had effect on K concentration.

Key words: *Arctium lappa* L.; Arbuscular mycorrhizal fungus; saline stress

致谢:感谢兰州大学郭旭生博士、河北大学刘桂霞博士的指导,及黑龙江八一农垦大学可庆波硕士和莫佳佳同学的帮助。