

丛枝菌根真菌菌剂扩繁及菌根化枸杞育苗技术研究

王亚军^{1,2}, 安巍¹, 罗青¹, 马萍³, 石志刚¹, 赵建华¹

(1. 国家枸杞工程技术研究中心, 宁夏 银川 750002; 2. 北京林业大学 林学院, 北京 100083; 3. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750002)

摘要:以“宁杞7号”枸杞为试材,以红三叶草和玉米2种宿主植物对4种丛枝菌根真菌(AMF)菌种进行了菌剂扩繁,采用枸杞嫩枝扦插育苗技术,利用自繁的AMF菌剂进行枸杞菌根化苗木繁育;苗木出圃后田间定植,调查田间的性状表现,以期AMF在枸杞上的应用和深层研究提供了理论参考。结果表明:采用红三叶草和玉米2种植物作为宿主植物可以扩繁出高质量的丛枝菌根真菌菌剂,侵染率在94%以上,基质中孢子密度168~351个/50g干土;接种后育苗成活率均在60%以上,各处理间差异不大;接种处理的幼苗根系中均含有大量的真菌的菌丝体,菌根真菌的侵染率达43%以上;菌根化苗木的苗高生长明显高于对照,其中缩球囊霉、根内球囊霉和混合接种处理分别较对照提高了53.45%~89.66%,达极显著差异水平,摩西球囊霉接种处理较对照提高了39.66%,达显著差异水平;接菌处理的地径的生长量虽高于对照,但多重比较分析表明,不存在差异的显著性。

关键词:菌根真菌(AMF);扩繁;菌根化;枸杞;育苗技术

中图分类号:R 33 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)05-0139-05

枸杞(*Lycium barbarum* L.)是我国的特色药用植物,也是西北干旱地区尤其是生态脆弱区重要的经济林木,具有抗逆性强、经济效益高的特性。宁夏回族自治区是枸杞的道地产区,枸杞是该区的特色优势农业,在宁南干旱区和银北盐碱区的生态恢复以及沙荒造林方面起着重要的角色^[1]。枸杞的共生菌根真菌属于内生菌根真菌,又称丛枝菌根真菌(Arbuscular mycorrhiza Fungus,简称AMF)^[2]。盛敏等^[3]从宁夏的盐碱土分离并鉴定出6种菌根真菌,具体有薄壁原囊霉(*Archaeospora leptotichum* (Skenck & Sminth) Morton & Redecker)、地表多孢囊霉(*Diversispora versiforme* Berch)、缩球囊霉(*Glomus constrictum* Trappe)、副管球囊霉(*Glomus coronatum* Giovannetti)、根内球囊霉(*Glomus intraradices* Schenck & Smith)和摩西球囊霉(*Glomus mosseae* Gchenck & Trappe)。为探明枸杞共生菌根真菌在枸杞生长发育中所发挥的作用,该试验开展了AMF真菌的菌剂扩繁研究,并利用自繁的AMF菌根真菌菌剂,进行枸杞嫩枝扦插育苗接种,以研究菌根化枸杞苗

木繁育技术,为枸杞专用生物菌肥的研究与开发提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试菌种为摩西球囊霉、缩球囊霉、根内球囊霉和地表球囊霉,从西北农林科技大学林学院和北京市农林科学院植物营养与资源研究所引进。

供试宿主植物为玉米(*Zae mays*)、红三叶草(*Trifolium pretense* L.)。

供试枸杞为“宁杞7号”。

1.2 试验方法

1.2.1 菌剂扩繁 培养基质为纯河沙,先用0.5%的高锰酸钾溶液喷洒,再用薄膜覆盖,太阳下暴晒3d,掀膜后晾晒3d。培养容器采用30cm×20cm×10cm的培养盒,先装1/3的培养基质,铺1.0~1.5cm左右的菌剂,再铺1/3的培养基质,撒约50粒的红三叶草种子和3粒已催芽的玉米种子,再铺2cm的培养基质,将培养盒的2/3埋入土中,浇水。配置Hoagland营养液,幼苗期(30d内),每周浇1次1/2强度的营养液(所有营养元素减半,100mL/盆);成苗后,每周浇1次全营养液;收获期,不再浇营养液(4个月以后)。

1.2.2 枸杞菌根化苗木生产技术 于2012年9月份采用沙床枸杞嫩枝扦插技术,进行枸杞菌根化育苗试验。该试验设5个处理,分别为摩西球囊霉、缩球囊霉、根内球囊霉、地表球囊霉的单一接种和4个菌种的混合接种,以不铺菌剂为对照。在已经处理好的苗床上,铺灭

第一作者简介:王亚军(1979-),男,甘肃定西人,硕士,助理研究员,现主要从事枸杞育种及枸杞种质资源等研究工作。E-mail: yajun817@163.com.

责任作者:安巍(1970-),男,宁夏中宁人,副研究员,现主要从事枸杞育种及枸杞种质资源等研究工作。E-mail: angouqi@163.com.

基金项目:宁夏回族自治区科技攻关计划资助项目(2011ZYH088);宁夏自然科学基金资助项目(NZ1179)。

收稿日期:2013-11-11

菌河沙 1 cm,其上再铺菌剂 0.5 cm,菌剂需均匀铺平,菌剂上面铺河沙 4 cm,对照组不铺菌剂,将河沙的厚度与其它处理保持一致,即 5 cm。每处理设置 1 个苗床,即 6 个苗床,每床扦插嫩枝插穗 100 枝。采用自繁的菌根真菌菌剂进行枸杞嫩枝扦插育苗接种,并通过 1 个月的管理,待扦插后 45 d 开始统计育苗成活率。

1.2.3 Phillips 和 Hayman 的染色方法 4 个月后,挖取沙床中正常生长的枸杞苗木的毛细根,清洗后剪成 1 cm 长根段置于 FAA 固定液(甲醛 6 mL:冰醋酸 1 mL:酒精 20 mL:蒸馏水 40 mL 比例配置)中固定 24 h 后,把固定液彻底冲洗净,加入 10% KOH 溶液浸透根样,90℃ 中加热 1 h,用清水洗去 KOH,加碱性双氧水(3 mL NH_4OH 加到 30 mL 10% H_2O_2 中,加水 60 mL 混匀)软化根段,室温下放置 20 min 后洗去碱性 H_2O_2 。加入 5% 乳酸溶液或 1% HCl 酸化 3~4 min 后倒去酸溶液,加入曲利苯蓝染色液于 90℃ 中加热 30 min,使染料快速渗透到根组织和真菌的细胞中。染色后,将根样放到乳酸甘油中浸泡除去多余的染料,使菌根的菌丝、孢囊和丛枝保持染色状态,然后制片,在显微镜下观察丛枝、孢囊、菌丝的结构特征^[2]。

1.2.4 土壤含水量和孢子密度测定 分别从各带根土

表 1

自繁菌根真菌菌剂的侵染率

Table 1

The mycorrhizal fungi colonization rate of self-reproduced microbial inoculum

%

宿主植物 Host plant	根内球囊霉 <i>Glomus intraradices</i> Schenck & Smith	地表球囊霉 <i>Glomus versiforme</i> (Kaisten) Berch	摩西球囊霉 <i>Glomus mosseae</i> (Nicolson & Gerdemann) Gerdemann & Trappe	缩球囊霉 <i>Glomus constrictum</i> Trappe	未接种 No inoculated	自然生长 Self-sow
三叶草 <i>Trifolium pretense</i> L.	94.83	94.29	100	95.32	0	9.82
玉米 <i>Zae mays</i>	100	98.56	96.42	90.15	0	—

图 1~4 显示了侵染 2 种宿主植物所形成的菌根真菌的特征结构和没有侵染的根系状况。从图 1~4 可以看出,在菌剂扩繁过程中,宿主植物根系中能够形成大量的孢囊和丛枝结构,其中最多的根系中 1 cm 长度孢囊的量达 338 个;未接种的根段中,未发现此类结构。由此认为,采用红三叶草和玉米 2 种植物作为宿主植物进

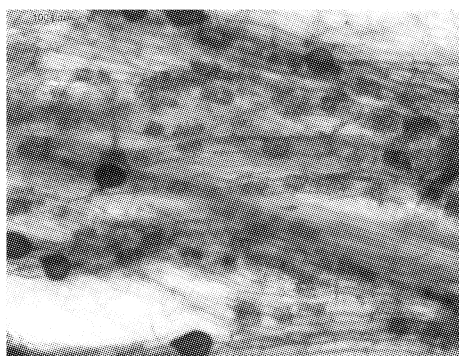


图 1 红三叶草根系中的丛枝和孢囊结构

Fig. 1 AM fungal arbuscular and vesicular in the root of *Trifolium pretense* L.

样中取 100 g 风干土 2 份,1 份在 105℃ 下烘干至恒重,测定土壤含水量。土壤含水量的测定采用称重法,用土钻采取土样,用 0.1 g 精度的天平称取土样的重量,记作土样的湿重 M_1 ,在 105℃ 的烘箱内将土样烘 6~8 h 至恒重,然后测定烘干土样,记作土样的干重 M_2 ;土壤含水量 = (烘干前铝盒及土样质量 M_1 - 烘干后铝盒及土样质量 M_2) / (烘干后铝盒及土样质量 M_2 - 烘干空铝盒质量 M_0) × 100%。另 1 份用湿筛倾析法分离孢子,在解剖镜下于培养皿内分格计数,最后按下列公式计算孢子密度:孢子密度(个/g 干土) = 孢子总数 / [土壤湿重 × (1 - 土壤含水量)]。沙床培养 2 个月和 8 个月,分别进行 2 次侵染率调查。于 2013 年 3 月份,开始田间定植菌根化试验苗木。从当年 5 月份开始进行田间苗木的生长性状调查,主要调查苗高和地径,每隔 15 d 调查 1 次。于 8 月份进行果实性状的调查,主要调查果实质量、纵横径。

2 结果与分析

2.1 AM 真菌扩繁的宿主植物侵染状况分析

由表 1 可以看出,4 种 AM 菌根真菌对 2 种宿主植物的侵染率均在 94% 以上,而未接种的侵染率为 0%,自然生长的红三叶草菌根真菌的侵染率仅为 9.82%。

行 4 种 AM 菌根真菌的菌种扩繁,可形成侵染率很高的菌剂。

2.2 AM 真菌扩繁的基质中真菌孢子密度测定

从表 2 可以看出,不同的扩繁组合,其培养基质中的真菌孢子密度差异较大。相对来说,根内球囊霉与红三叶草和玉米的扩繁组合孢子密度最大,达 300 个/50g 干土,

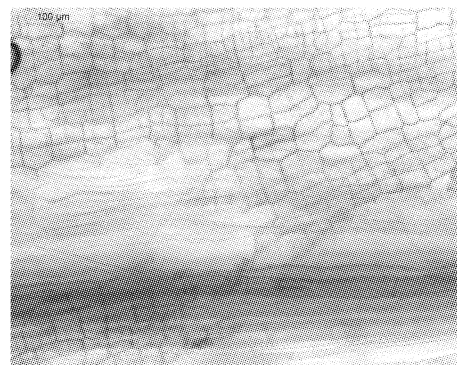


图 2 未接种的红三叶草根系

Fig. 2 The root of *Trifolium pretense* L. which no inoculated

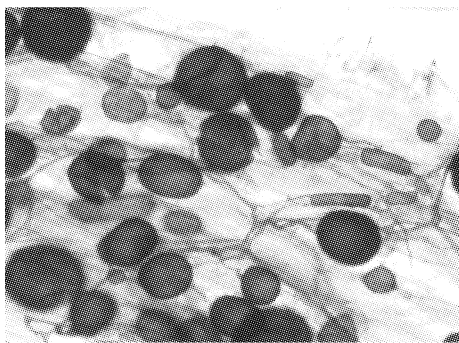


图3 玉米根系中的泡囊结构和根内孢子

Fig. 3 AM fungal vesicular and spores in the root of *Zea mays*

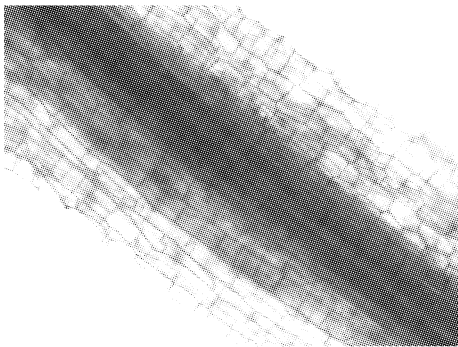


图4 未接种的玉米根系

Fig. 4 The root of *Zea mays* which no inoculated

其次为地表球囊霉、摩西球囊霉和缩球囊霉；玉米作为宿主植物，其扩繁基质中的孢子密度均高于红三叶草的，均在 230 个/50g 干土以上，表明作为单一的宿主植物，玉米则较理想。由此可见，玉米完全可以作为 4 种

菌根真菌菌剂扩繁的宿主植物。同时，玉米具有耐旱性强，易成活，根系发达，侵染率高，产孢量大等优点，更适合于菌剂扩繁。因此认为，采用玉米和红三叶草进行混合接种则是最好的菌根真菌扩繁方式。

表 2 自繁菌根真菌菌剂的孢子密度

Table 2 The spore density of self-reproduced microbial inoculum 个/50g 干土				
宿主植物 Host plant	根内球囊霉 <i>Glomus intraradices</i> Schenck & Smith	地表球囊霉 <i>Glomus versiforme</i> (Kaisten) Berch	摩西球囊霉 <i>Glomus mosseae</i> (Nicolson & Gerdemann) Gerdemann & Trappe	缩球囊霉 <i>Glomus constrictum</i> Trappe
红三叶草 <i>Trifolium pretense</i> L.	305	232	170	168
玉米 <i>Zea mays</i>	351	312	246	230

2.3 苗木繁育成活率调查

从表 3 可以看出，各处理的育苗成活率相近，处理间差异不明显。虽各处理的成活率的数据大小不一，但该试验认为不是由于处理间的差异，可能是由于插穗和管理所致。

表 3 枸杞嫩枝扦插育苗成活率

处理 Treatment	成活率 Survival rate/%
根内球囊霉 <i>Glomus intraradices</i> Schenck & Smith	70.50
地表球囊霉 <i>Glomus versiforme</i> (Kaisten) Berch	65.23
摩西球囊霉 <i>Glomus mosseae</i> (Nicolson & Gerdemann) Gerdemann & Trappe	80.12
缩球囊霉 <i>Glomus constrictum</i> Trappe	61.02
混合接种 Mixture inoculate	60.88
CK Control	64.78

2.4 枸杞菌根化育苗的 AM 真菌侵染程度分析

从表 4 可以看出，单一接种和混合接种菌根真菌处理的幼苗根系中均含有大量的真菌的菌丝体，菌根真菌的侵染率达 43% 以上，而对照处理的枸杞幼苗根系的未被菌根真菌侵染。由此说明，利用自繁菌剂确实能够提高枸杞幼苗的侵染率，实现枸杞幼苗的菌根化。同时也发现，虽然根系中有大量的菌丝结构，但泡囊和丛枝结构较少。

表 4 枸杞扦插苗接菌后的根系侵染率

Table 4 The mycorrhizal fungi colonization rate of wolfberry young-shoot-cuttage seedling after inoculated		
处理 Treatment	接种 2 个月后的侵染率 Colonization rate after inoculated 2 months/%	接种 8 个月后的侵染率 Colonization rate after inoculated 8 months/%
根内球囊霉 <i>Glomus intraradices</i> Schenck & Smith	53.84	43.06
地表球囊霉 <i>Glomus versiforme</i> (Kaisten) Berch	64.28	83.33
摩西球囊霉 <i>Glomus mosseae</i> (Nicolson & Gerdemann) Gerdemann & Trappe	53.33	48.33
缩球囊霉 <i>Glomus constrictum</i> Trappe	58.06	54.16
混合接种 Mixture inoculate	63.33	58.97
CK Control	0	0

2.5 菌根化枸杞苗木田间性状调查

表 5 的调查结果表明，菌根化苗木的苗高生长明显高于对照苗木，其中缩球囊霉、根内球囊霉和混合接种处理苗高明显高于对照，分别较对照提高了 53.45%~89.66%，达极显著水平 ($P<0.01$)；摩西球囊霉接种处理的苗高明显高于对照，较对照提高了 39.66%，达显著水平 ($P<0.05$)，但不存在极显著性差异；地表球囊霉接种处理的苗高高于对照，但不存在显著性差异；从地径的生长量来看，接菌处理虽高于对照，但 LSD 法多重比较分析表明，不存在显著性差异。比较各处理的平均单果

表 5

菌根化枸杞苗木田间性状

Table 5

Field performance of wolfberry seedling with mycorrhiza

处理 Treatment	苗高生长量 Seedling height growth /cm · d ⁻¹	45 d 地径生长量 Basal diameter growth after 45 days/cm	单果重 Fruit weight /g	纵径 Lengthwise /cm	横径 Horizontal length /cm	纵横比 Aspect ratio
缩球球囊霉 <i>Glomus constrictum</i> Trappe	1.10 aA	0.46 abA	0.57	1.38	1.11	1.25
根内球囊霉 <i>Glomus intraradices</i> Schenck & Smith	1.02 aA	0.50 aA	0.58	1.44	1.10	1.31
混合接种 Mixture inoculate	0.89 abAB	0.47 abA	0.59	1.50	1.11	1.36
摩西球囊霉 <i>Glomus mosseae</i> (Nicolson & Gerdemann) Gerdemann & Trappe	0.81 bcABC	0.42 abA	0.50	1.43	1.13	1.27
地表球囊霉 <i>Glomus versiforme</i> (Kaisten) Berch	0.64 cdBC	0.42 abA	0.57	1.47	1.08	1.39
CK Control	0.58 dC	0.35 abA	0.56	1.43	1.08	1.33

注:小写字母表示显著性水平 $P<0.05$;大写字母表示极显著水平 $P<0.01$ 。

Note: Different lowercase mean significant level $P<0.05$; Different capital letter mean very significant level $P<0.01$.

重,发现大小差异不明显;从果实的纵横径来看,果形大小相近,未有大的差异。

3 讨论与结论

菌根真菌类生物肥料从菌种的分类划分,可分为内生菌根真菌(即 AMF)和外生菌根真菌(即 ECMF)2 种。枸杞的共生菌根真菌为内生菌根真菌。因 AMF 不能纯培养,其生长和繁育必须依靠宿主植物。因此,在 AMF 菌剂生产中,除了培养基质的研究外,还需要筛选宿主植物。目前 AMF 菌剂生产工艺的研究较多,研究成果颇多,并申请了相关的专利,如冯固等^[5]于 2004 年发明一种生产丛枝菌根真菌菌剂的方法,该方法采用草炭、蛭石、珍珠岩和氟石作为培养基质、多种寄主植物混播混作方式进行 AMF 菌剂生产,取得了很好的扩繁效果;王幼珊等^[6]发明了一种高效抗旱、耐高磷营养的丛枝菌根真菌菌株摩西球囊霉 93-6 及其生产方法,该方法选用高粱作为宿主植物,采用沸石沙混合物作为培养基质,以高粱为宿主扩大繁殖获得的内含该菌株孢子、被感染根段及根外菌丝的土沙混合物为接种剂,培养后能稳定地获得高质量无污染的该菌剂,该菌剂中孢子含量为 40~65 个/mL 干菌剂;刘新等^[7]发明了一种简易烟草专用 AM 真菌菌肥生产工艺,通过盆栽法繁殖与烟草互作良好的 AM 真菌摩西球囊霉获得接种剂,进一步田间扩大生产获得富含真菌孢子、菌丝、基质和植物根段的细颗粒状混合物,风干后再加入等体积的腐殖质,混合均匀后配制成烟草专用 AM 真菌菌肥,该菌肥既能够促进烟草的生长,提高烟叶的品质,降低和减轻植物病害,又充分利用了土壤中营养成分。利用盆栽等方法仅能作为试验摸索,但真正与生产实践结合,还需

要进行规模化的生产。梁林洲等^[8]发明了一种高效菌根真菌菌剂的规模化扩繁技术。该发明所述的适合于高效菌根真菌扩繁技术包括材料选择、生产过程、质量控制及产品形成 4 部分,具有材料极易获得,操作简单方便,成本低,所扩繁的菌根真菌菌剂的孢子密度普遍达到 50 个/cm³ 以上,扩繁效率较传统扩繁技术至少高出 4 倍以上,该技术将有助于 AMF 在农业生产中的应用,为农业可持续发展提供新的途径。

随着人们食品安全意识的提高,生物菌肥的研发和应用势在必行。如何应用于生产实际还需要有更多的深入研究来支持。但总体来说,在生物菌肥的应用方面必须坚持“因地制宜,适树适菌”的原则,方法得当,才能取得理想的效益,更好地服务于农业生产和农民增收。

参考文献

- [1] 安巍,焦恩宁,石志刚,等. 枸杞规范化栽培及加工技术[M]. 北京:金盾出版社,2005:1-158.
- [2] 刘润进,李晓林. 丛枝菌根及其应用[M]. 北京:科学出版社,2000:1-224.
- [3] 盛敏,唐明,张峰峰,等. 土壤因子对甘肃、宁夏和内蒙古盐碱土中 AM 真菌的影响[J]. 生物多样性,2011,19(1):85-92.
- [4] 弓明钦,陈应龙,仲崇禄. 菌根研究及应用[M]. 北京:中国林业出版社,1997:1-223.
- [5] 冯固,李晓林. 生产丛枝菌根真菌菌剂的方法[P]. 中国专利:CN1511944,2004.
- [6] 王幼珊,陈宁,张美庆,等. 一种高效抗旱、耐高磷营养丛枝菌根真菌及其生产方法[P]. 中国专利:CN1548524,2004.
- [7] 刘新,赵方贵,刘广富. 简易烟草专用 AM 真菌菌肥生产工艺[P]. 中国专利:CN102603372A,2012.
- [8] 梁林洲,沈仁芳,董晓英,等. 一种菌根真菌菌剂的规模化扩繁技术[P]. 中国专利:CN103125240A,2013.

Research on Enlargment Reproducing of AMF Microbial Inoculum and Growing Seedling Technology of Wolfberry With Mycorrhization

WANG Ya-jun^{1,2}, AN Wei¹, LUO Qing¹, MA Ping³, SHI Zhi-gang¹, ZHAO Jian-hua¹

(1. National Wolfberry Engineering Research Center, Yinchuan, Ningxia 750002; 2. Forestry College, Beijing Forestry University, Beijing 100083; 3. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750002)

不同肥料对金钗石斛生物学性状、SPAD 值和石斛碱含量的影响

漆小雪¹, 韦 霄¹, 陈宗游¹, 沈浩峰², 史艳才¹

(1. 广西壮族自治区中国科学院 广西植物研究所, 广西 桂林 541006; 2. 桂林谱瑞生物科技发展有限公司, 广西 桂林 541300)

摘 要:以云南金钗石斛实生苗为试材,在人工栽培条件下,分别施用浓度均为 5% 的菜籽麸、花生麸、桐麸发酵液和复合肥,分别测定其分蘖数、粗度、株高、叶片数、冠幅、鲜重、干重、干鲜比等生物学性状、SPAD 值和石斛碱含量。结果表明:施用花生麸,有利于增加金钗石斛的株高、分蘖数、叶数;施用菜籽麸,可以增加金钗石斛干物质重量;施用桐麸有利于增加金钗石斛的粗度、鲜重和石斛碱含量;菜籽麸和复合肥混合施用,可以提高叶绿素含量,增加干鲜比。试验结果表明,不同肥料在金钗石斛的不同生长发育阶段具有不同的特性,因此有选择性地施用这些肥料,可以达到增加和提高金钗石斛的产量和石斛碱含量的目的。

关键词:金钗石斛;菜籽麸;花生麸;桐麸;复合肥;生物学特性;SPAD 值;石斛碱含量

中图分类号:R 931.71 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)05-0143-04

金钗石斛 (*Dendrobium nobile* Lindl.) 属兰科 (Orchidaceae) 石斛属 (*Dendrobium* Sw.) 多年生附生草

第一作者简介:漆小雪(1963-),女,本科,副研究员,现主要从事植物营养和药用植物引种驯化栽培等工作。E-mail: qixiaoxue@126.com.

基金项目:广西科学研究与技术开发计划资助项目(桂科攻 11107010-1-4;桂科攻 11107010-1-1)。

收稿日期:2013-11-22

本植物。据《本草纲目》记载,金钗石斛具有强阴益精、厚肠胃、壮筋骨、暖水脏、补肾益力、轻身延年的功效,是我国药用范围较广泛的传统名贵中药材,国家重点保护的珍稀濒危药用植物^[1]。主要分布于我国的台湾、福建、湖南、湖北、广东、广西、贵州、云南、四川、海南岛等长江以南的亚热带海拔 700~1 700 m 的地区^[2],喜温暖、湿润、阴凉的环境,常附生于潮湿的树干和岩石上,具有“有土不生,无粪不长”的神奇特性^[3]。在自然条件下,金钗石斛主要以自然分蘖进行营养繁殖和通过形成

Abstract: Taking wolfberry ‘Ningqi No. 7’ as tested material, 4 Ambuscular Mycorrhiza Fungus (AMF) microbial inoculum had been enlarged reproduced with *Trifolium pretense* L. and *Zae mays*. With self-reproduced microbial inoculum, wolfberry seedling with mycorrhization had been reared with microbial inoculum using young-shoot-cutting seedling technology of wolfberry. After removed from the garden, wolfberry seedling with mycorrhization were planted in test field and the field performance were investigated. It could provide theoretical reference for the application of AMF on the wolfberry and deep research. The results showed that the high quality AMF microbial inoculum could be reproduced using *Trifolium pretense* L. and *Zae mays* as host plants. The mycorrhizal fungi colonization rate was more than 94%. The spores density was from 168 to 351 per 50 g dried substrate. The survival rate of wolfberry seedling was more than 60% after inoculated by AMF microbial inoculum, and had little difference among various treatments. There were lots of fungal myceliums in the roots of wolfberry seedling inoculated by AMF microbial inoculum. The mycorrhizal fungi colonization rate of wolfberry seedling was more than 43%. The seedling height growth of wolfberry seedling with mycorrhization obviously higher than the control, and the treatment with *Glomus constrictum* Trappe, *Glomus intraradices* Schenck & Smith and mixture had extreme difference with control ($P < 0.01$), increased by 53.45% to 89.66% respectively. The treatment with *Glomus mosseae* (Nicolson & Gerdemann) had striking difference with the control ($P < 0.05$), increased by 39.66% than that of control. The basal diameter growth higher than the control, but the LSD multi-comparative analysis showed that there no striking difference to the control. The research can offer reference for applications and deeper research of AMF on wolfberry.

Key words: Ambuscular Mycorrhiza Fungus (AMF); enlargement reproducing; mycorrhization; wolfberry; growing seedling technology