

菌根对植物抗盐碱性的影响机理研究

殷小琳^{1,2}, 王冬梅¹, 丁国栋¹, 王晓英²

(1. 北京林业大学 水土保持学院 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 沃德兰特北京生态环境技术研究院 北京 100080)

摘 要: 综合近年来国内外在菌根植物抗盐碱方面研究成果, 从植物生理的角度总结和论述了在盐胁迫下菌根提高寄主抗盐碱性的机理, 阐述了菌根在提高寄主抗性的同时对盐碱地土壤的改良作用, 为用生物方法改良盐碱地提供参考。

关键词: 菌根真菌; 菌根植物; 盐碱土壤
中图分类号: Q 949.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2010)05—0229—05

菌根是在 1885 年由德国学者弗兰克发现并报道的, 它是指土壤中植物根系与一种真菌的共生体, 以此为起点, 国内外学者展开了对菌根以及菌根真菌的广泛研究, 并在菌根真菌提高植物抗盐碱性及盐碱地的改良机理方面取得了很大进展, 尤其是近年来, 在我国土地资源日益紧张的形势下, 菌根真菌对盐碱地改良作用受到越来越多的重视。

盐碱土在地球上分别很广泛, 同时也是重要的土地资源。我国现有盐渍化土地约 $9\,913 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 并且尚存约 $1\,733 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的土地为潜在盐碱地^[1]。如何开发利用以及改良盐碱地已经成为影响我国可持续发展的重要问题。随着利用盐碱植物与菌根真菌的共生关系, 改进植物在盐碱土壤中的生长以提高植物生产力研究的日益加深, 人们也希望能够通过给植物接种菌根真菌来减缓植物盐影响, 促进盐渍化土壤中植物的存活、生长来改良盐碱地。因此, 如何利用菌根真菌与植物的共生关系来增加植物在盐渍土壤中的适应能力, 提高盐碱地土地生产力和生态效益已成为重要研究方向。

1 菌根以及菌根真菌

对菌根的研究始于 1885 年德国学者弗兰克的研究, 他发现植物根系能与土壤中一类真菌共生 (Synbiomy), 并将这种土壤与植物根系的共生体称为菌根 (Mycorrhiza)^[2]。根据参与共生的真菌和植物种类及它们形成共生体系的特点, 菌根可以分为: 丛枝菌根 (内生菌

根)、外生菌根、内外生菌根、欧石楠类菌根、水晶兰类菌根、浆果鹃类菌根、兰科菌根等 7 种类型。目前关于菌根真菌的研究主要集中在前 2 种上, 因为它们在提高植物抗盐性及改良盐碱地方面作用显著。

菌根真菌具有很强的适宜性, 可在多种生态环境下生存, 因此资源极其丰富。它们除了大量分布于农业和森林土壤中外, 沿海滩涂、盐碱土壤、沙漠、珊瑚礁、贫瘠土壤甚至废矿区土壤、工业污染区、侵蚀土壤中等都发现有丛枝菌根真菌 (Arbuscular Mycorrhizal Fungi, AMF) 存在。AMF 不仅自身适应能力强, 它们的宿主种类也十分广泛, 具体来说, 它们可与陆地上 80% 以上的植物种类形成共生关系。马尔逊于 1928 年^[3]发表了关于盐渍土壤环境下植物菌根的文章, 以此为基础, 许多学者的研究表明, 在自然盐碱性环境中有大量的菌根真菌存在, 且能与植物形成菌根。然而, 虽然人们早就在盐渍土壤植物中发现菌根真菌, 但是对盐碱胁迫条件下菌根对植物产生的作用以及作用的机理没有充分的统一认识^[4]。

2 菌根对植物抗盐碱能力的影响

近年来, 许多学者在利用菌根与植物的共生关系来增加植物在盐渍土壤中的适应能力以及如何提高盐渍地植物生产力等方面做了大量工作。这些研究表明, 菌根真菌在改良盐碱地、增强植物抗逆性方面能起到关键作用。

2.1 丛枝菌根真菌对植物抗盐碱能力的改良

丛枝菌根真菌是陆生植物中广泛存在的共生微生物, 也是上述的 7 类菌根真菌中研究较多的一类真菌。它在植物的生长发育、营养和水分的吸收与利用、抗病性与耐盐性的改善以及产量和品质的提高等过程中均能发挥重要作用^[5]。许多盐渍环境下 AMF 植物生物量积累的研究显示^[6,7], 菌根能缓解盐渍土壤环境对植物的抑制, 从而有效增加植物对盐胁迫的抗性。AMF 能

第一作者简介: 殷小琳(1984), 男, 山东省潍坊市人, 硕士, 现主要从事菌根及盐碱地改良的研究工作。E-mail: yx10321@163.com。
通讯作者: 王冬梅(1963), 女, 博士, 副教授, 现主要从事水土保持与荒漠化防治研究工作。E-mail: dmwang@126.com。
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30872075); “十一·五”林业科技支撑计划资助项目(2006BAD03A0305)。
收稿日期: 2009-10-10

通过促进作物的生长及干物质积累, 增加叶面积及根系对 P、Fe 等矿质离子的吸收等方式提高洋葱、甜椒、番茄等作物的耐盐性, 减小盐渍土对作物产量的不利影响。针对番茄所做的试验表明 在不同的 NaCl 浓度水平下, 丛枝菌根真菌有效地促进了番茄的生长和对营养物质的获取^[8]。

2.2 外生菌根菌对植物抗盐碱能力的改良

另外一种被广泛研究的菌根真菌是外生菌根菌 (*Ecotomycorrhizas*, ECM), 与丛枝菌根真菌相似, 它同样能提高寄主植物对营养物质的吸收, 且能将植物不能传送的养分运输到寄主植物体内^[9-10], 因而宿主植物对土壤中营养元素的吸收范围被扩大。另外, 外生菌根菌还能增强寄主植物对病原病害的拮抗作用, 提高其对干旱、寒冷等逆境生理状态的抗逆性保护^[8,12], 在影响植物的群落演替和区系组成及维持系统的多样性方面也具有重要作用。因此, 外生菌根在盐碱地改良和生态系统的修复中也会发挥重要作用。对盐渍土油松的研究表明, 外生菌根显著促进了植株地上部分、地下部分的生长。黄艺等在山东东营黄河三角洲盐渍土壤的试验中得出, 外生菌根真菌具有缓解盐渍土壤对植物生物量增长的抑制作用, 使得接种植物生物量比未接种对照的生物量高出 14.97%~43.58% 之多。

总体来说, 在盐胁迫下, 菌根真菌能与多种植物共生, 通过根外菌丝的伸展扩大植物根系的吸收范围, 使植物吸收更多的矿物质元素和水分, 从而促进植物在胁迫条件下生长。同时, 菌丝在土壤中纵横延伸, 能够有效改变土壤的物理化学性状, 特别是能改善土壤的团粒结构, 为植物生长创造良好的土壤环境, 增加土壤的保水保肥能力。菌根加强了植物对营养物质的吸收, 抑制过量的 Na 盐在地上部分植株体中的积累, 促进植物的生长, 尤其在 P 缺乏的条件下, P 素营养的改善是植物抗盐能力增加的关键^[13-14]。冯固^[15]等人研究了不同 NaCl 浓度水平下, 接种菌根真菌对小麦、玉米、大豆、西瓜等作物耐盐性的影响, 结果表明, 接种后植株生物产量比对照产量均有不同程度的增加。在同一 NaCl 浓度水平下, 菌根植物生物产量显著高于非菌根植物产量。这表明盐胁迫下菌根真菌促进了植物的生长, 提高了植物的耐盐性, 且随着土壤中 NaCl 浓度水平的提高, 菌根对植物生长的促进作用也增强。

3 菌根提高植物抗盐碱性的机理

从植物生理的角度来说, 菌根真菌提高宿主植物抗盐碱性的机理主要由于它能提高植物叶片的光合作用速率, 从而改善植物营养亏缺状况, 扩大植物对土壤中营养元素的吸收范围, 缓解盐碱环境对植物根系细胞膜

及其中各种酶的损害, 同时能够改善植物体内的各种离子平衡, 在多重作用下, 植物的耐盐性被有效提高^[16-17]。

3.1 缓解植物生理性缺水, 提高其抗盐碱能力

研究发现, 盐胁迫造成的植物生理性缺水是影响植物生长和发育的一个重要的原因。菌根真菌能缓解植物生理缺水的机理是菌根菌丝可有效增大植物根系的吸收面积, 从而增加对水分的吸收, 因而能够缓解植物的生理性缺水。菌根真菌在与植物形成菌根的过程中, 植物根系的分生组织活性受到抑制, 在这种作用下, 植物根系形态被改变, 不定根和侧根数量增多, 这种特殊的菌根形态和结构能够增强植物根系的活力, 促进其对水分的吸收, 使得植物水势升高, 从而对植物的抗盐碱性起到改良作用^[18-20]。

另外一方面, 在水分胁迫下, 菌根真菌尤其是 AMF 能通过提高植物根系中的可溶性糖的含量达到改变根系渗透压, 从而改变植物的抗盐碱能力的作用。贺忠群的研究表明, 丛枝菌根提高番茄耐盐性与其降低叶片的丙二醛(MDA)含量有关。接种丛枝菌根能够通过降低柑桔叶片中的 MDA 含量的方式, 提升其叶片水势^[9]。因此接种菌根后的番茄植株, 受盐害而失水的现象得到一定程度的缓解, 这种缓解作用在高盐浓度下表现更为明显, 因此接菌番茄在盐胁迫下具有更强的维持植株水分平衡的能力。

3.2 减轻盐碱对植物细胞膜及各种酶的毒害作用

菌根真菌能提高宿主抗盐碱性的另外一个重要原因是其能缓解盐碱对植物细胞膜和相关酶的毒害。植物组织在遭遇逆境时, 细胞膜的透性增大, 细胞内物质会大量渗出, 植物体也因此受到伤害。而相关研究指出细胞膜受伤害的程度可以用丙二醛(MDA)和过氧化氢(H_2O_2)浓度及氧自由基($O_2^{\cdot-}$)产生速率等来表示。贺忠群等^[20]对盐胁迫下番茄细胞膜受伤害程度的研究结果表明, 接种菌根能够显著降低氧自由基的产生速率及细胞膜透性, 减少膜脂过氧化产物 MDA 的积累, 并增强叶片的相对含水量(RWC), 菌根真菌所产生的这些作用均能降低接种 AMF 的番茄根系和叶片细胞膜的受伤害程度, 从而提高番茄植株的耐盐性。

另外, 菌根菌提高番茄的耐盐性的能力也与 GSH-Px 酶有关系, GSH-Px 酶是一种氧自由基捕获剂, 其活性的高低是判断植物在逆境胁迫下防御活性氧伤害的主要指标之一。它可通过催化谷胱甘肽(GSH)与过氧化物(如 HO 和 ROOH)的反应来减少类囊体磷脂的氧化, 从而具有防止膜脂过氧化及缓解细胞膜伤害的作用^[21-22]。菌根菌能够提高盐逆境下番茄的 GSH-Px 酶活性, 因而具有更强的保护根系质膜稳定性的能力, 番茄的耐盐性

因此得到一定程度的增强,这样就从生理角度明确了菌根菌增强番茄耐盐性的作用机理。

3.3 改善植物的营养亏缺状况

植物根系对土壤中养分的吸收能力的改善同样能影响其抗盐碱能力。菌根真菌能够促进宿主对营养的吸收。研究发现,在磷缺乏的条件下,磷素营养的改善是植物增加抗盐能力的关键。土壤中磷的吸收和运输能被菌根菌增强,寄主植物的生长和发育从而得到促进^[23],寄主因盐胁迫引起的营养亏缺状况也将改善。苏友波的玉米试验^[24]结果表明,低磷无机肥区土壤上菌丝吸磷量占植物磷总量的70%以上,低磷土壤菌丝贡献高于高磷土壤。从处理的玉米植株含磷量、磷吸收量及其菌丝吸收磷量可以看出,不论外室土壤为何种土壤,接种菌根都大幅度提高了植物的含磷量,但是菌根侵染对地下部分的根系和地上部分的植物组织含磷量的增加作用程度却有所不同,其对根系含磷量的促进作用明显大于对地上部分的植物的作用。

Pfeiffer 等对在盐胁迫与施磷的交互作用影响下的植物研究过程中发现,植株体内 Na 的浓度主要受 P 的吸收量的影响和控制,具体来说,植株对 P 的吸收量的增加会导致对 Na 吸收的减少。究其原因发现,土壤中占全磷 20%~80%的有机磷是植物磷素的潜在的重要磷源,它在各种磷酸酶的作用下矿化为无机磷才能被植物和其它微生物吸收。而菌根真菌的一个重要作用就是能分泌磷酸酶,来活化土壤中的有机磷,从而增强宿主对土壤有机磷库的利用。苏友波的试验中,菌根菌通过分泌磷酸酶来活化土壤的有机磷,并将其吸收运输给三叶草。Jayachandran 等^[25]证明了菌根菌可以利用多种有机磷源,并同样发现有机磷的利用与磷酸酶活性相关。同时,有研究发现酶活性高的地方土壤有机磷含量明显降低。这说明菌根菌可以增强根际土壤酸性和碱性磷酸酶活性,从而达到促进土壤有机磷的水解的目的^[26]。然而,虽然菌丝分泌磷酸酶对土壤磷的吸收有益,但是不同属的菌根菌在降解土壤有机磷方面存在明显的差异。

3.4 改善盐碱土壤中作物体内的各种离子平衡

植物耐盐机理的实质是 Na 离子与其它离子的代谢关系问题^[27]。根据黄艺等人的试验结果,接种菌根后,油松体内 Na 元素含量没有明显变化,而 K 元素含量显著增加,从而使得 $w(K)/w(Na)$ 增加, $w(K)/w(Na)$ 高的植株,其耐盐性也相应的增强。Alien 等人也在试验中发现,在 1 000 mg/g NaCl 土壤上接种菌根菌处理的植株和根系中, Na^+ 、 K^+ 和 P^{5+} 含量均高于未接种处理的植株,同时接种处理的植株的 $w(K)/w(Na)$ 值高于非菌

根化植株的该值^[28],冯固等的试验有着相似的结论。通过试验发现,与不接种的对照植株相比,多数情况下接种 VA (泡囊丛枝 *Visicle Abuscular*) 菌根的无芒雀麦植株体内 $w(K)/w(Na)$ 、 $w(Ca)/w(Na)$ 、 $w(P)/w(Na)$ 值较高,这主要是由于菌根真菌能够降低 Na^+ 在植株体内的相对含量^[29]。黄艺等人认为,外生菌根可能是通过增加植物体内 $w(K)/w(Na)$ 比值而不是直接减少植物对 Na 的吸收来增加植物抗盐性。因此菌根真菌通过降低盐害离子的相对含量,从而改善植株体内离子平衡。

同时也有研究表明,在许多木本植物中,氯离子比钠离子更具有危害性。在氯离子存在的条件下,氯离子通过改变膜油脂组成以及修正膜渗透性,进而改变植株对钠离子的吸收和利用状况。通过研究在过量 NaCl 和 Na_2SO_4 条件下生长的植物发现,在 NaCl 中的植物地上部分钠离子含量更高一些,植物呈现更大的叶危害现象;在根部, Cl^- 浓度影响了整体盐积累速率,抑制植物生长。而菌根真菌能够通过减少植物叶片中 Cl^- 积累,从而保证了植物光合作用的正常进行,这也是接种菌根菌的植株能有效提高自身离子平衡的重要原因。

另外,值得注意的是,菌根真菌在提高植物抗盐性方面的机理是不尽相同的,目前对于菌根真菌提高植物耐盐性能力机理的认识尚不完全一致,这在一定程度上限制了人们对菌根真菌提高植物耐盐性的理解,因此许多问题还有待进一步的深入研究。

4 结论与展望

随着自然资源的日益紧张以及对环境的逐渐重视,采取生物措施治理退化土壤环境是生态恢复的重要措施和热点研究领域之一。国内外学者通过对菌根的研究,发现菌根本身的很多特性可以很好的应用于生态恢复,特别是对盐碱土地的改良当中。

4.1 结论

菌根菌能促进盐碱土壤中的植物生长,一方面因为菌根真菌能够改善寄主植株对土壤中营养的吸收状况,另一方面是菌丝在土壤中纵横延伸,改善了土壤的物理结构,从而为植物生长创造了良好的环境,也能间接起到对盐碱土地的生物改良作用。

菌根真菌之所以能够增加宿主植株抗盐碱的能力,主要是由于其能改善植株的生理缺水以及营养吸收和利用状况,同时植株体内的各种离子平衡以及细胞膜在盐碱条件下的受损害程度都能得到有效缓解。

4.2 不足与展望

综合国内外学者们对菌根真菌的相关研究,并以为进一步盐碱地的改良和治理提供理论依据为出发点,建议从以下几方面开展进一步研究:(1)更加注重研究菌

根真菌的多样性,这是进一步了解这类真菌并对其进行科学开发和应用的基础。同时找出菌根真菌与植物的最佳组合是最大限度的促进植物生长及改良盐碱地土壤的重要途径。因此,研究盐碱地菌根菌的多样性,筛选适应不同程度盐碱土壤的菌根真菌与植物的最佳组合,进行大田试验研究,具有重要的现实意义;(2)我国盐碱地资源较为丰富,因此合理开发利用盐碱地资源,通过生态修复改变不利的生态环境条件是促进盐碱地区可持续发展的重要途径之一。菌根菌对盐碱化土地进行生态修复已经取得了一些成功,建议继续对盐碱地菌根菌设计和开展相关的环境胁迫试验,为我国盐碱化土地的生态修复开辟新的途径和方法;(3)在土壤贫瘠及盐碱地区合理施肥是促进作物生长并提高其产量的一个重要途径。在施肥实践中,人们通常只重视 N、P、K 三大元素肥料的施用,忽略了铁、硼、钼、铜、锌、锰等微量元素的使用。建议在研究土壤中的 P、N、K 水平与菌根形成和菌根植物抗盐碱性关系的同时,关注菌根菌对盐碱地土壤中微量元素的释放与吸收,防止施肥过程中的木桶理论,为盐碱地利用中的系统全面施肥做指导;(4)菌根对植物抗盐碱性影响机理及其对盐碱地改良作用的研究,目前多集中在内生的丛枝菌根菌上,对其它的菌根菌研究的很少,建议以后侧重于外生和其它种类菌根菌的研究,从而容易发现其它新的植物耐盐碱性理论或依据,为盐碱地的改良和进一步全面的了解菌根植物抗盐碱机理提供理论支持。

参考文献

- [1] 王遵亲.中国盐渍土[M].北京:科学出版社,1993.
- [2] 黄勤,唐振尧.柑桔 VA 菌根的研究进展[J].园艺学报,1994,21(1): 47-53.
- [3] 王幼珊,张美庆,张弛,等.VA 菌根真菌抗盐碱菌株的筛选[J].土壤学报,1994,31(增刊): 79-83.
- [4] 冯固,杨茂秋,白灯莎.盐胁迫下 VA 菌根真菌对无芒雀麦体内矿质元素含量及组成的影响[J].草业学报,1998(3): 21-28.
- [5] Feng G, Zhang F S. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to high accumulation of soluble sugars in roots[J]. Mycorrhiza, 2002, 12: 185-190.
- [6] Pond E C, Menge J A. Improved growth of tomato in salinized soil by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi collected from saline soils[J]. Mycopathologia, 1984; 76: 74-84.
- [7] Sengupta A, Chaudhuri S. Vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) in pioneer salt marsh plants of the Ganges river in West Bengal(India)[J]. Plant and Soil, 1990, 122: 111-113.
- [8] Grogan P, Baar J, Brund T D. Below-ground ectomycorrhizal community structure in a recently burned bishop pine forest[J]. Journal of Ecology, 2000, 88: 1051-1062.
- [9] 周玉芝,韩桂云,齐玉臣,等.中国外生菌根真菌落叶松树木和造林

中的应用[J].林业科学研究,1994,7(2): 206-209.

- [10] Theodorou C, Bowen R G D. Mycorrhizal responses of radiata pine in experiments with different fungi. Australian Forestry, 1970, 34: 183-191.
- [11] 杨国亭,宋关玲,高兴喜.外生菌根在森林生态系统中的意义[J].东北林业大学学报,1999,27(6): 72-77.
- [12] Zhu J J, Fan Z P, Zeng D H, et al. Comparison of stand structure and growth between plantation and natural forests of *Pinus sylvestris* var. *Mongolica* on sandy land[J]. Journal of Forestry Research, 2003, 14: 103-111.
- [13] Reki I A, Gupta K V. Response of mycorrhizal and nonmycorrhizal *Arachis hypogaea* to NaCl and acid stress[J]. Mycorrhiza, 1996(6): 145-149.
- [14] 李敏,辛华,郭绍霞,等. AM 真菌对盐渍土中番茄、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.
- [15] 冯固,白灯莎,杨茂秋,等.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.
- [16] Ruiz-Lozano J M, Azcon R, Gomez M. Alleviation of salt stress by arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca sativa* plants[J]. Physiologia Plantarum, 1996, 98: 767-772.
- [17] 冯固,李晓林,张福锁,等.施磷和接种 AM 真菌对玉米耐盐性的影响[J].植物资源与环境学报,2000,9(2): 22-26.
- [18] Berta G, Fusconi A, Trotta A, et al. Morphogenetic modifications induced by the mycorrhizal fungus strain E3 in the root system of *Allium porrum* L.[J]. New Phytologist, 1990, 114: 207-215.
- [19] Davies F, Porter J R, Lindeman R G. Drought resistance of mycorrhizal pepper plants independent of leaf phosphorus concentration, response in gas exchange and water relations[J]. Physiologia Plantarum, 1993, 87: 45-53.
- [20] 贺志群,邹志荣.盐胁迫下丛枝菌根真菌对番茄细胞膜透性及谷胱甘肽过氧化物酶活性的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(12): 53-57.
- [21] Eshdat Y, Holland D, Faltin Z, et al. Plant glutathione peroxidases[J]. Physiologia Plantarum, 1997, 100: 234-240.
- [22] Asada K. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1999, 50: 601-639.
- [23] Smith S E, Gianinazzi-Pearson V. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants[J]. Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology, 1988, 39: 221-224.
- [24] 苏友波,林春,张福锁.不同 AM 菌根菌分泌的磷酸酶对根际土壤有机磷的影响[J].土壤,2003,35(4): 334-338.
- [25] Ezawa T, Saito M, Yoshida T. Comparison of phosphatase localization in the intraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi, *Glomus* spp and *Gigaspora* spp[J]. Plant and Soil, 1995, 176: 57-63.
- [26] Tarafdar J C, Marschner H. Phosphatase activity in the rhizosphere and hyphosphere of VAM wheat supplied with inorganic and organic phosphorus[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1994, 26: 387-395.
- [27] 赵可夫.植物抗盐生理[M].北京:中国科学技术出版社,1993.
- [28] Allen E B, Cunningham G L. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal on *Dischidia spicata* under three salinity levels[J]. New Phytologist, 1983, 93: 227-236.
- [29] 冯固,杨茂秋,白灯莎.盐胁迫下 VA 菌根真菌对无芒雀麦体内矿质元素含量及组成的影响[J].草业学报,1998,7(3): 21-28.

极早熟苹果品种在陕西关中地区的引种表现及栽培技术

孙志强

(渭南职业技术学院, 陕西 渭南 714000)

摘要: 对极早熟苹果品种松本锦、夏红、宝红、晨阳、藤木一号、贝拉、安娜在陕西关中地区的引种表现进行分析, 指出不同品种存在的优缺点, 针对存在问题提出具体的栽培管理技术。

关键词: 苹果; 极早熟品种; 栽培表现; 栽培技术

中图分类号: S 661.1 (241) **文献标识码:** B **文章编号:** 1001—0009(2010)05—0233—03

在 7 月 10 日以前成熟的苹果品种有着很好的市场空间, 尤其是在一些光热资源丰富的地区表现突出。据调查, 价格在 3 ~ 4 元/kg, 而且供不应求。为了指导好苹果极早熟品种的引种和栽培, 现将其优良品种的引种表现及栽培管理技术总结如下。

1 品种基本性状

1.1 贝拉

1997 年引入陕西关中, 在蒲城县平路庙乡、大荔县户家乡、许庄镇等地栽培。生长表现: 果实较小, 近扁圆形, 平均单果重 130 g 左右, 底色淡绿黄色, 果面大部紫红色, 可全面着色。果肉乳白色, 肉质脆或稍疏松, 汁中多, 味甜酸, 品质中上等, 成熟期在 6 月中、下旬, 需分 3~4 次采收。贝拉树势强。幼树腋花芽结果能力强, 结果早, 苗木栽后 3~4 a 结果。采前落果轻, 丰产性好。

果实不耐贮藏。一般收购价 3.6 ~ 4.2 元/kg。

1.2 安娜

1996 年引入陕西关中, 在大荔县户家乡栽培。生长表现: 果实圆锥形, 平均单果重 140 g; 底色黄绿, 大部果面有红霞和条纹; 果面光洁, 果点小、稀、不明显, 果皮较薄; 果肉乳黄色、肉质细脆, 汁较多, 风味酸甜, 有香气, 含可溶性固形物约 12.0%, 品质中上或上。幼树生长旺, 结果树树姿开张, 萌芽率高, 成枝力强。结果早, 主要以短果枝和腋花芽结果, 花序坐果率较高, 采前有轻微落果, 产量中等。在关中东部 7 月上旬成熟, 成熟期不太一致, 应注意分期采收。果实不耐贮藏。安娜自花结实能力低, 应配以花期相近的品种为授粉树。嘎拉系作为授粉品种表现良好。一般收购价 2.4 ~ 3.0 元/kg。

1.3 藤牧 1 号

1991 年从山东果树所引入陕西大荔县, 1994 年后在大荔县、临渭区、蒲城县等地广泛栽培。生长表现: 果实多为短圆锥形, 平均单果重 200 g; 底色黄绿, 果面大部有红霞和宽条纹, 充分着色的果能达到全红; 果面光滑, 蜡质较多, 有果粉, 果点稀、不明显, 果皮较薄; 果肉黄白

作者简介: 孙志强(1970-), 男, 陕西延安人, 讲师, 现从事生物学和园艺学教学工作。E-mail: wnszq@126.com。
收稿日期: 2009-11-18

Research on Mycorrhizal Fungi on Resist of saline-alkali

YIN Xiao-lin^{1,2}, WANG Dong-mei¹, DING Guo-dong¹, WANG Xiao-ying²

(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating, Ministry of Education, Beijing 100083; 2. Beijing Water and land Ecological Environment and Technology Institute, Beijing 100080)

Abstract: The article researched synthesis domestic and foreign of recent years on mycorrhizal plants resist saline-alkali. Elaborated the resist of saline-alkali in the light of plant physiology under salt stress and the function of Saline-alkali soil improved.

Key words: arbuscular mycorrhizal fungi; mycorrhizal plant; saline-alkali soil