

文章编号:1001-1498(2005)02-0133-04

外生菌根菌剂对白皮松幼苗生长效应的研究*

张小龙¹, 张洪¹, 张香², 白正甲³, 赵秀琴¹, 雷增普²

(1. 北京市林业工作总站,北京 100029;2. 北京林业大学,北京 100083;3. 北京市温泉苗圃,北京 100095)

摘要:白皮松是中国特有的珍贵树种,但长期以来由于苗期生长缓慢,阻碍了它们的推广。本试验研究在国内首次应用7种不同的外生菌根菌剂对其幼苗进行土壤根际处理,并对白皮松幼苗菌根菌的感染能力以及促进生长效果进行了分析研究,获得以下结果:(1)菌剂处理对白皮松苗高、地径、干质量、侧根等方面有显著的促生作用;(2)菌剂处理提高了苗木N、P、K及叶绿素的含量;(3)筛选出了北京地区促进白皮松幼苗生长的优良菌种——美味牛肝菌(*Boletus edulis*)及红绒盖牛肝菌(*Xerocomus chrysenteron*)。

关键词:外生菌根菌剂;白皮松;幼苗生长

中图分类号:S718.81 **文献标识码:**A

Study on the Effects of Ectomycorrhizal Preparation on Seedling Growth of *Pinus bungeana*

ZHANG Xiaolong¹, ZHANG Hong¹, ZHANG Xiang², BAI Zheng-jia³, ZHAO Xiur-qin¹, LEI Zeng-pu²

(1. General Forestry Station of Beijing, Beijing 100029, China;2. Beijing Forestry University,

Beijing 100083, China;3. Wenquan Nursery of Beijing, Beijing 100095, China)

Abstract: *Pinus bungeana* is a peculiar valuable tree species to China. The character of low growth obstructed its popularity. In this experiment, 7 kinds of ectomycorrhizal preparations were used to treat the rhizosphere soil of *P. bungeana* seedlings, and the infection ability of ectomycorrhizal preparation and its effect on accelerating the growth of *P. bungeana* were analyzed. The results were as follows: (1) Mycorrhizal treatment could accelerate effectively the increments of height, basal diameter, dry weight and lateral roots. (2) Mycorrhizal treatment raised the contents of N, P, K and chlorophyll. (3) The excellent fungi strains *Boletus edulis* and *Xerocomus chrysenteron* which could accelerate the growth of *P. bungeana* in Beijing were selected.

Key words: ectomycorrhizal preparation; *Pinus bungeana*; seedling growth

白皮松(*Pinus bungeana* Zucc. ex Endl.)是中国特有的珍贵树种^[1,2],因其树形多姿,葱茏苍翠,绿阴如盖,是北京市园林绿化的优势树种。白皮松幼苗期生长缓慢,1年生苗高3~5cm,2年生苗6~10cm,4~5年生苗也仅为30cm左右^[1]。菌根促进苗木生长现象已被国内外许多学者研究证实^[3]。外生菌根对苗木生长有着多种效益^[4~11]:能显著增加苗木吸收水分、养分的面积,促进苗木生长发育,提高

幼苗抗逆性。苗木菌根化技术、菌剂人工接种技术前人在我国主要针叶树种上做过大量研究,但在白皮松上尚未见相关的研究报道。因此,研究菌剂处理对白皮松幼苗生长的影响并通过使用菌根菌剂技术解决苗期生长缓慢问题对生产有着重要的指导意义。笔者从这方面着手进行研究,初步筛选出适宜白皮松幼苗生长的优良菌种,为菌根菌剂在生产上的应用打下了基础。

收稿日期:2003-10-20

基金项目:1999—2002年北京市青年科技骨干培养基金资助项目

作者简介:张小龙(1969—),男,陕西合阳人,高级工程师,林业科技推广。电话:62351275,Email地址:zxd2133@sina.com,北京市西城区德外裕民中路8号,100029,北京市林业工作总站。

1 试验地基本情况

试验地点设在北京市温泉苗圃,地处海淀区温泉镇,多年来一直以生产针叶树种苗木为特点。土壤为褐壤土类型,团粒结构较好,pH值7.5~7.8。该地年平均气温11.6,最低-20,极端高温41.6,无霜期193 d,年降水量630 mm,年日照2662 h,海拔160 m,属温带大陆性季风气候。

2 材料和方法

2.1 材料

白皮松种子由北京市林业工作总站提供。供试菌剂菌根菌种类:(1)美味牛肝菌(*Boletus edulis* Bull. ex Fr.,简称B.e), (2)牛肝菌(*Boletus* sp.,简称B.sp.), (3)厚环粘盖牛肝菌(*Suillus grevillei* (Kl.) Sing,简称S.g), (4)褐环粘盖牛肝菌(*Suillus luteus* (L. ex Fr.) Gray 简称S.l), (5)铆钉菇菌(*Gomphidium viscidus* (L.) Fr,简称G.v), (6)红绒盖牛肝菌(*Xerocomus chrysenteron* (Bull. ex Fr.) Qu. & C. 简称X.ch), (7)彩色豆马勃(*Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker et Couch,简称P.t), (1)~(6)种菌剂均由北京林业大学制备,P.t菌剂由中国林科院购进。

2.2 试验方法

2.2.1 种子处理及播种 白皮松种子作常规沙藏催芽处理,于2001年4月上旬高床条播,播种量约 200 g m^{-2} ,土壤未消毒处理。

2.2.2 菌剂接种处理、方法及用量

2.2.2.1 菌剂处理 试验设9个处理:B.e、B.sp.、S.g、S.l、G.v、X.ch、P.t、CK₁、CK₂(前6种菌剂基质为生土、草碳土、砂土按3:1:1比例混合物,这些菌剂的对照为上述比例混合物,即CK₁;P.t菌剂的基质为蛭石,其对照为蛭石,即CK₂);每个处理3次重复,每重复小区面积为0.8 m×2.5 m,垄沟隔离带宽50 cm;小区在田间为随机排列。

2.2.2.2 接种方法及用量

接种方法:播种出苗15 d后,幼苗行间挖5 cm深的沟,菌剂与适量的细土混合后均匀地撒入沟内,覆土、浇水。

接种量:各处理每平方米接入80 g菌剂,CK₁每平方米接入80 g相对应的混合基质,CK₂每平方米接入80 g蛭石。

2.2.3 苗木管理措施 浇水、除草按常规管理。

2.2.4 测试指标及方法

2.2.4.1 测试样本选定 8月中旬,每处理各个重复随机取30株苗木备用。

2.2.4.2 叶绿素含量测定 从每株苗木中上部摘2束针叶混均后通过比色法测定。

2.2.4.3 针叶N、P、K含量测定 N采用凯氏法,P采用钒钼法,K采用比色法进行测定。

2.2.4.4 形态指标测量 直尺测量苗高、主根长度;游标卡尺测量地径;侧根数目与菌根级数采用目测法,侧根数目测量长度在3 cm以上单株侧根数;烘干法测量单株平均干质量,温度105,烘干10 h至恒质量,天平称质量。

2.2.4.5 菌根形成数量统计 5级目测法

I级——形成菌根的侧根占总侧根数的1%以下;

II级——形成菌根的侧根占总侧根数的1%~10%;

III级——形成菌根的侧根占总侧根数的10%~30%;

IV级——形成菌根的侧根占总侧根数的30%~50%;

V级——形成菌根的侧根占总侧根数的50%以上。

3 结果与分析

外生菌根菌剂人工接种处理后,白皮松苗木苗高、地径、侧根数、单株平均干质量、菌根形成级数、叶绿素及N、P、K含量都有不同程度的提高,各菌剂处理之间也存在着不同的差异性(见表1、2、3)。

3.1 菌剂处理对白皮松苗木生长的影响

表1 外生菌根菌剂对白皮松苗木生长量的影响

| 菌剂 | 苗高/cm | 菌剂 | 地径/mm | 菌剂 | 侧根数/(条·株 ⁻¹) |
|-----------------|-----------|-----------------|---------|-----------------|--------------------------|
| G.v | 7.90 a | B.e | 2.85 a | B.e | 6.47 a |
| X.ch | 7.73 ab | X.ch | 2.80 ab | G.v | 6.30 a |
| B.e | 7.65 ab | S.g | 2.71 ab | X.ch | 5.97 a |
| S.g | 7.43 abc | B.sp. | 2.64 ab | S.l | 5.40 ab |
| S.l | 7.03 abcd | P.t | 2.54 bc | S.g | 4.93 ab |
| B.sp. | 6.99 bcd | S.l | 2.52 bc | B.sp. | 4.90 ab |
| CK ₂ | 6.62 cd | G.v | 2.50 bc | P.t | 4.53 abc |
| P.t | 6.41 d | CK ₂ | 2.34 c | CK ₂ | 3.70 bc |
| CK ₁ | 6.30 d | CK ₁ | 2.31 c | CK ₁ | 2.50 c |

注:同列中数值后标有不同字母表示按照邓肯氏多重极差测验有显著差异($P<0.05$)。

首先,表 1 数据显示菌剂处理对苗木高生长均有不同程度的促进,其中 G.v、X.ch、B.e 处理的促进效果最好,S.g 处理次之,高生长分别比 CK₁ 增加了 25.39%、22.20%、21.43%、17.94%,差异显著;除 G.v 处理与 B.sp. 处理相比差异显著外,6 种菌剂处理相互之间差异均不显著;P.t 处理表现效果不如 CK₂ 蛭石,但二者之间不存在显著性差异。

其次,各菌剂处理不同程度地促进了苗木地径的生长,其中 B.e、X.ch 处理效果最好,S.g、B.sp 处理次之,比 CK₁ 分别增加了 23.05%、21.19%、17.32%、14.29%;除 B.e 处理分别与 G.v、S.l 处理存在显著性差异外,6 种菌剂处理相互之间差异均不显著;P.t 处理与 CK₂ 之间差异不显著。

第三,各菌剂处理后的苗木侧根数均有所增加,与 CK₁ 相比均存在着显著性差异,B.e、G.v、X.ch 处理效果最好,侧根数量分别提高 158.68%、152.00%、138.68%,S.l、S.g、B.sp 处理次之,但也提高 1 倍左右;6 种菌剂处理之间差异不显著;P.t 处理与 CK₂ 之间差异不显著。

3.2 菌剂处理对白皮松苗木单株平均干质量、叶绿素含量及菌根形成量的影响

从表 2 看出,各菌剂处理后苗木的单株平均干质量均有不同程度的增加,X.ch、B.e、S.g、G.v、B.sp、S.l 各菌剂处理均比 CK₁ 高,分别比 CK₁ 提高 53.06%、46.94%、34.69%、26.53%、23.47%、18.37%;P.t 处理也比 CK₂ 提高 22.47%。菌剂处理后苗木单株的平均干质量增加明显,反应出苗木质量明显提高。

菌剂处理后,苗木叶绿素的含量(鲜质量)与对照相比均有着不同程度的提高,其中提高幅度较大的是 B.e、S.l 处理,分别比 CK₁ 增加 158.92%、108.93%。G.v、S.g、X.ch 处理分别比 CK₁ 增加 76.79%、51.79%和 41.07%;B.sp. 处理仅比 CK₁ 增加 1.78%。同时菌剂处理后,苗木的菌根形成量明显增加,用 I、II 级菌根的所占百分比作为衡量指标,B.e、X.ch 处理效果最好,分别为 40.00%、16.67%,S.g 等其它处理在 5.61%~13.33%之间,而 CK₁ 处理为零(见表 2)。

表 2 外生菌根菌剂对白皮松苗木干质量、叶绿素含量及 I、II 级菌根的影响

| 菌剂 | 平均干质量/ (g 株 ⁻¹) | 比对照增加/ % | 菌剂 | 叶绿素含量/ (mg g ⁻¹) | 比对照增加/ % | 菌剂 | I、II 级菌 根所占/% |
|-----------------|--------------------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|-------------|-----------------|------------------|
| X.ch | 1.50 | 53.06 | B.e | 1.45 | 158.92 | B.e | 40.00 |
| B.e | 1.44 | 46.94 | S.l | 1.17 | 108.93 | X.ch | 16.67 |
| S.g | 1.32 | 34.69 | G.v | 0.99 | 76.79 | S.g | 13.33 |
| G.v | 1.24 | 26.53 | S.g | 0.85 | 51.79 | S.l | 10.00 |
| B.sp. | 1.21 | 23.47 | X.ch | 0.79 | 41.07 | G.v | 6.67 |
| S.l | 1.16 | 18.37 | B.sp. | 0.57 | 1.78 | B.sp. | 5.61 |
| CK ₁ | 0.98 | — | CK ₁ | 0.56 | — | CK ₁ | 0.00 |
| P.t | 1.09 | 22.47 | P.t | 1.03 | 71.67 | P.t | 0.00 |
| CK ₂ | 0.89 | — | CK ₂ | 0.60 | — | CK ₂ | 3.33 |

光合作用是植物制造养分的工厂,而叶绿素含量是影响光合作用产物的重要因素。菌剂处理后苗木叶绿素的含量相比于对对照明显提高,说明白皮松幼苗经过菌剂处理后,叶片光合作用增强,光合产物增加,与苗木单株干质量的增加相一致。伴随菌根大量形成及侧根数的增加,根系对水分、养分的吸收面积及吸收能力显著增加,苗高、地径生长相应显著提高。

3.3 外生菌根菌剂处理对白皮松苗木 N、P、K 含量的影响

菌剂处理后,苗木的 N、P、K 含量与对照相比均

有着不同程度的增加。其中 B.e、G.v 处理的苗木叶中 N 含量比 CK₁ 分别增加 43.34%和 36.45%,其它处理也均比 CK₁ 增加 11.32%以上,而 P.t 处理效果仅增加了 8.18 个百分点;在 P 含量中,各处理与对照相比均在 40%左右;K 含量增幅较大,增加了 62.43%以上(见表 3)。

试验结果看出:菌根菌剂各处理均不同程度上促进了苗木生长,但各处理之间表现效果并不一样。B.e 处理在地径、侧根数量、叶绿素含量、I、II 级菌根所占百分数及 N 含量等 5 项指标表现最好,单株干质量位居第二,苗高虽排第三,但与位居第一、第

表3 外生菌根菌剂对白皮松苗木 N、P、K含量的影响

| 菌剂 | N/(mg g ⁻¹) | 比对照增加 /% | 菌剂 | P/(mg g ⁻¹) | 比对照增加 /% | 菌剂 | K/(mg g ⁻¹) | 比对照增 加/% |
|-----------------|-------------------------|-------------|-----------------|-------------------------|-------------|-----------------|-------------------------|-------------|
| B. e | 13.331 | 43.34 | S. g | 6.364 | 41.39 | S. l | 4.017 | 91.13 |
| G. v | 12.690 | 36.45 | S. l | 6.345 | 40.27 | G. v | 3.921 | 86.71 |
| S. g | 12.514 | 34.56 | X. ch | 6.326 | 40.48 | B. e | 3.854 | 83.52 |
| B. sp. | 12.185 | 31.02 | B. sp. | 6.314 | 40.26 | X. ch | 3.594 | 71.14 |
| S. l | 11.497 | 23.62 | B. e | 6.296 | 39.68 | S. g | 3.451 | 64.33 |
| X. ch | 10.353 | 11.32 | G. v | 6.292 | 35.29 | B. sp. | 3.411 | 62.43 |
| CK ₁ | 9.300 | — | CK ₁ | 4.503 | — | CK ₁ | 2.100 | — |
| P. t | 10.407 | 8.18 | P. t | 6.364 | 41.39 | P. t | 3.594 | 66.86 |
| CK ₂ | 9.625 | — | CK ₂ | 4.718 | — | CK ₂ | 2.208 | — |

二的 G. v、X. ch 处理之间差异不显著; X. ch 处理的单株干质量表现最好, 苗高、地径、Ⅰ级菌根所占百分数等位居第二, 并与 B. e 处理间差异不显著。可以看出 B. e 和 X. ch 在各处理中表现最好, 在白皮松育苗中作为推广的首选菌种。G. v、S. g 处理, 虽有个别指标排在前列, 但多项指标位居第三、四, 且与对照差异不显著, 因此, G. v、S. g 可以促进白皮松苗木生长, 表现效果次之; S. l、B. sp.、P. t 处理的个别指标与对照差异显著, 但多项指标与对照差异不显著, 在白皮松育苗中促生效果一般。

4 小结与讨论

本试验初步筛选出了在北京地区促进白皮松幼苗生长的优良菌种, 即美味牛肝菌 (*Boletus edulis* Bull. ex Fr.) 和红绒盖牛肝菌 (*Xerocomus chrysenteron* (Bull. ex Fr.) Qu. é.), 苗高、地径、单株平均干质量、侧根数量分别比 CK₁ 提高 21.48% 和 22.65%、23.05% 和 21.19%、46.94% 和 53.06%、158.68% 和 138.68%, 表现出显著性差异; Ⅰ、Ⅱ级菌根所占百分数分别达到 40% 和 16.67%, 效果明显。同时提高了幼苗单株平均干质量和叶绿素及 N、P、K 的含量。叶片光合作用增强, 光合产物增加, 与苗木单株平均干质量的增加相一致。

本试验在北京市温泉苗圃完成, 该圃长期生产白皮松苗木, 土壤中已有菌根菌, 因此, 试验对照也有一定数量的菌根形成; 在这种情况下, 进行人工菌根菌剂接种, 促生效果显著, 对新建苗圃实行人工接种生产效益会更大。

白皮松播种苗初期可直接感染土壤中的菌根

菌。白皮松播后人工苗行间土壤接种外生菌根菌, 侵染形成菌根的效果明显。但在播前土壤接种、种子菌剂包衣处理、种子菌液浸泡处理以及在土壤消毒处理防治幼苗立枯病条件下, 如何接种外生菌根菌, 使其侵染形成菌根的效果如何, 有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 孙立元, 任宪威. 河北树木志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997
- [2] 吴中伦. 中国林业, 第二卷 针叶树[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999
- [3] 花晓梅. 林木菌根生物技术的研究和应用[A]. 见: 花晓梅: 林木菌根研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995: 21~34
- [4] 花晓梅. 菌根概论[A]. 见: 花晓梅: 林木菌根研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995: 1~20
- [5] 雷增普. 外生菌根和树木的相互关系[A]. 见: 北京农业大学: 植物微生态学研究——第一届中国植物微生态学术讨论会文集[C]. 北京: 北京农业大学出版社, 1991: 87~94
- [6] Trappe J M, Fogel R D. Ecosystematic function of mycorrhizae[A]. In: The Belowground Ecosystem: A Synthesis of Plant-associated Processes [M] Colo State Univ, 1977: 205~214
- [7] Marx D H. Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections[J]. A Rev Phytopathology, 1977, 10: 429~434
- [8] Theodoron C. Inositol phosphates in needles of *Pinus radiata* D. Don. and the phytase activity of mycorrhizal fungi [J]. Trans Int Congr Soil Sci, 1968, 9th, 3: 483
- [9] 雷增普, 金均然, 王昌温. 外生菌根菌对植物根部病原菌拮抗作用的研究[J]. 林业科学, 1989, 25(6): 502~508
- [10] 雷增普. 外生菌根与树木抗旱的关系[J]. 土壤学报, 1994, 31(增刊): 156~163
- [11] 吕全, 雷增普. 外生菌根提高板栗苗木抗旱性能及其机理的研究[J]. 林业科学研究, 2000, 13(3): 249~256