

松乳菇松林下栽培及产菇情况初步研究

郑华英,徐丽丽,徐 明

(江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153)

摘要:用编号为 cfcc 83417 和 SLD 01 的 2 种松乳菇菌种分别在 3 个栽培种培养基上接种培养,结果显示松乳菇栽培种培养基配方③(松木屑 38.5%+棉子壳 45.5%+麦麸 10%+过磷酸钙 3%+糖、玉米粉和石膏各 1%)的培养效果最佳。夏秋抽出“弧形”槽沟播种后,秋末、初冬菌种槽边分别长出 32 个和 51 个子实体,且出丛生菇比较多,出菇的生长与野生菌相似。这说明通过驯化栽培,可获得较多的松乳菇菌菇。比较不同马尾松林地土壤中矿质元素的含量,认为适宜播种松乳菇菌种的马尾松林下土壤矿质元素含量:钙为 (1.23 ± 0.06) g/kg,钾为 (32.52 ± 2.14) g/kg,镁为 (0.29 ± 0.02) g/kg,铁为 (15.89 ± 0.42) g/kg,磷为 (0.20 ± 0.06) g/kg,锌为 (58.98 ± 3.40) mg/kg。

关键词:松乳菇;培养基;出菇;现蕾;土壤矿质元素;含水率

中图分类号:S151.9⁺3; S646.1⁺5

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2020.05.006

松乳菇 [*Lactarius deliciosus* (L.) Gray] 属红菇科 (Russulaceae) 乳菇属大型真菌,常与松属树种共生,又名雁来蕈、乌松菌、松树蘑^[1],广泛分布于欧洲、亚洲、非洲、南北美洲,以及我国江苏、浙江、四川、重庆、云南、广西、贵州等十几个省份^[2-4]。松乳菇肉质细嫩,味道鲜美,且富含人体必需的微量元素、氨基酸、多糖、膳食纤维、脂肪酸、维生素等,近年来更是发现其富含生物活性物质,具有抑菌、免疫调节和抑制癌细胞的作用,是药食两用的山林珍品^[5-8]。

本文继松乳菇菌种固体培养基筛选研究的基础上,对松乳菇栽培种的培养基配方进行了筛选,并对马尾松林地播种松乳菇的产菇情况进行了初步研究。测定了维持真菌和寄主植物生长发育所需的矿质元素钙、铁、镁、磷、钾、锌在不同马尾松林分中的含量,以期找寻林间土壤中矿质元素的含量对松乳菇出菇的影响,为探索松乳菇最适环境因子提供一定的参考依据。

1 材料和方法

1.1 松乳菇栽培种培养基筛选

1.1.1 菌种来源 松乳菇(菌种编号 cfcc 83417),引自中国林业微生物菌种保藏管理中心菌种资源

库,来源地辽宁宽甸;松乳菇(菌种编号 SLD 01),来自江苏溧阳天目湖地区的马尾松林内,实验室分离培养所得。松乳菇组织分离如下:取野外采摘的野生鲜嫩菌株,需形态完好,不变色,连根带土用白细布或白纸包住。在接种箱内,于菌盖与菌柄相交处取 1 小块组织,用接种针挑入试管斜面,轻轻压平。由于松乳菇菌根易碎,无需使用刺激性药物(如福尔马林)进行消毒。取种菇块要细心,组织分离全过程需在酒精灯火焰上方完成。

1.1.2 菌种培养基制作 母种培养基配制:cfcc 83417 的培养基配方为蛋白胨 1 g,蔗糖 19.9 g,琼脂 20 g,FeSO₄ 0.5 g,MgSO₄ 0.5 g,KH₂PO₄ 0.3 g,VB₁ 0.1 g,松针水 1 000 mL。SLD 01 的配方为马铃薯 200 g,葡萄糖 20 g,琼脂 20 g,清水 1 000 mL (PDA)。原种培养基配方为玉米粉 100 g,葡萄糖 20 g,琼脂 20 g,K₂HPO₄ 0.5 g,MgSO₄ 0.5 g,松针水 1 000 mL。

1.1.3 栽培种培养基配方 配方①:松木屑 30%,棉子壳 57%,麦麸 10%,糖、过磷酸钙、石膏粉各 1%,另加少量松针水;配方②:松木屑 49.5%,棉子壳 36.5%,麦麸 10%,糖、过磷酸钙、玉米粉和石膏各 1%;配方③:松木屑 38.5%,棉子壳 45.5%,麦麸 10%,过磷酸钙 3%,糖、玉米粉和石膏各 1%。以上

收稿日期:2020-08-03;修回日期:2020-08-28

基金项目:江苏省农业科技创新专项资金项目“野生松乳菇优良菌株筛选及高效栽培技术研究”[CX(17)3053]

作者简介:郑华英(1978—),女,江苏宜兴人,副研究员,硕士。主要研究方向:森林保护学。E-mail:zhenghuay78@126.com。

配方均装入 12 cm×15 cm 的无纺布袋,灭菌后于 25 ℃ 下恒温培养。每菌种每配方接种 20 袋,2 个重复。

1.2 松乳菇松林下栽培

1.2.1 试验地基本情况 本次试验分别选取溧阳市天目湖镇三胜村小四方村丘陵地、溧阳市天目湖镇毛尖村马尾松林地和南京市江宁区东善桥林场的马尾松林作为试验样地。

小四方村试验地选取南坡,为自然生长的松林地,林下郁闭度 0.7—0.8。乔木层主要为马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.) (25 a 以上),其次为麻栎(*Quercus acutissima* Carruth.)、板栗(*Castanea mollissima* BL.) 等;灌木层主要为乌饭树(*Vaccinium bracteatum* Thunb.)、金樱子(*Rosa laevigata* Michx.)、小果蔷薇(*Rosa cymosa* Tratt.)、火棘[*Pyracantha fortuneana* (Maxim.) Li]、马桑(*Coriaria nepalensis* Wall.)、杜鹃(*Rhododendron simsii* Planch.)、还间有茅栗(*Castanea seguinii* Dode)、盐肤木(*Rhus chinensis* Mill.) 等;草本层主要有白茅[*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.]、黄茅[*Heteropogon contortus* (Linn.) Beauv. ex Roem. et Schult.]、狗芽根[*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] 等禾本科植物,还间有少量海金沙[*Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw.] 及苔藓植物等。

毛尖村试验地,为农田改造的马尾松林地,植被主要为马尾松 5 年生幼树、构树[*Broussonetia Papyrifera* (L.) Vent.] 幼苗,林下草本主要为加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis* L.)、狗尾巴草[*Setaria viridis* (L.) Beauv.]、拉拉秧[*Humulus scandens* (Lour.) Merr.]、翅果菊[*Pterocypselia indica* (L.) Shih]。

东善桥林场试验地选取西南坡,林下郁闭度 0.4—0.5。乔木层主要为马尾松(25 a 以上),其次为栓皮栎(*Quercus variabilis* BL.)、苦楝(*Melia azedarach* Linn.)、乌桕[*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.]、灌木层为野蔷薇(*Rosa multiflora* Thunb.)、杜鹃,林下植被主要为蓬蘽(*Rubus crataegifolius* Bunge)、白茅、黄茅、樟茅。

1.2.2 松乳菇松林下播种方法 本试验选在夏秋多雨时节,气温 25—32 ℃ 之间进行野外马尾松林地播种。先将供试菌种经人工室内培养后接入栽培种培养基,于 25 ℃ 下恒温培养。至菌丝长满菌袋后,进行野外播种。在试验地马尾松树根周围处挖出“弧形”槽沟,在沟槽内均匀播撒 1 袋菌种,后盖上草和松针。每 1 菌种播种 50 个沟槽。待 45 d 后

检查菌丝是否萌发和观察出菇情况。

1.3 马尾松林地土壤含水率和矿质元素测定

分别于上述 3 个试验样地采集马尾松树根周围土壤。每组设 5 个重复。土壤编号后装入封口袋中,下同。采集土壤后进行松乳菇菌种播种,每 1 试验地至少播 20 袋松乳菇菌种。

1.3.1 土壤含水率测定 取部分采集的土壤称得湿质量(*W*),置于烘箱中 105 ℃ 烘干至恒质量得干质量(*DW*),土壤含水率(%)=[(*W-DW*)/*W*]×100。

1.3.2 土壤矿质元素测定 采用硝酸-双氧水-氢氟酸法进行土壤消解,ICP-AES 测定土壤中矿质元素含量。采集的土壤自然风干,研磨,过 100 目筛备用。称取样品 0.1 g(精确至 0.000 1 g),加入消解内罐中,加入 5 mL 浓硝酸,放置过夜。加入 2 mL 过氧化氢,2 mL 氢氟酸,旋紧不锈钢外套,放入恒温干燥箱消解,于 150—170 ℃ 消解 4 h,冷却后取出,缓慢旋松不锈钢外套,将消解内罐取出,在电热板上 160 ℃ 加热 30 min,用 1% 硝酸定容至 25 mL。在美国热电 ICP 电感耦合等离子发射光谱仪 ICAP6300 上测定各元素含量。

2 结果与分析

2.1 不同培养基配方松乳菇菌丝生长比较

将 cfcc 83417 菌种和 SLD 01 菌种分别用母种、原种培养基培养 3 d 后,转栽培种培养基,放入培养间恒温 25 ℃ 培养。3 d 后观察,菌株生长速度几乎一致,菌丝体白色、纤细,深度已达 3 cm,平均每天生长 1 cm,约占菌袋的 1/2,其中配方③菌丝已长达 3.5 cm。第 6 天观察,菌丝已几乎长满菌袋,其中配方③菌丝已长满菌袋,并有菌丝从菌袋长到菌袋外面。同时,培养 7 d 后其他 2 个配方的菌丝也长满了菌袋。试验结果说明配方③的菌丝生长要略快于其他 2 个配方(见表 1)。因此,配方③可以作为栽培种培养基的配方,培养出的菌丝粗壮洁白,生长最快,长势好。

2.2 不同马尾松林地松乳菇栽培出菇情况

于夏秋多雨时节,气温 25—32 ℃ 之间,在 3 个试验样地分别播种用栽培种培养基配方③培养的 cfcc 83417 和 SLD 01 菌种。播种 45 d 后检查,小四方样地的 2 个菌种均有明显的菌丝萌发。秋末、初冬检查,发现小四方样地 2 个菌种分别在播种槽边长出 32 和 51 个子实体,出菇的沟槽分别占 34% 和 48%,平均每个沟槽出菇分别为 1.88 个和 2.13 个,其中丛生菇

比较多,且出菇的生长形态与野生菌相似。而其他 2 个试验样地均未观察到出菇或现蕾现象。试验结果

表明,利用野外适宜的马尾松林资源,在夏秋气温 25—32 ℃ 之间播种,可以获得较多的菌菇(见图 1)。

表 1 不同培养配方对不同松乳菇菌种袋装栽培菌丝体生长速率的比较 d

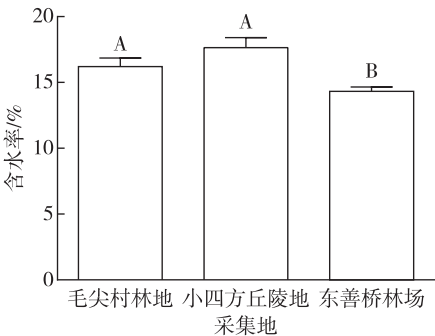
菌种	配方①		配方②		配方③	
	菌丝长满 50%菌袋	菌丝长满 100%菌袋	菌丝长满 50%菌袋	菌丝长满 100%菌袋	菌丝长满 50%菌袋	菌丝长满 100%菌袋
cfcc 83417	3.5	7.0	3.0	7.0	3.0	6.0
SLD 01	3.5	7.0	3.0	7.0	3.0	6.0



图 1 松乳菇 cfcc 83417(左)和 SLD 01(右)野外出菇照片

2.3 松乳菇不同播种地土壤含水率、矿质元素含量对比

2.3.1 含水率 不同播种地的土壤含水率如图 2 所示。不同播种地的土壤含水率之间存在显著差异。小四方丘陵地的土壤含水率与毛尖村林地的土壤含水率无显著差异,但极显著高于东善桥林场的土壤含水率。

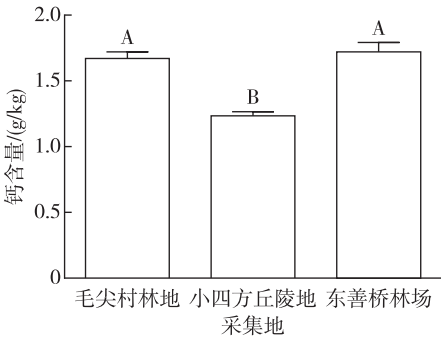


注:不同大写字母表示结果在 $P<0.01$ 水平上存在极显著性差异。

图 2 不同试验地土壤含水率

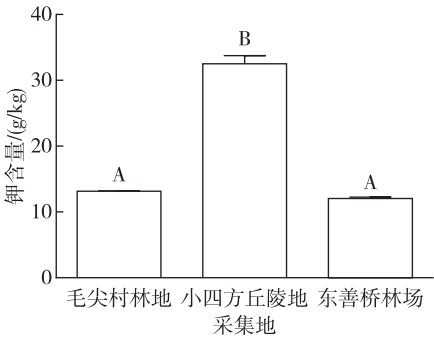
2.3.2 矿质元素 不同播种地的各矿质元素含量如图 3—8 所示。土壤钙、钾、镁、铁、磷、锌元素含量在不同播种地之间存在显著差异。其中小四方丘陵地的土壤钾元素含量极显著高于其他 2 个试验地;钙、铁、磷元素含量极显著低于其他 2 个试验地;

锌元素含量与东善桥林场无显著差别,但极显著高于毛尖村林地;镁元素含量与东善桥林场无显著差异,但显著低于毛尖村林地。



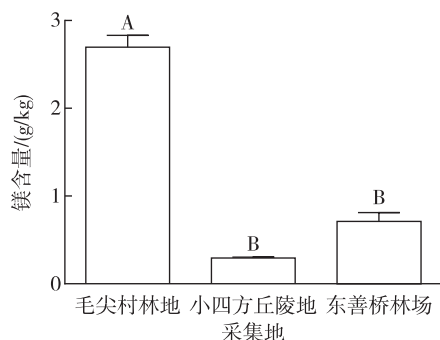
注:不同大写字母表示结果在 $P<0.01$ 水平上存在极显著性差异。

图 3 不同试验地钙元素含量



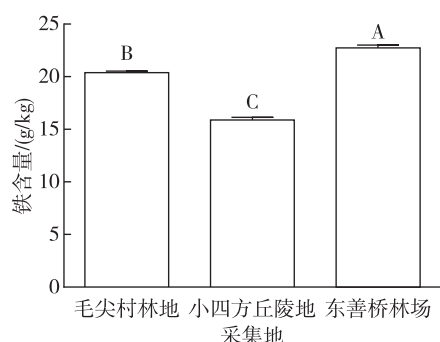
注:不同大写字母表示结果在 $P<0.01$ 水平上存在极显著性差异。

图 4 不同试验地钾元素含量



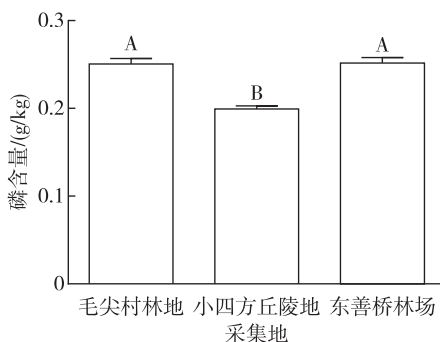
注:不同大写字母表示结果在 $P < 0.01$ 水平上存在极显著性差异。

图5 不同试验地镁元素含量



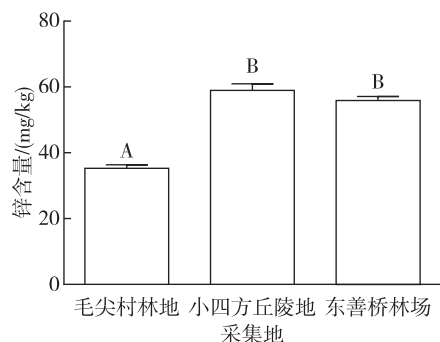
注:不同大写字母表示结果在 $P < 0.01$ 水平上存在极显著性差异。

图6 不同试验地铁元素含量



注:不同大写字母表示结果在 $P < 0.01$ 水平上存在极显著性差异。

图7 不同试验地磷元素含量



注:不同大写字母表示结果在 $P < 0.01$ 水平上存在极显著性差异。

图8 不同试验地锌元素含量

3 结论

本文用3种培养基配方分别接种松乳菇菌种 cfcc 83417 和 SLD 01,发现配方③的菌丝生长要略快于其他配方,6 d后菌丝均长满菌袋,菌丝粗壮洁白。因此,配方③为栽培种菌丝培养的适宜配方。

有文献报道,土壤中少量的钙、镁、铁、锌等金属元素是外生菌根菌生长所必需的营养元素,有利外于菌根菌的生长发育,但若浓度过高会起毒害作用^[9]。本试验结果表明,适宜播种松乳菇菌种的马尾松林郁闭度为0.7—0.8,林下植被丰富,土壤较湿润,且含较高的钾、锌元素和较低的钙、镁、铁、磷元素。用配方③培养的 cfcc 83417 和 SLD 01 栽培种,夏秋气温 25—32 ℃时,在马尾松树根周围挖“弧形”槽沟,播菌种,覆上草和松针,于秋末、冬初可以长出较多的松乳菇子实体,出菇的生长与野生菌相似。试验说明,松乳菇可利用马尾松林地资源进行驯化栽培,具有较为广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 彭克俭.松乳菇生物学特性初探[J].吉林农业大学学报,1998(S1):199-199.
- [2] TRIFONOV L S, CHAKRAVARTY P. *Lactarius* species (Mushrooms): In vitro culture and the production of sesquiterpenes and other secondary metabolites[M]//BAJAJ Y P S. Biotechnology in Agriculture and Forestry 43: Medicinal and Aromatic Plants XI. Berlin-Heidelberg:Springer, 1999: 243-260.
- [3] 顾春明.松乳菇液体发酵的工艺研究[D].郑州:河南大学,2016.
- [4] 苏菲娅,辜夕容,邓雪梅,等.碳、氮和磷对松乳菇生长及矿质营养的影响[J].食品与发酵工业,2015,41(5):99-104.
- [5] 李倩茹.松乳菇营养评价及发酵工艺研究[D].长沙:中南林学院,2002.
- [6] 吴三桥,周选围,李新生.松乳菇中氨基酸及其它营养素含量的测定[J].氨基酸和生物资源,2001,23(3):5-6,12.
- [7] 陈杨琼,丁祥,伍春莲,等.松乳菇多糖抗肿瘤和免疫调节活性研究[J].食用菌学报,2012,19(3):73-78.
- [8] 任慧波,杜丽飞,肖兵南,等.松乳菇菌丝体胞内多糖与胞外多糖体外抑菌试验[J].饲料工业,2009,20:31-32.
- [9] 李月娟,王志刚.谈菌根真菌土壤有效养分和细根形态的关系[J].林业勘察设计,2009(1):73-75.