

基质与地膜覆盖对枸杞扦插苗生长及内源营养物含量的影响

宋达成<sup>1,2</sup>,王有科<sup>1\*</sup>,何芳兰<sup>2</sup>,吴春荣<sup>2</sup>,吴昊<sup>1</sup>

(1.甘肃农业大学 林学院,甘肃 兰州 730070;2.甘肃河西走廊森林生态系统国家定位观测研究站,甘肃 武威 733000)

**摘 要:**为了进一步提高枸杞苗木的繁育品质,以‘宁杞一号’为试验材料,研究了不同基质(粗砂、细河沙、蛭石、耕作土、草炭土+蛭石)和地膜覆盖处理对枸杞硬枝扦插苗生长及内源营养物含量的影响。结果表明:1)草炭土加蛭石的混合基质最有利于插条萌芽,其萌芽成活率高达 67.8%~88.3%;其次为耕作土(64.6%~79.8%)和粗砂(58.6%~81.2%);细河沙和蛭石的表现最差。2)混合基质对插条地上部分生长的促进作用最明显,平均新梢生长量达到 15.40 cm,其次分别为耕作土(14.43 cm)、蛭石(11.70 cm)、细河沙(11.45 cm)和粗砂(10.17 cm)。3)粗砂最有利于插条根系生长,但是粗砂不利于插条地上部分的形态建成。4)地膜覆盖在萌芽成活率、新梢及根系生长方面均优于露地扦插,并能显著加快插条的萌发和成苗形成。5)地膜覆盖能够促进插条内源营养物质的形成,可溶性糖和可溶性蛋白质含量均高于露地扦插。6)10 种处理中,以混合基质+地膜覆盖方式的效果最好,最适用于枸杞的硬枝扦插。

**关键词:**枸杞;扦插繁殖;地膜覆盖;生长

**中图分类号:**S339.4      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2018)06-0072-06

Effects of Substrate and Plastic Mulching on the Growth and Endogenous Nutrient Content of *Lycium barbarum* Cuttings

SONG Da-cheng<sup>1,2</sup>, WANG You-ke<sup>1\*</sup>, HE Fang-lan<sup>2</sup>, WU Chun-rong<sup>2</sup>, WU Hao<sup>1</sup>

(1. Forestry College, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Gansu Hexi Corridor Forest Ecosystem National Research Station, Wuwei, Gansu 733000, China)

**Abstract:** In order to improve the quality of the seedling breeding of *Lycium barbarum*, cultivar ‘Ningqi-1’ was taken as test material to study the effects of substrate and plastic mulching on the growth and endogenous nutrient contents in the cuttings. The results indicated that 1) the mixed substrate of turfy soil and vermiculite were the most conducive to cutting germination, the germination rate was up to 67.8%—88.3%; followed by soil (64.6%—79.8%) and coarse sand (58.6%—81.2%); river sand and vermiculite were the worst. 2) Mixed substrate significantly promoted the growth of above ground part of the cuttings, the average growth of new shoots reached 15.40 cm, followed by soil (14.43 cm), vermiculite (11.70 cm), river sand (11.45 cm) and coarse sand (10.17 cm). 3) Coarse sand was beneficial to root growth of the cuttings, but not conducive to the formation of above ground part. 4) The germination rate, shoot growth and root growth of plastic film mulching were better than those of open field cuttings, and the germination and seedling formation of cuttings could be accelerated by mulching. 5) Plastic film mulching could promote the formation of endogenous nutrients, soluble sugar and soluble protein contents were higher than that of open field cuttings. 6) In the 10 treatments, the mixed substrate+plastic film mulching method had the best effect, which was most suitable for hardwood cutting.

收稿日期:2018-01-12 修回日期:2018-05-14

基金项目:林业科技创新平台运行补助项目(2015-LYPT-DW-109)。

作者简介:宋达成,男,硕士,研究方向:水土保持与荒漠化。E-mail:songdc90@163.com

\* 通信作者:王有科,男,教授,研究方向:寒旱区经济林树种抗逆性及无公害标准化。E-mail:wangyk@gsau.edu.cn

**Key words:** *Lycium barbarum*; cutting propagation; plastic mulching; growth

枸杞 (*Lycium barbarum*) 属于茄科枸杞属, 别名地骨子、明目子。是我国传统名贵中药材, 具有良好的食用价值和药用价值, 素有“红宝”的美誉<sup>[1]</sup>。广泛分布于我国宁夏、内蒙古、青海、甘肃、新疆等地<sup>[2]</sup>, 其中又以宁夏地区为核心产区。宁夏产区枸杞资源基数大、栽培面积广、果实品质好。宁夏枸杞也被广泛引种于全国各地, 是覆盖比较广泛的一个枸杞品种<sup>[3]</sup>。枸杞适应性强, 耐干旱、耐盐碱、抗逆性强, 是我国固沙造林和改良土壤盐渍化的先锋植物, 具有良好的经济效应和生态效应。目前, 枸杞作为我国西北地区特色产业, 发展日趋壮大, 甘肃省已经形成以中部沿黄灌区的景泰、靖远为中心, 辐射河西走廊的新型枸杞产区<sup>[4]</sup>。

为了满足日益旺盛的枸杞产业化市场需求, 探寻枸杞苗木快速繁育技术势在必行。常见的枸杞繁殖方法包括播种和扦插技术。用种子进行实生苗繁殖时, 生长速度慢, 生产周期长, 不能满足产业化生产需要。而硬枝扦插繁殖具有速度快、效率高且保持母本性状等优点<sup>[5]</sup>, 在生产中常作为枸杞的主要繁育方式。枸杞对土壤的要求不严格, 在沙土、壤土或者贫瘠的盐碱土中都可以栽植, 但是不同基质种类对枸杞扦插效果影响显著。合理地使用基质, 能够有效提高扦插繁殖的生根率, 促进插条的生长, 提高插条萌芽率<sup>[6]</sup>。

近年来, 关于枸杞扦插方面的研究中, 多数关注于品种、插穗规格、药剂处理等方面。尹萍<sup>[7]</sup>等研究了不同品种的扦插苗对枸杞扦插繁殖的影响情况。申培增<sup>[8]</sup>等报道了不同插穗长度对枸杞硬枝扦插成苗率的影响。郭喜平<sup>[9]</sup>等对枸杞硬枝扦插不同生根剂效果进行了探讨。而关于覆盖处理和插穗内含物等方面的研究比较缺乏<sup>[10]</sup>。而覆盖作为现实生产中枸杞繁育的一项重要技术措施, 被越来越广泛的运用。覆盖能够改善土壤温度、水分和营养<sup>[11]</sup>。合理选择和运用覆盖方式, 可以在保证繁育质量的同时, 延长作物生育期, 促进作物早熟, 大幅提高作物产量<sup>[12]</sup>。对枸杞产业化发展具有十分重要的实践意义。为此, 本试验在讨论基质、地膜覆盖对枸杞扦插苗生长影响的同时, 探寻地膜覆盖对插穗内源营养物质含量的影响。

## 1 试验地概况

试验地位于甘肃省景泰县草窝滩镇玉杰农贸公司枸杞种植示范园内, 该区域属温带干旱大陆性气候, 海拔约 1 700 m, 年平均气温 8.6℃, 冬冷夏热,

昼夜温差大。年平均降水量 182.4 mm, 多集中于每年 6—9 月。日照时数长, 平均日照时数约 2 700 h。土壤碱性较大, pH 值 8~9<sup>[13]</sup>。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验方法及管理

于 2014 年 3 月 15 日采集示范园内长势良好、品种纯正、无病虫害感染、无机械损伤、直径为 0.5~0.8 cm 的‘宁杞 1 号’1 年生枝条, 将枝条修剪成长 12~14 cm 的插穗, 插穗上端切口水平, 上切口距顶芽 1 cm, 下切口斜切 45°。过程保证插穗切口平滑、不劈裂、表皮无破损。按上下切口分开摆齐, 每 50 根捆成 1 把, 湿沙假植备用。

扦插容器选用塑料黑色育苗钵 (规格: 25 cm×25 cm×21 cm), 于 3 月 18 日深挖插床, 插床长 11 m、宽 6 m、深约 21 cm, 保证育苗钵钵面与地面平行。用 0.5% KMnO<sub>4</sub> 对扦插基质进行消毒<sup>[14]</sup>, 并对试验覆盖组铺设地膜。

扦插于 2014 年 3 月底进行, 将插穗放入浓度为 1 000 mg/L 的 α-萘乙酸溶液中浸泡 5 min 待插, 浸泡深度为 3 cm。扦插前用细木棍对基质进行打孔, 孔距约 15 cm, 孔深 6~8 cm。随打随插, 插后压实并浇水。试验期间每隔 7 d 全面喷洒 500 倍多菌灵溶液进行消毒<sup>[15]</sup>, 并视天气情况浇水 1~2 次, 其他管理常规。

### 2.2 试验设计

不同基质和地膜覆盖处理的对比试验: 共设 5 种不同基质处理: A 为粗砂, B 为细河沙, C 为蛭石, D 为耕作土, E 为草炭土与蛭石的混合基质 (体积比为 8:2); 地膜覆盖处理: 选用白色地膜覆盖作为试验处理, 以露地未进行覆盖处理的作为对照 (CK)。试验采用完全随机区组设计, 总共 10 种处理, 每处理 300 根插穗, 3 次重复。

内源营养物质测定试验: 选取对比试验中以耕作土 (D 基质) 作为扦插基质, 地膜覆盖与露地扦插 2 种处理的插穗作为试验对象, 用于可溶性糖和可溶性蛋白质含量的测定。扦插前, 随机抽取 10 根插穗作为第 0 天样品, 扦插后, 每隔 5 d 进行取样, 每个处理随机抽取 10 根插穗, 洗净擦干, 剥取插穗基部 2 cm 范围韧皮部 (不含生根部分), 剪碎后混合均匀, 分为 3 组重复进行测定。

### 2.3 指标测定

2.3.1 插条萌芽成活率测定 于扦插后第 7 天开始, 观测不同处理插条的萌芽数量, 每天记录 1 次,

止于扦插后第 35 天。统计插条萌芽成活率(萌芽成活率=萌发插条数/插条总数)。

2.3.2 插条新梢生长量测定 于扦插后第 14 天开始,用直尺测量插条新梢(芽)生长量,每周测量一次,止于扦插后第 42 天。

2.3.3 插条根系生长量测定 于扦插后第 43 天起苗,对不同处理插条的单株根数、根系总长度及根系干重进行测量和统计。单株根数直接计数;用直尺测量每个插条的根系总长度;用烘干法进行根系干重的测定。各项统计值均取平均值。

2.3.4 可溶性糖测定 采用蒽酮比色法,于 620 nm 测定其吸光值(mg/g)。

2.3.5 可溶性蛋白质测定 采用考马斯亮蓝 G-250 染色法,于 595 nm 测定其吸光值(mg/g)。

2.4 数据处理

利用 Excel 2010 软件进行数据整理和图表绘制;用 SPSS 13.0 软件对插条萌芽和根系生长数据进行统计与处理;采用单因素方差分析和 Duncan 多重比较法进行不同处理间的显著性检验。

3 结果与分析

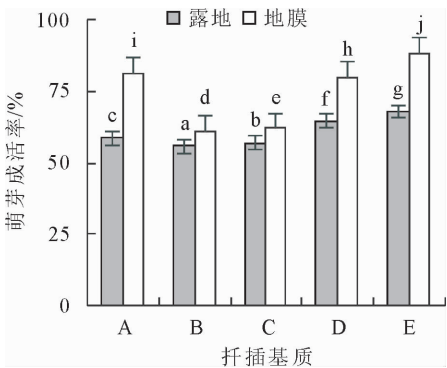
3.1 基质与地膜覆盖对枸杞扦插苗生长的影响

3.1.1 不同处理对插条萌芽成活率的影响 由图 1 可知,不同处理间枸杞插条萌芽成活率差异性显著。具体表现为:5 种基质中,E 基质的萌芽成活率最高,插条萌芽成活率平均达到了 78.05%。其次为 D 基质,平均萌芽成活率为 72.2%,这可能是由于试验地多次以羊粪作为基肥对园内土壤进行增肥处理,使耕作土基质肥力较高,团粒结构较好,导致该基质插条萌芽成活率也较高。然后是 A 基质,平均萌芽成活率为 69.9%。B 基质和 C 基质表现相似,萌芽成活率均小于其他基质,平均不到 60%。这 2 种基质多与其他基质混合使用,以改善基质土壤团粒结构。单一使用可能由于其有机质和矿物质含量不高而导致萌芽效果不好。

地膜覆盖对枸杞插条萌芽成活率影响也较为显著,且各处理表现一致,均表现为地膜覆盖优于露地扦插。经地膜覆盖处理的插条萌芽成活率平均比露地扦插的高 13.76%。温度和水分是插条萌发最重要的两个因素,试验地昼夜温差较大,地膜覆盖对比露地扦插能够为插条提供更稳定的温度及水分条件,更有助于插条的萌发。

3.1.2 不同处理对插条新梢生长量的影响 各处理插条的新梢生长趋势较为相似,均表现为开始大幅升高,然后逐渐趋于平缓,最后稳步增长。插条根系与新梢的生长都需要营养物质,生长前期属于竞

争制约期,两者相互竞争;而后期是协调促进期,两者相互促进。硬枝扦插的插条先发芽后生根,生长初期以地上部分生长为主。28 d 后插条根系伸长生长,消耗了内部大量的营养物质,导致插条地上部分生长速率有所放缓(图 2)。



注:不同字母表示在 0.05 水平上的差异显著。

图 1 不同处理对枸杞插条萌芽成活率的影响

Fig. 1 Effects of different treatments on germination rate of *Lycium barbarum* cuttings

5 种基质中,以 E 基质的新梢生长情况最好,平均新梢生长长度为 15.40 cm,地膜覆盖处理的新梢生长量达到了 19.38 cm,为 10 种处理中最高。然后是 D 基质,平均为 14.43 cm。B 基质和 C 基质差异性不大,分别达到了 11.45 cm 和 11.70 cm。A 基质的表现最差,平均生长量仅为 10.17 cm,这可能是由于 A 基质所含营养成分较低,供给插条地上部分生长的营养物质也较少,导致新梢生长表现不佳。

经地膜覆盖处理的新梢生长情况要优于露地扦插。经地膜覆盖处理的新梢生长量都突破了 12 cm,平均比露地扦插高出 4.46 cm,且生长速率较露地扦插更快。

3.1.3 不同处理对插条根系生长量的影响 由表 1 可知,10 种处理中,插条平均生根数都超过了 1.78 条,总根长都超过了 14 cm,根系干重都超过了 0.09 g/株。但不同处理间仍存在着一定差异。A 基质的插条根系性状表现最好,各项指标均显著高于其他基质,平均生根数达到了 2.43 条,平均总根长约为 20 cm,平均根系干重为 0.155 g/株。粗砂基质土壤孔隙度大,保水透气性好,相较其他基质更有利于插条根系的伸长生长。粗砂基质新梢生长表现不佳,但是根系生长较好,证明当基质所含营养物质不佳时,插条自身营养多用于支持地下根系的生长发育。B 基质、C 基质和 D 基质的生根数表现处于同一水平,E 基质的表现要优于这 3 种基质。以 C 基质和 E 基质进行对比,可以得出,蛭石可以改善土壤物理结构,增加土壤孔隙度,为插条根系生长提供

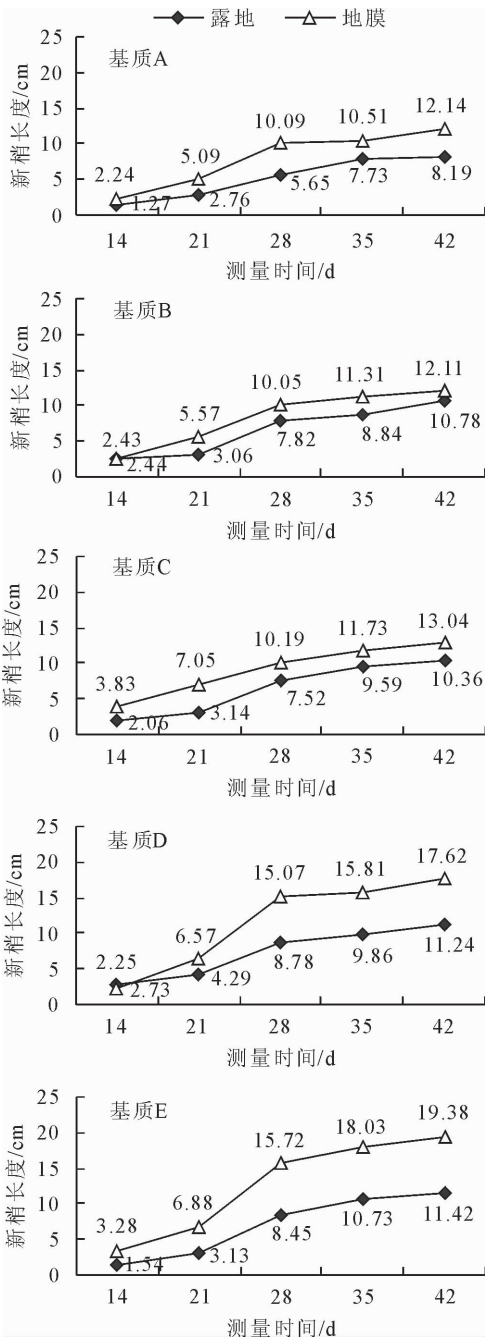


图 2 不同处理对枸杞插条新梢生长的影响  
Fig. 2 Effects of different treatments on the growth of new shoots of *L. barbarum* cuttings

充裕的空间,但是扦插基质养分含量的多寡仍是影响插条根系生长的最为主要的因素。10 种处理插条根系生长长度差异性显著,总体处于 14.24~21.31 cm。根系干重方面,B 基质和 D 基质表现不佳,最低值为 0.09 g/株,仅为最优处理重量的 52.94%。C 基质和 E 基质分别为 0.15 g/株和 0.13 g/株,均优于 B、D 2 种基质。总体来说,各处理间插条根系干重结果与单株根数结果保持一致,二者呈正相关关系。

根系生长各项指标均为地膜覆盖显著优于露地

扦插。地膜覆盖能增加土壤温度,活化土壤养分,使土壤养分有效性和水分利用率大幅提高的同时,还能减少雨水对土壤的直接拍打、冲击和淋洗,使土壤保持疏松,不易板结,更有利于插条根系的生长发育<sup>[16]</sup>。

表 1 不同处理对枸杞插条根系生长的影响  
Table 1 Effects of different treatments on root growth of *L. barbarum* cuttings

基质	处理	根系性状		
		单株根数 /条	总根长 /cm	根系干重 /(g·株 <sup>-1</sup> )
A	露地	2.25±0.06 c	18.61±0.11 g	0.14±0.003 e
	地膜	2.60±0.09 f	21.31±0.29 h	0.17±0.004 h
B	露地	1.81±0.12 a	14.78±0.09 b	0.09±0.006 a
	地膜	2.38±0.04 d	15.56±0.42 c	0.13±0.002 d
C	露地	2.02±0.09 b	15.44±0.29 c	0.13±0.005 d
	地膜	2.44±0.04 de	17.66±0.34 f	0.16±0.005 g
D	露地	1.77±0.07 a	16.31±0.17 d	0.10±0.008 a
	地膜	2.34±0.02 cd	18.35±0.36 g	0.12±0.001 c
E	露地	2.12±0.03 b	14.24±0.35 a	0.11±0.003 b
	地膜	2.52±0.08 ef	16.84±0.18 e	0.15±0.002 f

注:同列中的相同字母表示在 0.05 水平上的差异不显著。

3.2 插穗内源营养物质的变化响应

3.2.1 可溶性糖含量变化 如图 3 所示,不同处理插穗的可溶性糖含量均呈现先降低再升高再降低最后趋于稳定的变化过程。经地膜覆盖处理的插穗可溶性糖含量在 0~5 d 变化较小;5~15 d 可溶性糖含量大幅降低,由 3.19 mg/g 减少到 1.63 mg/g。由于愈伤组织的诱导形成会消耗大量糖分,而这一阶段所需的营养物质几乎全部来自插穗本身,从而导致扦插初期插条内部可溶性糖含量大幅下降;扦插 15 d 后,可溶性糖含量急剧升高,并在 30 d 时达到最高值。这可能是由于在不定根形成期,插条根系开始逐步形成,并且伴随地上部分叶片的生长,光合能力的逐步恢复,使插穗内部有机物和营养物质进行不断合成和积累,导致可溶性糖含量大幅升高;30~40 d,由于根系的伸长生长,可溶性糖含量再次降低,从最高值 3.37 mg/g 减少到 2.36 mg/g;并最终于插后 40 d 左右开始平稳上升。对照组插穗可溶性糖含量变化趋势与地膜覆盖组基本一致,但是峰值出现时间要推迟 5~10 d 左右。于 0~20 d 逐渐降低,由 3.68 mg/g 减少到 1.53 mg/g。扦插 20 d 后,可溶性糖含量开始缓慢平稳回升,并在插后第 40 天达到最高值,最高峰值出现时间比地膜覆盖组推迟了近 10 d。说明地膜覆盖能够显著促进插条内部可溶性糖的合成,从而增强插条根系的生长发育。

3.2.2 可溶性蛋白质含量变化 由图 4 可知,不同处理插穗的可溶性蛋白质含量存在差异,但整体变化趋势保持一致,均呈现先下降再上升再下降的变



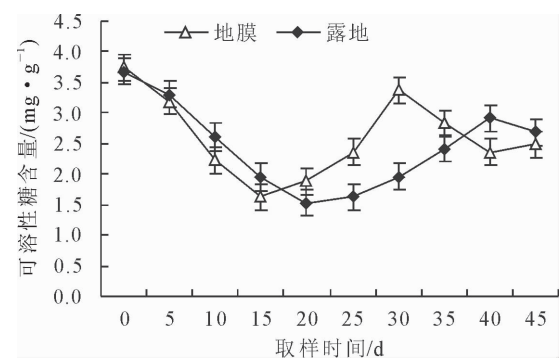


图3 枸杞插穗可溶性糖含量变化

Fig. 3 Changes of soluble sugar content in *L. barbarum* cuttings

化趋势。经地膜覆盖的插穗可溶性蛋白质含量值总体略高于对照组,且变化幅度更大,峰值出现时间也更提前。扦插后 15 d,经地膜覆盖的插穗可溶性蛋白质含量达到最低值,从开始的 0.30 mg/g 下降到 0.21 mg/g,这可能是由于插条愈伤组织和根原始体的发生和发育都需要消耗大量的蛋白质所致<sup>[17]</sup>。之后伴随插条自身对可溶性蛋白质消耗的降低和插条合成营养物质能力的增强,可溶性蛋白质含量出现回升,并于插后 35 d 出现最高值。插后 15~35 d 可溶性蛋白质含量从 0.21 mg/g 上升到 0.39 mg/g,显著高于扦插前水平。对照组插穗的可溶性蛋白质含量变化幅度没有地膜覆盖组明显,最低值出现在插后 15 d,为 0.24 mg/g,最高值出现在插后 40 d,达到了 0.38 mg/g,同样高于扦插前水平。

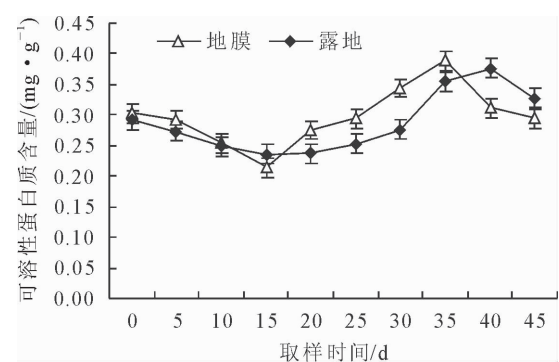


图4 枸杞插穗可溶性蛋白质含量变化

Fig. 3 Changes of soluble protein content in *L. barbarum* cuttings

4 结论与讨论

植株扦插成活率与多种因素有着密切的关系,如:母株选择、采穗时间、基质选择、生根剂处理、插后管理等。扦插过程中任何一种因素的不足都会对整体的扦插效果起到影响。

主要研究了基质、地膜覆盖对‘宁杞1号’硬枝扦插苗生长及其内源营养物质的影响情况,旨在通过试验探寻枸杞硬枝扦插影响因子,在保证苗木繁育质量的同时,提高苗木繁育速度。试验结果表明:

1)不同基质处理的枸杞硬枝扦插苗在萌芽成活率、

新梢生长和根系发育等方面均存在显著差异性( $P<0.05$ )。其中,以‘草炭土+蛭石’的混合基质最有利于插条萌芽的成活,其萌芽成活率高达67.8%~88.3%。土壤有机质作为土壤肥力的重要指标之一,能有效反映土壤肥力水平<sup>[18]</sup>,草炭土土质疏松,含有丰富的有机质和矿质元素,能够为插条萌发提供充足的养分基础。由于含有蛭石的原因,使混合基质具有优秀的透气透水性,不易引发土壤富营养化,不易导致插条基部腐烂。混合基质还能显著地促进插条新梢生长,其新梢生长量分别是粗砂、细河沙、蛭石和耕作土基质新梢生长量的151.50%、134.56%、131.62%和106.72%,最高值达到了19.38 cm。插条根系生长表现最好的是粗砂基质,在单株根数、总根长、根系干重等指标中显著高于其他4种基质。粗砂基质的平均单株根数达到了2.60条,远高于耕作土基质的1.77条。平均总根长达到了19.96 cm,其他依次为耕作土(17.33 cm)>蛭石(16.55 cm)>混合(15.54 cm)>细河沙(15.17 cm)。根系干重平均达到了0.155 g/株,也为5种基质最优。

2)地膜覆盖在插条萌芽成活率、新梢生长、根系发育等方面表现均优于露地扦插。排除不同基质的影响,仅以耕作土基质的相关数据作对比分析,地膜覆盖比露地扦插在萌芽成活率、新梢生长量和根系生长长度上分别提高了23.53%、56.76%和12.51%。受外界气温、降水等因素影响,对比露地扦插,地膜覆盖具有提高地温,保持土壤水分,避免养分散失,防止害虫侵袭等作用。在保证枸杞插条萌芽成活率的同时,能够显著加速插条生长发育进程,促进插条快速生长。同时具有成本低,易操作,效果好等优势,可在生产过程中加以推广应用。

3)可溶性糖是插条体内碳水化合物相互利用的主要形式,也是是插条体内能量储藏和新陈代谢的基本物质<sup>[19]</sup>;可溶性蛋白能够调节细胞生长及其分化,是细胞原生质主要组成部分。二者与插条根系的形成有着密切的关系<sup>[20]</sup>。经地膜覆盖的插穗内部可溶性糖和可溶性蛋白质含量均高于露地扦插,且峰值出现时间较露地扦插平均提前5~10 d,表明地膜覆盖能够显著提升插条内部可溶性糖和可溶性蛋白质的合成速率与含量,更有利于插条根系的生长发育。

4)通过对10种处理的综合对比,最终得出以混合基质(草炭土与蛭石的体积比为8:2)+地膜覆盖方式处理效果最好,能够更好地促进枸杞硬枝扦插苗的成活和生长。

参考文献:

[1] 罗术东,王彪,褚忠桥. 宁南固原枸杞开花生物学特性研究[J].

西北农业学报, 2011, 20(10): 150-156.

LUO S D, WANG B, CHU Z Q. Flowering biological characteristics of *Lycium barbarum* in Guyuan, Ningxia Hui Autonomous region[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2011, 20(10): 150-156. (in Chinese)

[2] 巫鹏举, 曹有龙, 焦恩宁. 多效唑和矮壮素对枸杞的矮化效应[J]. 北方园艺, 2010(7): 193-195.

WU P J, CAO Y L, JIAO E N. The dwarfing effect of CCC and PPP on *Lycium barbarum* L. [J]. Northern Horticulture, 2010(7): 193-195. (in Chinese)

[3] 董静洲, 杨俊军, 王瑛. 我国枸杞属物种资源及国内外研究进展[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(18): 2020-2027.

DONG J Z, YANG J J, WANG Y. Resources of *Lycium* species and related research progress[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2008, 33(18): 2020-2027. (in Chinese)

[4] 甄伟玲, 占玉芳, 鲁艳芳. 枸杞硬枝扦插技术研究[J]. 林业科技通讯, 2016(10): 42-44.

[5] 李大威. 榛子扦插繁殖技术及不定根发生机理研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2008.

[6] 罗杰, 谢宜勤, 朱宗彦. 不同基质对月季半成熟枝扦插繁殖的影响[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(7): 1211-1212.

LUO J, XIE Y Q, ZHU Z Y. Influence of different stromata on the cuttage propgation of semi-ripe rose branches[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2005, 33(7): 1211-1212. (in Chinese)

[7] 尹萍, 钱鹏. 不同枸杞品种适生性丰产性栽培试验研究[J]. 林业科技通讯, 2016(7): 66-69.

[8] 申培增, 关参政, 张乾元. 不同长度枸杞插穗温床催根育苗效果的比较[J]. 经济林研究, 2015, 33(4): 115-118.

SHEN P Z, GUAN C Z, ZHANG Q Y. Comparison of effects of rooting and container nursery of *Lycium chinensis* cuttings of different lengths in forcing house[J]. Nonwood Forest Research, 2015, 33(4): 115-118. (in Chinese)

[9] 郭喜平, 王建平, 王建民. 不同生根剂配方对蒙杞 1 号枸杞苗木嫩枝扦插成活率的影响[J]. 农业与技术, 2015, 35(22): 16-17.

[10] 李小刚. 冬藏对宁夏枸杞插穗内含物影响研究[J]. 湖北林业科技, 2015, 44(6): 17-19.

LI X G. Research on the effect of winter-storing on cuttings inclusion concentration of *Lycium barbarum* [J]. Hubei Forestry Science and Technology, 2015, 44(6): 17-19. (in Chinese)

[11] 陈彦君, 王德炉, 丁波. 不同有机物覆盖对兔眼蓝莓土壤理化性质的影响[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(6): 78-82.

CHEN Y J, WANG D L, DING B. Effects of different organic matter mulching on soil physicochemical properties of rabbiteye blueberry[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2016, 31(6): 78-82. (in Chinese)

[12] 于树, 汪景宽, 高艳梅. 地膜覆盖及不同施肥处理对土壤微生物量碳和氮的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(4): 602-606.

YU S, WANG J K, GAO Y M. Effect of plastic mulching ang different fertilization treatments on soil microbial biomass carbon and nitrogen[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2006, 37(4): 602-606. (in Chinese)

[13] 乔德华. 试论秦王川新灌区农业产业化发展问题[J]. 甘肃农业科技, 2004(6): 3-6.

[14] 赵杏花, 左合君, 高永. 激素处理对白刺硬枝扦插的影响[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(4): 109-113.

ZHAO X H, ZUO H J, GAO Y. Effects of hormone treatments on hardwood cuttings of *Nitraria tangutorum* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014, 29(4): 109-113. (in Chinese)

[15] 王艳晶, 彭祚登. 不同生根促进剂对国槐嫩枝扦插生根过程中内源激素变化的影响[J]. 西北林学院学报, 2017, 32(5): 109-114.

WANG Y J, PENG Z D. Effects of diferent rooting accelerators on the changes of endogenous hormones in *Sophora japonica* during softwood-cutting rooting process[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2017, 32(5): 109-114. (in Chinese)

[16] 曹正梅, 董树亭. 覆膜栽培玉米的土壤生态效应研究进展[J]. 山东农业大学学报, 1999, 30(4): 489-492.

CAO Z M, DONG S T. Studies on ecological effect of corn under protected condition with plastic sheeting[J]. Journal of Shandong Agricultural University, 1999, 30(4): 489-492. (in Chinese)

[17] 郝海坤, 王旭军, 曹艳云. 红锥嫩枝扦插生根过程中营养物质的变化[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(19): 4749-4752.

HAO H K, WANG X J, CAO Y Y. Changes of nutrient in the rooting process of *Castanopsis hystrix* softwood cutting[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2015, 54(19): 4749-4752. (in Chinese)

[18] 马顺虎, 马明呈, 田丰. 青海柴达木地区毛茛子腐解对枸杞生长的影响[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(6): 106-109.

MA S H, MA M C, TIAN F. Influence of *Vicia villosa* decomposition on the growth of *Lycium barbarum* in Qinghai Chaidamu region[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014, 29(6): 106-109. (in Chinese)

[19] 王小玲, 赵忠, 高柱. 四倍体刺槐插条不定根发生的营养物质变化[J]. 江西农业大学学报, 2012, 34(4): 724-729.

WANG X L, ZHAO Z, GAO Z. Changes of nutrients in adventitious root formation of tetraploid *Robinia pseudoacacia* cuttings[J]. Acta Agriculturae Universitis Jiangxiensis, 2012, 34(4): 724-729. (in Chinese)

[20] 曾炳山, 黄永芳, 杨懋勋. 柚木嫩枝扦插生根过程中营养物质的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2013, 33(2): 1-4.

ZENG B S, HUANG Y F, YANG M X. Study on nutrient contents of *Tectona grandis* Linn. shoot in the course of softwood cutting propagation[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2013, 33(2): 1-4. (in Chinese)