

不同菌材对雪峰天麻产量和品质的影响

田玉桥^{1,3}, 邱小燕^{1,2,4*}, 肖深根^{1*}, 孙媛媛², 蒋忠权³, 陈三春³, 熊绍军⁵, 肖雅⁵
(1. 湖南农业大学园艺学院, 湖南长沙 410125; 2. 怀化学院生物与食品工程学院, 湖南怀化 418000; 3. 湖南省博世康中医药有限公司, 湖南怀化 418000; 4. 民族药用植物资源研究与利用湖南省重点实验室, 湖南怀化 418000; 5. 湘西州农业科学研究院, 湖南吉首 416000)

摘要:目的 探讨不同菌材种类对雪峰天麻产量和品质的影响。方法 以乌红杂交天麻作为种麻, 以当地人工林群落中常见的灌木或乔木类伴生的 15 种树种作为菌材, 采用仿野生栽培方式进行栽培。结果 尾叶樱、黄檀作为菌材时, 雪峰天麻产量较高, 采收期天麻总产量分别达到 8.73、8.65 kg/窖, 麻体浅黄, 外观呈短、宽、厚, 巴利森苷 A、B 含量高于其他各组 ($P < 0.05$), 折干率及天麻多糖、天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 C、E 含量均较高; 白栎、茅栗、水青冈树伴栽的雪峰天麻麻体呈深棕色, 外观品质较差, 朴树、化香树、亮叶桦伴栽的雪峰天麻产量和品质次之。结论 尾叶樱、黄檀可作为仿野生栽培天麻的首选菌材, 在雪峰天麻规模化栽培过程中, 可结合实际树种资源情况, 进行合理、科学的选择, 达到增产提质的目的。

关键词: 菌材; 雪峰天麻; 产量; 品质

中图分类号: R284.1

文献标志码: B

文章编号: 1001-1528(2022)03-1017-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2022.03.062

天麻 *Gastrodia elata* Blume 是兰科天麻属多年生草本植物, 其干燥块茎是我国常用且名贵的中药^[1], 在《神农本草经》中位列上品。临床上, 天麻常用于治疗神经衰弱、肢体麻木、风湿痹痛头晕目眩等症^[2-5], 具有很高的药用和食用价值。

天麻栽培中, 蜜环菌生长所需的营养来源于菌材, 天麻与蜜环菌属于共生关系, 蜜环菌侵染天麻, 天麻同化蜜环菌获取营养, 不同菌材给天麻生长提供营养的种类和时间不同^[6]。刘威等^[7]研究了贵州地区 5 种菌材对红杆天麻生长及天麻素含量的影响, 结果表明白栎作为菌材时新生麻生长的最好, 产量显著高于其他菌材, 并认为不同菌材后期给蜜环菌提供营养的能力是决定天麻产量及品质高低的重要原因, 长效菌材后期提供营养充足。容丽华等^[8]研究表明红杆天麻和乌杆天麻偏好不同的菌材, 乌杆天麻以核桃和亮叶桦为菌材的产量高于白栎和响叶杨, 红杆天麻以亮叶桦和白栎为菌材的产量高于响叶杨和核桃菌。白栎菌材伴栽下的红杆天麻比乌杆天麻平均增产 67.1%, 推测不同天麻变型对蜜环菌侵染的敏感度及第二营养的吸收强度等方面有差异。菌材的选择直接影响天麻的产量和品质^[9], 因此, 探索不同区域、不同气候条件下, 不同天麻

变型生长适合的菌材极为重要。

雪峰山海拔高、气候条件优越, 是我国重要的野生天麻分布区和林下仿野生种植区, 早在明朝时期的《本草品汇精要》^[10]记载湖南邵阳和新化等雪峰区域为天麻的道地产区。谭云等^[11]选择雪峰山常见的 11 种菌材作为天麻种植基质, 表明栽培天麻并未显著改变土壤中微生物结构和土壤 pH 值, 可以显著增加土壤中的有机质含量, 起到改善土壤结构、提高营养有效性的作用, 但没有测定 11 种菌材对天麻产量和品质的影响。目前, 研究主要集中在适宜红杆天麻或者乌杆天麻生长、有效成分含量高的菌材的筛选, 鲜有以乌红杂交天麻为种麻进行菌材选择的研究。目前雪峰山种植的天麻以乌红杂交天麻为主, 因此, 本实验选择了雪峰山地区常见的 15 种菌材做天麻种植基质, 比较不同菌材对雪峰天麻种和商品麻的产量及天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 A、B、C、E 含量的影响, 以期优化雪峰天麻栽培方式提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料 选取无机械损伤、无病虫害的乌红杂交麻作为种麻, 全部种麻和蜜环菌均由湖南绥宁天麻科技开发有限公司提供, 为绥宁天麻示范化基地无性繁殖天麻, 经怀化学院

收稿日期: 2021-01-14

基金项目: 湖南省教育厅项目 (18C0992); 湖南省创新平台与人才计划项目 (2019NK4232); 湖南省战略性新兴产业科技攻关项目 (2016GK4052); “生物工程”湖南省双一流学科建设经费资助 (2021)

作者简介: 田玉桥 (1986—), 男, 硕士生, 研究方向为药用植物栽培与开发利用。Tel: 13574576530, E-mail: tyqnhh@163.com

*通信作者: 邱小燕 (1990—), 女, 讲师, 研究方向为药用植物资源工程。Tel: 18274590942, E-mail: qxy199002@163.com

肖深根 (1969—), 男, 教授, 研究方向为药用植物资源利用与开发。Tel: 13974842979, E-mail: 2395265030@qq.com

网络出版日期: 2021-03-03

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1368.R.20210303.1136.002.html>

刘胜贵教授鉴定为乌红杂交天麻 *Gastrodia elata* f. *elata*×*glauca*。菌材,以雪峰山地区人工林群落中抚育间伐的常见灌木或乔木伴生的 15 种树种作为天麻仿野生栽培的菌材。培养菌材的树种按照材质可分为长效和速效两类,木质坚硬、耐腐蚀性强、蜜环菌难侵染、发菌慢的为长效菌材,而木质疏松、耐腐蚀性差、发菌快的为速效菌材^[12],见表 1。

表 1 雪峰天麻菌材信息

菌材分类	名称	拉丁名	科属
长效菌材	白栎	<i>Quercus fabri</i> Hance	壳斗科栎属
长效菌材	茅栗	<i>Castanea seguinii</i> Dode	壳斗科栗属
长效菌材	水青冈树	<i>Fagus longipetiolata</i> See	壳斗科水青冈属
长效菌材	尾叶樱	<i>Cerasus dielsiana</i> (Schneid.) Yu et Li	蔷薇科樱属
长效菌材	黄檀	<i>Dalbergia hupeana</i> Hance	豆科黄檀属
长效菌材	朴树	<i>Celtis sinensis</i> .Per	榆科朴属
长效菌材	化香树	<i>Platycarya strobilacea</i> .Sieb. et Zucc	胡桃科化香树属
长效菌材	盐肤木	<i>Rhus chinensis</i> Mill	漆树科盐肤木属
长效菌材	杜鹃树	<i>Rhododendron protistum</i> Balf	杜鹃花科杜鹃属
长效菌材	茶树	<i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Ktze	山茶科山茶属
速效菌材	亮叶桦	<i>Betula luminifera</i> .H. Winkl	桦木科桦木属
速效菌材	千年桐	<i>Vernicia montana</i> Lour	大戟科油桐属
速效菌材	毛桐	<i>Mallotus barbatus</i> (Wall.) Muell.-Arg	大戟科野桐属
速效菌材	漆树	<i>Toxicodendronsuccedaneum</i> (L.) O. Kuntze	漆树科漆属
速效菌材	桤木	<i>Alnus cremastogyne</i> Burk	桦木科桤木属

1.2 仪器与试剂 1260Ⅱ型高效液相色谱仪(美国安捷伦公司); Allegra X-30R Centrifuge 型高速冷冻离心机(美国 Beckman 公司); HL-200 A 型高速多功能粉碎机(上海耐塞机械有限公司); WGL-2308 型电热鼓风干燥箱(天津市泰斯特仪器有限公司); AL204 型电子天平(瑞士梅特勒-托利多有限公司); UV-1800 型紫外-可见分光光度计(日本岛津仪器有限公司); HH-4 型数显恒温水浴锅(金坛市晶玻实验仪器厂)。苯酚、乙醇、石油醚均为分析纯,购自南京化学试剂股份有限公司;浓硫酸为优级纯,购自国药集团化学试剂有限公司;乙腈、磷酸均为色谱纯,购自购自天津市富宇精细化工有限公司;对照品葡萄糖(纯度 99.8%)、天麻素(纯度 96.7%)、对羟基苯甲醇(纯度 99.4%)、巴利森苷 A(纯度≥98.0%)、巴利森苷 B(纯度≥98.0%)、巴利森苷 C(纯度≥98.0%)、巴利森苷 E(纯度≥98.0%)均购自南京森贝伽生物科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 试验地概况 试验地位于湖南省邵阳市绥宁县河口苗族乡水车村雪峰天麻种植基地,海拔 850 m~1 200 m,北纬 26°41'22.3",东经 110°08'47.2",土壤为褐色沙壤土,气候为亚热带季风湿润气候,南坡,坡度 30~45°,年平均气温 15.7℃,年平均降雨量 1 412 mm。

1.3.2 方法 在仿野生栽培条件下,共设置 15 个树种处理,分别为白栎、茅栗、水青冈树、尾叶樱、黄檀、朴树、亮叶桦、千年桐、毛桐、野漆树、桤木、化香树、盐肤木、杜鹃树、茶树,每个重复处理 5 次,即 75 窖,窖长×宽×深=3 m×1 m×0.3 m。其中天麻用种量为 2 kg/窖,菌材用量 50 kg/窖,麻种大小 11~14 g。2018 年 9 月选取规格为直径(8±2) cm,长(85±5) cm 的 15 种树种的木材作为培养蜜环菌的菌材,培养比例为断木-蜜环菌菌包=12:1。2018 年 11 月在试验地挖好的天麻窖内用培养好的菌材栽

培天麻。采用天麻基地规范化大栽培方法进行管理。2019 年 11 月,将试验 15 个试验组共计 75 窖全部取出,并进行产量测定及品质分析。

1.3.3 产量、折干率测定 将每窖采出的雪峰天麻洗净晾干,剔除麻种,测定每窖的麻种和商品麻的产量。每窖随机选取 10 个商品麻,观察并记录外观颜色及性状,测定长度、宽度、厚度,记录鲜重,将鲜天麻蒸制 10~15 min(蒸至透心),采用变温阶段式无硫烘干(45℃烘 12 h,50℃烘 24 h,60℃烘 24 h,每个阶段烘完 6~12 h 后,发汗 12 h),烘干后记录质量,并计算雪峰天麻的折干率,折干率%=(干燥后的质量/干燥前的质量)×100%^[13]。

1.3.4 样品含量测定 将每个组别干燥好的天麻随机取 1 kg 粉碎过筛,以备品质分析使用。天麻多糖(醇溶性)含量测定参考王庆等^[14]方法进行,天麻素和对羟基苯甲醇含量测定参考 2020 年版《中国药典》^[15]进行测定,雪峰天麻巴利森苷 A、B、C、E 含量测定参考单鸣秋^[16]等的方法进行测定。以溶液质量浓度为横坐标(X),峰面积为纵坐标(Y)进行回归,结果见表 2,色谱图见图 1。

表 2 各成分线性关系

成分	回归方程	r	线性范围/(μg·mL ⁻¹)
天麻素	Y=7.545X-5.731	1.000 0	13.456~459.757
天麻多糖	Y=3.82X-0.037	0.999 5	0.033~0.167
对羟基苯甲醇	Y=12.863X-4.025	1.000 0	1.867~105.750
巴利森苷 A	Y=5.937X-4.325	0.999 8	17.250~728.667
巴利森苷 B	Y=6.125X-3.756	0.999 7	6.450~329.750
巴利森苷 C	Y=6.547X-4.525	0.999 8	3.227~245.286
巴利森苷 E	Y=6.875X-7.855	1.000 0	10.250~419.750

1.3.5 数据处理 实验数据先用 Microsoft Excel 2017 进行处理,再利用 SPSS 22.0 统计分析软件进行方差分析和显著性检验。

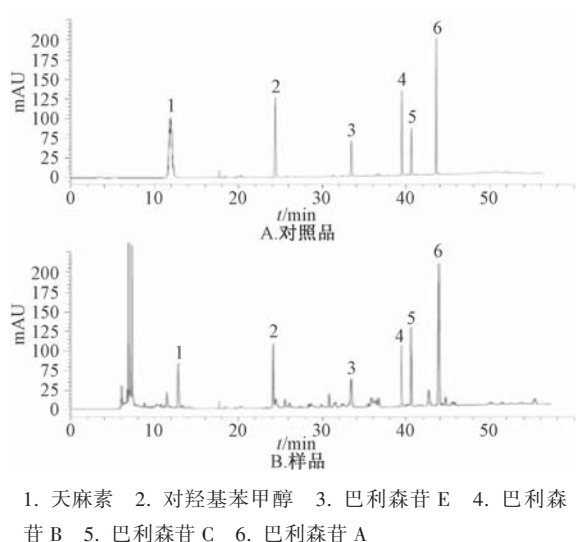


图 1 各成分 HPLC 色谱图

2 结果

2.1 不同菌材对雪峰天麻产量的影响 由表 3 可知, 长效树种白栎、茅栗、水青冈树、尾叶樱、黄檀、朴树和速效树种亮叶桦伴栽的雪峰天麻总产量高于其他树种 ($P < 0.05$), 其中尾叶樱最高达到 8.73 kg/窖; 速效树种千年

桐、毛桐、野漆树、桤木、天麻总产量次之 ($P < 0.05$); 化香树、盐肤木、杜鹃树、茶树天麻总产量较低 ($P < 0.05$), 其中最低的为茶树 4.87 kg/窖 ($P < 0.05$)。

2.2 不同菌材对雪峰天麻的外观及折干率的影响 由表 4 可知, 雪峰天麻在长效树种白栎、茅栗、水青冈树、尾叶樱、黄檀、朴树、盐肤木、杜鹃树、茶树菌材栽培下长度较短 ($P < 0.05$), 其中茶树伴栽的最短 (11.68 cm); 雪峰天麻在速效树种亮叶桦、千年桐、毛桐、野漆树、桤木菌材栽培下的长度较长 ($P < 0.05$), 其中毛桐伴栽的最长 (15.34 cm); 长效菌材伴栽的雪峰天麻较宽 ($P < 0.05$), 速效菌材伴栽的雪峰天麻麻体较窄 ($P < 0.05$), 其中尾叶樱伴栽的最宽 (5.12 cm), 茶树伴栽的最窄 (2.95 cm); 长效菌材伴栽的雪峰天麻厚度较厚 ($P < 0.05$), 速效菌材伴栽的雪峰天麻麻体较薄 ($P < 0.05$), 其中尾叶樱伴栽的最厚 (4.23 cm), 毛桐伴栽的最薄 (2.65 cm)。不同菌材栽培的雪峰天麻外观色泽存在明显差异, 白栎、茅栗、水青冈树栽种的天麻麻体颜色较深; 尾叶樱和黄檀栽种的天麻外观颜色最好, 为浅黄色, 其他树种相差不大, 为浅白至浅白黄色。长效树种栽种的天麻折干率显著高于 ($P < 0.05$) 速效树种, 其中最高的是尾叶樱和水青冈树伴栽的天麻 ($P < 0.05$), 均达到 28%, 最低的是亮叶桦伴栽的天麻 (19.01%)。

表 3 不同菌材栽种的天麻产量 ($\bar{x} \pm s, n=5$)

菌材分类	树种	商品麻产量/ (kg·窖 ⁻¹)	种麻产量/ (kg·窖 ⁻¹)	总产量/ (kg·窖 ⁻¹)	商品麻产量/ 总产量/%	种麻产量/ 总产量/%
长效菌材	白栎	6.53±0.55 ^a	2.13±0.20 ^c	8.66±0.64 ^a	75.40±0.35 ^a	24.60±0.19 ^c
长效菌材	茅栗	6.17±0.65 ^{ab}	2.15±0.21 ^c	8.32±0.96 ^{ab}	74.16±0.41 ^a	25.84±0.25 ^c
长效菌材	水青冈树	5.89±0.44 ^{ab}	2.35±0.23 ^{bc}	8.24±0.84 ^{ab}	71.48±0.63 ^a	28.52±0.29 ^d
长效菌材	尾叶樱	6.72±0.55 ^a	2.01±0.09 ^c	8.73±1.02 ^a	76.98±0.57 ^a	23.02±0.17 ^c
长效菌材	黄檀	6.55±0.36 ^a	2.10±0.12 ^c	8.65±0.64 ^a	75.72±0.38 ^a	24.28±0.34 ^c
长效菌材	朴树	6.24±0.75 ^{ab}	2.13±0.11 ^c	8.37±0.71 ^{ab}	74.55±0.42 ^a	25.45±0.82 ^c
长效菌材	化香树	2.02±0.23 ^d	3.66±0.21 ^a	5.68±0.83 ^c	35.56±0.53 ^d	64.44±0.57 ^a
长效菌材	盐肤木	2.31±0.13 ^d	3.47±0.17 ^{ab}	5.78±0.74 ^c	39.97±0.43 ^{cd}	60.03±0.67 ^{ab}
长效菌材	杜鹃树	2.34±0.24 ^d	2.86±0.18 ^b	5.20±0.51 ^{cd}	45.00±0.39 ^c	55.00±0.41 ^b
长效菌材	茶树	2.06±0.32 ^d	2.81±0.27 ^b	4.87±0.38 ^d	42.30±0.30 ^c	57.70±0.88 ^b
速效菌材	亮叶桦	4.81±0.35 ^b	3.65±0.21 ^a	8.46±0.69 ^{ab}	56.86±0.47 ^b	43.14±0.93 ^c
速效菌材	千年桐	3.57±0.24 ^c	3.78±0.19 ^a	7.35±0.68 ^b	48.57±0.46 ^{bc}	51.43±0.57 ^{bc}
速效菌材	毛桐	3.67±0.34 ^c	3.64±0.24 ^a	7.31±0.54 ^b	50.21±0.34 ^b	49.79±0.63 ^{bc}
速效菌材	野漆树	4.42±0.44 ^b	3.27±0.23 ^{ab}	7.69±0.60 ^b	57.48±0.52 ^b	42.52±0.8 ^c
速效菌材	桤木	3.90±0.34 ^c	3.36±0.25 ^{ab}	7.26±0.57 ^b	53.72±0.48 ^b	46.28±0.49 ^c

注: 同列不同小写字母表示有显著差异 ($P < 0.05$)。

2.3 不同菌材对雪峰天麻多糖、天麻素和对羟基苯甲醇含量的影响 不同菌材对雪峰天麻多糖、天麻素、对羟基苯甲醇含量的影响见表 5, 其中多糖含量最高 ($P < 0.05$) 的是尾叶樱伴栽的雪峰天麻 (23.97%), 最低 ($P < 0.05$) 的是茶树伴栽的雪峰天麻 (17.06%)。白栎、茅栗、水青冈树、尾叶樱、黄檀等长效菌材伴栽的雪峰天麻的天麻素和对羟基苯甲醇总量高于亮叶桦、千年桐、毛桐、野漆树等速效树种 ($P < 0.05$), 其中, 最大值为尾叶樱伴栽的雪峰天麻 (0.81%), 最小值为毛桐伴栽的雪峰天麻 (0.37%)。

2.4 不同菌材对雪峰天麻巴利森苷 A、巴利森苷 B、巴利森苷 C、巴利森苷 E 含量的影响 不同菌材对雪峰天麻巴利森苷 A、巴利森苷 B、巴利森苷 C、巴利森苷 E 含量的影响见表 6, 其中白栎、茅栗、水青冈树、尾叶樱、黄檀等长效菌材伴栽的雪峰天麻巴利森苷 A、B、C、E 均高于亮叶桦、千年桐、毛桐、野漆树等速效菌材 ($P < 0.05$), 黄檀伴栽的雪峰天麻巴利森苷 A、C、E 含量最高, 分别为 2.95%、1.12%、1.08%, 尾叶樱次之。

表 4 不同菌材栽种天麻的外观及折干率 ($\bar{x} \pm s$, $n=5$)

菌材分类	树种	长度/cm	宽度/cm	厚度/cm	折干率/%	色泽
长效菌材	白栎	12.65±0.93 ^{bc}	4.86±0.32 ^{ab}	3.95±0.27 ^a	27.13±0.10 ^{ab}	麻体偏深棕
长效菌材	茅栗	13.01±0.82 ^b	4.73±0.46 ^{ab}	4.11±0.32 ^a	26.04±0.14 ^b	麻体偏深棕
长效菌材	水青冈树	12.84±0.76 ^b	4.95±0.39 ^{ab}	3.98±0.32 ^a	28.08±0.06 ^a	麻体偏深棕
长效菌材	尾叶樱	12.76±0.72 ^{bc}	5.12±0.52 ^a	4.23±0.42 ^a	28.14±0.05 ^a	麻体浅黄
长效菌材	黄檀	13.11±1.02 ^b	5.07±0.49 ^a	4.17±0.44 ^a	27.02±0.12 ^{ab}	麻体浅黄
长效菌材	朴树	12.94±0.89 ^b	4.97±0.53 ^a	3.94±0.33 ^a	24.03±0.09 ^c	麻体浅白黄
长效菌材	化香树	12.42±0.63 ^{bc}	3.43±0.32 ^b	2.98±0.22 ^b	24.13±0.23 ^c	麻体浅白黄
长效菌材	盐肤木	12.34±0.70 ^{bc}	3.24±0.40 ^{bc}	2.74±0.19 ^b	23.05±0.25 ^{cd}	麻体浅白黄
长效菌材	杜鹃树	11.78±0.83 ^c	3.69±0.41 ^b	3.23±0.21 ^{ab}	25.31±0.19 ^{bc}	麻体浅白黄
长效菌材	茶树	11.68±0.82 ^c	2.95±0.29 ^c	2.71±0.22 ^b	27.08±0.25 ^{ab}	麻体浅白黄
速效菌材	亮叶桦	14.55±1.10 ^{ab}	3.87±0.29 ^b	3.09±0.31 ^{ab}	19.12±0.08 ^f	麻体浅白
速效菌材	千年桐	15.02±0.83 ^a	3.68±0.30 ^b	3.07±0.41 ^{ab}	20.14±0.13 ^{ef}	麻体浅白
速效菌材	毛桐	15.34±1.04 ^a	3.75±0.36 ^b	2.65±0.27 ^b	19.01±0.07 ^f	麻体浅白
速效菌材	野漆树	14.98±0.90 ^a	3.66±0.41 ^b	2.93±0.20 ^b	21.04±0.17 ^{de}	麻体浅白
速效菌材	桤木	14.88±0.86 ^a	4.02±0.35 ^{ab}	3.14±0.30 ^{ab}	22.20±0.21 ^d	麻体浅白

注:同列不同小写字母表示有显著差异 ($P<0.05$)。

表 5 不同菌材栽种天麻的多糖、天麻素和对羟基苯甲醇含量 ($\bar{x} \pm s$, $n=5$)

菌材分类	树种	天麻多糖/%	天麻素/%	对羟基苯甲醇/%	天麻素和对羟基苯甲醇总量/%
长效菌材	白栎	19.38±0.23 ^c	0.67±0.01 ^a	0.11±0.06 ^{ab}	0.78±0.02 ^{ab}
长效菌材	茅栗	22.67±0.35 ^{ab}	0.61±0.02 ^a	0.13±0.03 ^a	0.73±0.24 ^{ab}
长效菌材	水青冈树	20.17±0.29 ^{bc}	0.54±0.01 ^{ab}	0.11±0.01 ^{ab}	0.64±0.17 ^b
长效菌材	尾叶樱	23.97±0.19 ^a	0.69±0.08 ^a	0.13±0.02 ^a	0.81±0.01 ^a
长效菌材	黄檀	21.37±0.16 ^b	0.59±0.06 ^{ab}	0.12±0.04 ^a	0.71±0.10 ^{ab}
长效菌材	朴树	18.68±0.15 ^{cd}	0.57±0.03 ^{ab}	0.10±0.02 ^{ab}	0.67±0.15 ^b
长效菌材	化香树	22.61±0.20 ^{ab}	0.51±0.37 ^{ab}	0.09±0.04 ^{ab}	0.60±0.04 ^b
长效菌材	盐肤木	20.31±0.40 ^{bc}	0.34±0.28 ^c	0.09±0.01 ^{ab}	0.44±0.08 ^b
长效菌材	杜鹃树	19.34±0.38 ^c	0.42±0.02 ^{bc}	0.10±0.03 ^{ab}	0.52±0.25 ^{bc}
长效菌材	茶树	17.06±0.29 ^d	0.31±0.03 ^c	0.09±0.01 ^{ab}	0.40±0.04 ^{cd}
速效菌材	亮叶桦	21.34±0.20 ^b	0.36±0.02 ^c	0.09±0.03 ^{ab}	0.45±0.03 ^c
速效菌材	千年桐	22.69±0.26 ^{ab}	0.32±0.02 ^c	0.07±0.07 ^b	0.39±0.28 ^d
速效菌材	毛桐	21.37±0.31 ^b	0.31±0.19 ^c	0.06±0.08 ^b	0.37±0.27 ^d
速效菌材	野漆树	21.42±0.26 ^b	0.29±0.08 ^c	0.08±0.09 ^{ab}	0.38±0.17 ^d
速效菌材	桤木	18.69±0.19 ^{cd}	0.35±0.04 ^c	0.09±0.05 ^{ab}	0.44±0.29 ^c

注:同列不同小写字母表示有显著差异 ($P<0.05$)。

表 6 不同菌材栽种天麻的巴利森苷 A、巴利森苷 B、巴利森苷 C、巴利森苷 E 含量 ($\bar{x} \pm s$, $n=5$)

菌材分类	树种	巴利森苷 A/%	巴利森苷 B/%	巴利森苷 C/%	巴利森苷 E/%
长效菌材	白栎	2.32±0.23 ^{ab}	0.39±0.01 ^b	0.79±0.04 ^{ab}	0.75±0.01 ^b
长效菌材	茅栗	1.85±0.15 ^b	0.54±0.03 ^{ab}	0.83±0.07 ^{ab}	0.91±0.02 ^{ab}
长效菌材	水青冈树	1.93±0.03 ^b	0.62±0.04 ^{ab}	0.79±0.08 ^{ab}	0.85±0.34 ^{ab}
长效菌材	尾叶樱	2.56±0.02 ^{ab}	0.82±0.06 ^a	1.06±0.09 ^a	0.90±0.23 ^{ab}
长效菌材	黄檀	2.95±0.37 ^a	0.74±0.05 ^a	1.12±0.06 ^a	1.08±0.04 ^a
长效菌材	朴树	2.12±0.62 ^{ab}	0.55±0.04 ^{ab}	0.85±0.06 ^{ab}	0.90±0.03 ^{ab}
长效菌材	化香树	2.07±0.05 ^b	0.37±0.03 ^b	0.87±0.03 ^{ab}	0.75±0.09 ^b
长效菌材	盐肤木	1.39±0.22 ^{cd}	0.22±0.38 ^{bc}	0.92±0.14 ^{ab}	0.88±0.35 ^b
长效菌材	杜鹃树	2.06±0.02 ^b	0.36±0.42 ^b	1.03±0.05 ^a	0.94±0.37 ^{ab}
长效菌材	茶树	1.88±0.19 ^b	0.11±0.07 ^c	0.68±0.16 ^b	0.59±0.16 ^c
速效菌材	亮叶桦	1.36±0.33 ^{cd}	0.12±0.08 ^c	0.43±0.15 ^c	0.42±0.15 ^c
速效菌材	千年桐	1.47±0.01 ^c	0.16±0.06 ^c	0.51±0.17 ^c	0.52±0.16 ^c
速效菌材	毛桐	1.24±0.08 ^e	0.15±0.16 ^c	0.51±0.02 ^c	0.49±0.07 ^c
速效菌材	野漆树	1.56±0.27 ^c	0.13±0.09 ^c	0.44±0.26 ^c	0.55±0.31 ^c
速效菌材	桤木	0.99±0.12 ^f	0.22±0.21 ^{bc}	0.89±0.34 ^{ab}	0.59±0.29 ^c

注:同列不同小写字母表示有显著差异 ($P<0.05$)。

3 讨论

天麻的品质和产量受海拔、温度、菌材等原因共同影响^[17-18]。菌材的种类影响蜜环菌的生长速度，而蜜环菌的生长速度又直接影响天麻的产量^[19]。长效树种白栎、茅栗、水青冈树、尾叶樱、黄檀、朴树和速效树种亮叶桦伴栽的雪峰天麻产量明显高于速效树种千年桐、毛桐、野漆树、桤木伴栽的雪峰天麻产量，说明雪峰天麻更适合在尾叶樱、黄檀、白栎等长效菌材中生长，这可能是因为速效菌材木质疏松、耐腐蚀性稍差，蜜环菌在前期长势良好，能够利用菌材的营养为雪峰天麻的生长提供充足的养分，但在后期菌材不能提供充足的养分致使天麻生长缓慢，产量低下，而长效菌材可以持续不断的为蜜环菌生长提供养分，供天麻生长，产量提高^[20]。

长效菌材伴栽的雪峰天麻天麻素和对羟基苯甲醇总量、巴利森苷类的含量明显高于速效树种，且麻体较为短粗，这可能与长效材料中后期稳定的营养成分供给有关^[21]。白栎、茅栗、水青冈树栽种的天麻麻体颜色较深，可能与这些菌材木质颜色较深有直接关系。折干率是评价天麻品质的指标之一，长效树种伴栽的天麻麻折干率显著高于速效树种，这说明长效树种栽种的雪峰天麻内容物含量较高，菌材的密度直接影响天麻的生长速率和内容物含量^[22]。本试验中盐肤木、杜鹃树、茶树三种长效菌材伴栽的雪峰天麻产量和主要活性成分含量均显著低于等其他长效菌材伴栽的雪峰天麻，可能是因为这三种菌材含有较高的脂类物质，在一定程度上影响了蜜环菌的生长^[23]。

4 结论

综上所述，尾叶樱、黄檀作为雪峰天麻伴栽菌材时，雪峰天麻产量较高，外观呈浅黄色、短、宽、厚，折干率、天麻多糖、天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 A、B、C、E 含量均较高。因此，尾叶樱、黄檀可作为仿野生栽培天麻的首选菌材树种。

参考文献：

- [1] 田孟华,袁天军,周 瑞,等.不同产地及变型天麻有效成分差异性分析[J].中成药,2020,42(7):1824-1829.
- [2] Liu Y, Huang G L. The chemical composition, pharmacological effects, clinical applications and market analysis of *Gastrodia elata*[J]. *Pharm Chem J*, 2017, 51(3): 211-215.
- [3] Zhu H, Huang P L, Yang W Q, et al. Review of effects of active components of *Gastrodiae Rhizoma* on central nervous system[J]. *Med Plant*, 2019, 10(6): 39-41.
- [4] 杜伟锋,陈 琳,丛晓东,等.天麻化学成分及质量控制研究进展[J].中成药,2011,33(10):1785-1787.
- [5] Wang Z W, Li Y, Liu D H, et al. Chemical constituents from

- the rhizomes of *Gastrodia elata* f. *glauca* and their potential neuroprotective effects [J]. *Phytochem Lett*, 2018 (24): 167-171.
- [6] 郭耀辉,范中茵,李 晓,等.天麻的研究进展[J].食药用药,2014,22(3):137-139.
- [7] 刘 威,赵 致,王华磊,等.不同树种菌材对贵州仿野生栽培天麻的影响[J].北方园艺,2015(10):129-132.
- [8] 容丽华,蔡传涛.不同菌材对天麻(*Gastrodia elata*)产量的影响[J].武汉植物学研究,2010,28(6):761-766.
- [9] 李仰华,南铁贵,钱 润,等.菌材物种调查及其与天麻产量和质量相关性分析[J].中国实验方剂学杂志,2020,26(19):29-34.
- [10] 刘文泰.本草品汇精要[M].北京:中国中医药出版社,2013.
- [11] 谭 云,申爱荣,吴振明,等.不同菌材栽培天麻地土壤微生物和理化性状初析[J].湖南林业科技,2018,45(5):12-20.
- [12] 马勋静,田治蛟,戴 堃,等.昭通天麻产业发展中菌材的探析[J].园艺与种苗,2017(8):35-38.
- [13] 马聪吉,王 丽,张智慧,等.种苗等级与定植密度和时间对昭通天麻箭麻大小及产量的影响[J].西南农业学报,2018,31(1):34-38.
- [14] 王 庆,李丹丹,陈艾萌,等.西南不同产区3种天麻变型主要化学成分含量比较[J].中草药,2018,49(11):2646-2652.
- [15] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2020年版一部[S].北京:中国医药科技出版社,2020.
- [16] 单鸣秋,钱 岩,于 生,等.基于响应面法的天麻产地加工炮制一体化工艺研究[J].中草药,2016,47(3):420-424.
- [17] 季 宁,李 玉.不同蜜环菌菌株对乌天麻产量的影响[J].菌物研究,2008,6(4):231-233.
- [18] 杨 杰,张进强,周 涛,等.蜜环菌和冬荪菌浸染与降解菌材的比较研究[J].中国中药杂志,2020,45(3):472-477.
- [19] 任思竹,陈青君,程继鸿.蜜环菌对15种不同树种枝条的侵染效果[J].中国农学通报,2014,30(22):69-73.
- [20] 张 洁,秦俊哲,张大为.菌材及土壤条件对天麻有效成分的影响[J].食用菌,2009,31(1):63-65.
- [21] 谢学强,彭宗杰.菌材树种及用量对甘孜州野生乌天麻无性繁殖的影响[J].湖北农业科学,2015,54(3):654-657.
- [22] 田治蛟,王家金,刘金美,等.不同干燥方法和蒸制时间对昭通天麻药材质量的影响[J].西南农业学报,2016,29(7):1701-1706.
- [23] Zhou X, Chen X, Du Z, et al. Terpenoid esters are the major constituents from lipid droplets of *Camellia sinensis*[J]. *Front Plant Sci*, 2019(10):179.