



孙慧娟,高磊.不同灵芝菌株在拉萨种植适应性研究[J].黑龙江农业科学,2024(1):46-50,51.

# 不同灵芝菌株在拉萨种植适应性研究

孙慧娟,高磊

(西藏自治区农牧科学院 蔬菜研究所,西藏 拉萨 850030)

**摘要:**为筛选获得适宜西藏地区栽培的优质灵芝菌株,以6个不同灵芝菌株为试材,采用袋料栽培,比较分析灵芝菌株主要农艺性状及子实体活性成分含量。多基因测序和聚类分析结果显示菌株15和26均为白肉灵芝;菌株26子实体平均单株质量最高,为82.01 g,菌盖直径最大,为16.00 cm,生物学效率最高,为23.60%;菌株15子实体中三萜含量最高,为1.91%,比药典高出282.00%,菌株26次之,为1.88%,灵芝菌株15子实体中多糖含量最高,为1.27%,菌株26次之,为1.13%,菌株15和26的多糖和三萜含量显著高于其他灵芝菌株,结合主要农艺性状、生物学效率和活性成分含量来判断,白肉灵芝15和26均适宜拉萨地区种植推广。

**关键词:**灵芝;拉萨;农艺性状;活性成分

灵芝(*Ganoderma lucidum*)隶属于真菌门(Mycobionta)担子菌纲(Basidiomycetes)多孔菌目(Polyporales)灵芝科(Gano-dermataceae)灵芝属(*Ganoderma*)<sup>[1]</sup>。灵芝子实体活性成分通过相关实验在抗癌、防癌方面都具有一定的作用,在抗糖尿病、降三高、增强机体免疫等方面也表现出了极高的药用价值<sup>[2-6]</sup>。灵芝子实体药效成分活性物质有很多以灵芝多糖和三萜类化合物为主,不同灵芝菌株中灵芝多糖和三萜含量不同,也是判断灵芝品质好坏的关键指标<sup>[7]</sup>。灵芝属有250多个种分布在世界各大洲,绝大多数生长在热带、温带、亚热带区。在我国,根据气候条件可以由南到北分为热带、亚热带区和温带区,不同区域灵芝的种略有差异。灵芝真菌在我国分布最多的为热带区,大致在南岭以南的两广、福建、台湾南部以及海南、香港地区;亚热带区虽然种类没有热带区多,但也是我国一个重要的分布区;温带区为秦岭向东北至大兴安岭,以辽宁南部及华北落叶阔叶林为主<sup>[8]</sup>。传统灵芝以赤芝为主,在我国分布广泛,南方大部分地区均有野生资源分布,在食用菌中属于中高温栽培种类<sup>[9]</sup>。

白肉灵芝(*Ganoderma leucocontextum*)是2014年在西藏林芝发现的一个新品种<sup>[10]</sup>,主要分布在西藏、云南、四川等高海拔地区,夏秋季在青冈树上生长。2013年西藏自治区农牧科学院在拉萨国家农业科技园区人工驯化成功,2014年大面积种植示范。在人工驯化栽培的白肉灵芝子实体中发现了16个灵芝三萜新结构化合物,22个具有抗肿瘤功效的化合物,6个可以起到降血糖功效的化合物,18个可以降低血脂的活性化合物<sup>[11-14]</sup>。

很多学者利用主要农艺性状和活性成分对灵芝的品质进行研究评价<sup>[15-18]</sup>,但不同灵芝菌株在高海拔地区种植适应性对比试验没有报道过,本研究选取了西藏高海拔地区特有的白肉灵芝和内地赤芝、无柄灵芝共6个菌株为试材,采用袋料栽培,比较分析了不同灵芝菌株主要农艺性状及子实体活性成分含量,以期筛选获得适宜西藏地区栽培的优质灵芝菌株,并为高产、优质灵芝新品种选育及高效栽培提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试菌株及来源地见表1。

母种培养基:马铃薯200 g,葡萄糖20 g,琼脂20 g,水1 000 mL,121℃灭菌30 min;二级种培养基:麦粒,辅料为木屑、石灰、石膏;栽培袋配方:木屑67%,棉籽壳23%,麸皮6%,石灰2%,石膏2%,含水量62%~65%,121℃灭菌120 min。

表1 供试菌株及来源地

菌株编号	菌株(拉丁名)	菌株来源
15	白肉灵芝( <i>Ganoderma leucocontextum</i> )	林芝市倾多镇
26	白肉灵芝( <i>Ganoderma leucocontextum</i> )	林芝市波密县
CZ06-1	赤芝( <i>Ganoderma lingzhi</i> )	四川省
CZ06-2	赤芝( <i>Ganoderma lingzhi</i> )	四川省
ZHLZ	无柄灵芝( <i>Ganoderma resinaceum</i> )	江西省
119	赤芝( <i>Ganoderma lingzhi</i> )	四川省

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2022年在西藏拉萨国家农业科技园区完成。出菇形态采用袋料栽培,常规出菇试验,采用灵芝菌包覆土栽培模式进行

收稿日期:2023-08-21

基金项目:西藏自治区自然科学基金项目(XZ202101ZR0059G)。

第一作者:孙慧娟(1987—),女,硕士,副研究员,从事食(药)用菌人工驯化栽培及分子遗传育种工作。E-mail:m18898002012@163.com。

出芝管理,5月上旬将灵芝菌包脱去菌袋后直立于平整好的席子内,菌包间距10~15 cm,覆土厚度1~2 cm,灵芝现蕾至菌盖分化温度控制在18~25℃,调整光照至300~1 000 lx,减少通风次数,让芝柄伸长至一定长度,棚内环境空气相对湿度保持85%~90%,适度疏蕾,去掉特别瘦小、细长的芝蕾,让每个子实体长到足够大小,且具有较好的品相;菌柄长到一定长度通风利于灵芝菌盖分化开伞,增强光照到2 000~3 000 lx,加强通风至CO<sub>2</sub>在0.1%以下,子实体分化期要控制环境湿度在80%~85%,温度控制在18~25℃;子实体白色边缘消失并开始喷射孢子粉时表明进入成熟期,此时开始采收同时进行数据测量。

1.2.2 测定项目及方法 多基因测序:通过液氮冻融采用真菌DNA提取试剂盒(美基,D3171-03)将成熟灵芝子实体自然风干保存用于后续鉴定,提取子实体DNA,通过PCR产物电泳验证并送至华大基因进行测序,将测序所得序列经BLAST方法,在NCBI数据库(<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)中检索该序列同源性最高的物种。检验依据与分析方法:参考MS(i)/C051-C01食药真菌分子鉴定程序<sup>[19-20]</sup>,引物序列见表2。

主要农艺性状调查:7月下旬灵芝成熟后每个灵芝菌株随机抽取10个子实体,观察子实体形态,记录子实体形态特征,测量菌盖直径、菌盖厚度、菌柄长度、生物转化率等。

转化率(%)=(鲜产量/基质干重)×100

表2 引物序列

片段	引物名称	引物碱基序列(5'~3')
ITS	ITS1	TCCGTAGGTGAACCTGCGG
	ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC
nLSU	LROR	ACCCGCTGAACTTAAGC
	LR7	TACTACCACCAAGATCT
RPB2	RPB2-5f	GAYGAYMGWGATCAYTTYGG
	RPB2-7cr	CCCATRGCTTGYTTRCCCAT
EF1-α	Ef1-983F	GCYCCYGGHCA YCGTGAYTTYAT
	EF1-1567	ACHGTRCCRATACCACCRATCTT
28S rDNA	NL1	GCATATCAATAAGCGGAGGAAAAG
	NL4	GGTCCGTGTTTCAAGACGG

多糖和三萜含量测定:采用《中华人民共和国药典》2020年版第一部灵芝项下方法测定灵芝多糖和三萜含量<sup>[21]</sup>。

1.2.3 数据分析 利用Excel 2003对数据进行分析;每个试验材料样品设置3组重复,结果以平均值±标准差表示,使用SPSS 16.0专用统计软件进行数据统计分析,采用配对t检验,P<0.05具有显著性差异;测序结果在GenBank进行序列BLAST比对。

2 结果与分析

2.1 系统发育分析

将6个灵芝菌株的多基因测序结果在NCBI数据库中进行BLAST比对,每个菌株各找3个与之对应相似的同源序列(相似性>97%)3条,共22个序列构建系统发育分析,详图1。

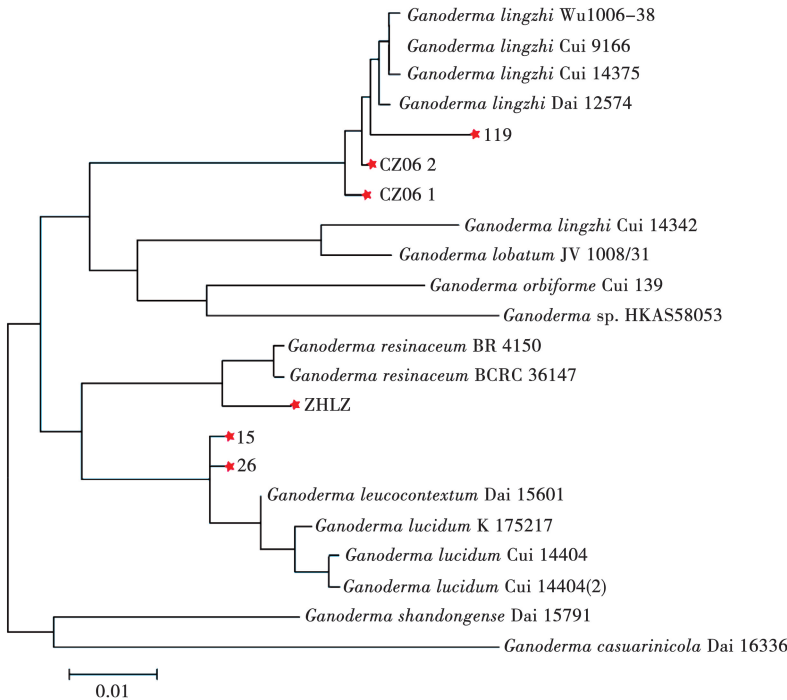


图1 6个灵芝菌株系统发育树

从图 1 中可以看出,6 个菌株都属于灵芝属,可以分为 3 类:第 1 类为白肉灵芝(*Ganoderma leucocontextum*)菌株有 15 和 26;第 2 类为赤芝(*Ganoderma lingzhi*)菌株有 119、CZ06-1 和 CZ06-2;第 3 类为无柄灵芝(*Ganoderma resinaceum*)的菌株有 ZHLZ。

2.2 不同灵芝菌株子实体主要农艺性状比较

2.2.1 农艺性状 5 月下旬埋袋后,白肉灵芝现蕾较早,埋袋后 8~10 d 可以现菇蕾,60 d 左右可以成熟;赤芝和无柄灵芝出芝较晚,埋袋 30 d 左右陆续出芝,成熟期也较短基本 30 d 可以成熟。

由表 3 可知,不同灵芝菌株袋料栽培所获得的灵芝子实体的主要农艺性状存在一定差异。菌株 26 灵芝子实体平均单株质量最高,为 82.01 g,菌株 CZ06-1 灵芝子实体平均单株质量最低,为 26.14 g 除菌株 CZ06-2 和 119 之间不存在显著差异,两者与菌株 26、2HLZ 和 CZ06-1 间单株质量存在显著差异。菌株 CZ06-1 灵芝子实体菌柄平均长度最长,为 14.01 cm,菌株 ZHLZ 灵芝子实体菌柄平均长度最短,为 5.49 cm,6 个灵芝的菌柄长度相互间存在显著差异。菌株 ZHLZ 灵芝子实体

菌柄平均直径最大,为 4.76 cm,菌株 26 灵芝子实体菌柄平均直径最小,为 2.50 cm,两者间存在显著差异,菌株 CZ06-1 和 119,15 和 CZ06-2 之间不存在显著差异。菌株 26 灵芝子实体平均菌盖直径最大,为 16.00 cm,菌株 CZ06-1 灵芝子实体平均菌盖直径最小,为 6.11 cm,除菌株 15 和 ZHLZ 灵芝子实体的菌盖直径差异不显著外,其余 4 个灵芝子实体和这两个菌株之间均存在显著差异。菌株 ZHLZ 灵芝子实体平均菌盖厚度最大,为 3.89 cm,菌株 CZ06-2 灵芝子实体平均菌盖厚度最小,为 1.20 cm,两者间存在显著差异,菌株 15、CZ06-2 和 119 之间不存在显著差异。菌株 26 的生物学效率最高,为 23.60%,菌株 CZ06-1 的生物学效率最低,为 11.15%,6 个灵芝的生物学效率相互间存在显著差异。综上所述,不同灵芝菌株人工驯化袋料栽培所获得的菌柄长度、菌柄直径、子实体单质量、生物学效率、菌盖直径和菌盖厚度均存在一定差异。结果显示,以生物学效率为目标进行菌株筛选,菌株 26 表现最佳,且菌株单株质量和菌盖直径指标也显著高于其他菌株。

表 3 不同灵芝菌株子实体主要农艺性状特征

菌株	埋袋后现蕾时间/d	子实体平均单质量/g	菌盖直径/cm	菌盖厚度/cm	菌柄长度/cm	菌柄直径/cm	生物学效率/%
15	10 b	62.05±5.82 bc	15.48±1.42 b	1.31±0.19 d	9.00±0.88 c	3.14±0.39 c	16.56±1.91 d
26	8 b	82.01±8.23 a	16.00±1.12 a	1.94±0.18 c	6.00±0.46 e	2.50±0.10 d	23.60±1.97 a
ZHLZ	35 a	41.23±4.71 c	15.45±2.85 b	3.89±0.30 a	5.49±0.53 f	4.76±0.26 a	15.61±1.02 e
CZ06-1	32 a	26.14±4.66 d	6.11±0.98 e	2.76±0.22 b	14.01±0.97 a	3.74±6.10 b	11.15±1.12 f
CZ06-2	30 a	70.92±6.91 b	12.98±1.65 d	1.20±0.31 d	7.10±0.65 d	2.80±0.38 c	17.84±1.54 c
119	28 a	74.28±7.92 b	14.30±2.86 c	1.23±0.20 d	10.01±0.89 b	3.70±0.43 b	20.18±1.55 b

注:数据是 10 袋的平均值±SD;同列数据后不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平差异显著性。

2.2.2 子实体形态 由图 2 可知,灵芝子实体的形态表现为 15、26、ZHLZ 为肾形,119、CZ06-2 为扇形,CZ06-1 为鹿角形。其中白肉灵芝 15 出芝整齐,色泽光亮,成熟时背面为白色,单朵菌盖呈肾形;白肉灵芝 26 出芝整齐,油漆光泽,单朵肾形,菌盖形状和白肉灵芝 15 相似,但朵形和干质量均明显大于白肉灵芝 15,单朵菌盖最厚且直径最大,生物学效率高于其他菌株,成熟时背面为白色,综合表现较好;无柄灵芝 ZHLZ 单朵肾形,朵形较白肉灵芝更圆润更接近半圆形,成熟后背面为红棕色正如其名菌柄较短,埋袋出芝弊端贴于地面菌肉容易粘上泥土;赤芝 CZ06-1 菌盖为鹿角形,菌柄较长,整齐度一般,有单朵生连芝分芝

现象较多,边缘分叉不整齐,菌柄较长,生物学效率最低,与其他灵芝差异显著;赤芝 119 分芝较多,呈扇形,边缘较整齐,成熟后背面为红棕色;赤芝 CZ06-2 朵形与 119 相似,成熟后背面为红棕色。

2.3 不同灵芝菌株子实体中主要活性成分含量比较

灵芝多糖和三萜是灵芝作为食药菌起到药用价值的主要活性成分,是评价灵芝品质的重要指标,《中华人民共和国药典》一部,灵芝中有效成分含量测定中规定,三萜不得少于 0.5%,灵芝多糖不得少于 0.9%。由表 4 可知,6 个不同灵芝菌株栽培获得的成熟灵芝子实体中,三萜和多糖含量存在一定差异。白肉灵芝菌株 15 子实体中三



萸含量最高,为 1.91%,比药典高出 282.00%,灵芝菌株 CZ06-2 子实体三萜含量最低,为 1.32%,三萜含量最高比最低高 44.70%,菌株 15 和 26 三萜含量较高,二者间不存在显著差异,与其他 4 个灵芝菌株间存在显著差异;灵芝菌株 15 子实体中多糖含量最高,为 1.27%,比药典规定标准高出 41.11%,灵芝菌株 CZ06-2 子实体多糖含量最

低,为 0.82,低于药典规定标准,不同灵芝子实体中多糖含量最高比最低高 54.88%,菌株 ZHLZ 和 119 二者间多糖含量不存在显著差异,与其他 4 个灵芝菌株间存在显著差异。结果显示,以三萜为目标进行菌株筛选,15 为最佳菌株;以多糖为目标进行菌株筛选,也是 15 为最佳菌株。

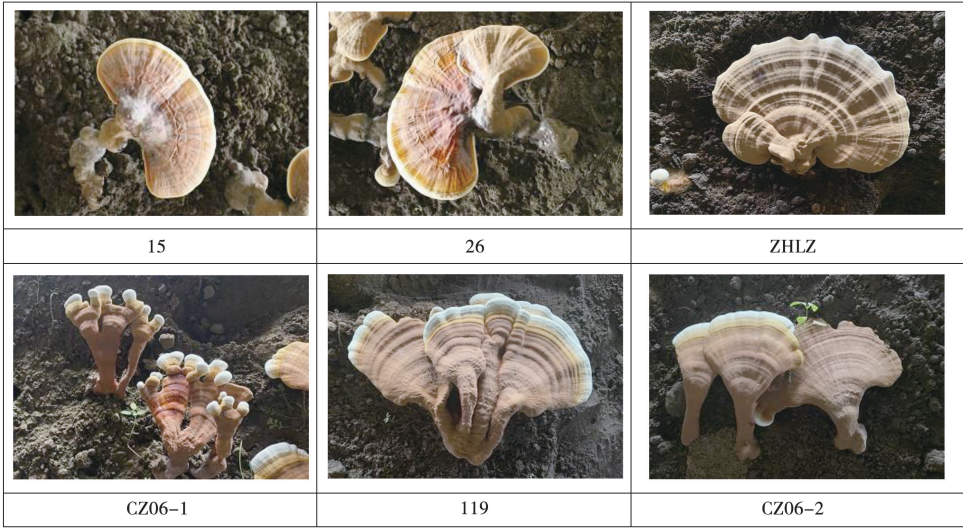


图 2 不同灵芝出菇形态

表 4 不同灵芝菌株子实体中主要活性成分含量

菌株	三萜/%	多糖/%
ZHLZ	1.71 b	1.01 c
119	1.64 c	1.04 c
CZ06-1	1.54 d	0.98 d
CZ06-2	1.32 e	0.82 e
15	1.91 a	1.27 a
26	1.88 a	1.13 b

3 讨论

该研究选取了西藏高海拔地区特有的白肉灵芝和赤芝、无柄灵芝共 6 个菌株在海拔 3 650 m 的西藏拉萨国家农业科技园区进行农艺性状及活性成分含量比较及分析。灵芝栽培袋菌丝长满后经过后熟进行地埋栽培,考察不同菌株灵芝子实体农艺性状、转化率和活性成分进行了分析。

目前,市场上售卖灵芝以子实体外形作为一个重要判断指标,相关学者做了大量研究报道,金鑫等<sup>[12]</sup>研究表明,圆芝 8 号和黄灵芝的子实体农艺性状均表现不错且转化率较高,非常适合作为主栽品种在四川地区推广种植。盛立柱等<sup>[13]</sup>筛

选出沪农 1 号、美芝、113、角芝 4 个菌株可以作为采收孢子粉的工厂化栽培菌株。李学龙<sup>[14]</sup>研究表明,菌丝活力旺盛、产量高、活性成分含量高的菌株为灵芝高效生产提供理论依据。参考前人筛选优良宜推广品种的参考指标,结合本试验结果,白肉灵芝出芝较早,埋袋后 8~10 d 可以现菇蕾,赤芝和无柄灵芝出芝较晚,埋袋 30 d 左右陆续出芝(试验采用埋袋出芝管理,如果现蕾时间过长会使菌包增加污染的风险,影响产量),可能由于灵芝自身生理特性决定,白肉灵芝一般生长在高海拔地区气温偏低更能适应拉萨种植,内地赤芝品种如需要在高海拔地区种植要适当提高其环境温度,调整种植时间更能适应其生长,这与胡惠萍等<sup>[22]</sup>和莫伟鹏等<sup>[23]</sup>的研究结果一致。本研究中以农艺性状好坏为目标进行菌株筛选,菌株 26 商品性较好,生物学效率最高,更适宜拉萨地区种植推广。

灵芝三萜和多糖含量是灵芝品质评价的一项重要指标,通过不同灵芝菌株农艺性状比较及活性成分分析,可为灵芝栽培过程中品种选择提供参考依据,较多研究表明,不同灵芝菌株通过袋料人工栽培获得子实体其多糖含量存在显著差异且

与干重大小不相关,不同灵芝菌株多糖含量和三萜含量多少也不存在相关性<sup>[16-17]</sup>。本研究中以灵芝子实体中三萜和多糖活性成分含量多少为目标进行菌株筛选,菌株15为最佳菌株,与通过子实体外形的商品性做为判断依据筛选的优质菌株不一致,说明灵芝菌株的外形、生物学效率和有效成分含量多少不存在相关性。宋婷婷等<sup>[18]</sup>2020年对不同灵芝菌株功效成分试验得出不同品种间功效成分有显著差异。这些研究都表明,要结合农艺性状和活性成分相结合来判断灵芝菌株的品质好坏更科学可靠。

综上所述,随着人们对健康投资观念的转变,消费者不止关注商品外观,对其药效及有效成分含量更加关注,因此无论是科研还是产品深加工都更加注重如何提高灵芝活性成分含量,通过品比试验筛选出高产量且高活性灵芝菌株成为人们研究的重点。此研究为育种工作者选育优良菌株奠定一定基础。通过农艺性状结合主要活性成分的分析,如何通过杂交育种及配套生产管理措施,实现灵芝商品性及活性成分集中稳定在一个菌株上,是今后研究的方向。

## 4 结论

白肉灵芝26子实体平均单株质量最高,82.01 g,菌盖直径最大,为16.00 cm,生物学效率最高,为23.60%,以生物学效率为目标进行菌株筛选,26为最佳菌株,且单株质量和菌盖直径指标也显著高于其他菌株;白肉灵芝菌株15子实体中三萜含量最高,为1.91%,比药典高出282.00%,菌株26次之,为1.88%,灵芝菌株15子实体中多糖含量最高,为1.27%,菌株26次之,为1.13%,菌株15和26的多糖和三萜含量显著高于其他灵芝菌株。结合主要农艺性状、生物学效率和活性成分含量来判断,白肉灵芝菌株26、15商品性较好,均适宜拉萨地区种植推广。

## 参考文献:

- [1] 赵继鼎,张小青.中国真菌志第十八卷:灵芝科[M].北京:科学出版社,2000.
- [2] BAI J H,XU J,ZHAO J,et al.*Ganoderma lucidum* polysaccharide enzymatic hydrolysate suppresses the growth of human colon cancer cells via inducing apoptosis[J].Cell Transplantation,2020,29(1):1-9.
- [3] 徐锦,汪雯翰,杨妍,等.乙醇浓度对提取灵芝三萜含量的影响及提取物抗前列腺癌细胞 LNCaP 的活性[J].菌物学报,2020,39(1):155-163.
- [4] CHIU C H,WANG R,ZHUANG S S,et al.Biotransformation of mogrosides from *Siraitia grosvenorii* by *Ganoderma lucidum* mycelium and the purification of mogroside III E by macroporous resins[J].Journal of Food and Drug Analysis,2020,28(1):74-83.
- [5] LIU H Z,QIU F F,WANG Y Y,et al.A recombinant protein rLZ-8,originally extracted from *Ganoderma lucidum*,ameliorates OVA-induced lung inflammation by regulating Th17/Treg balance[J].Journal of Leukocyte Biology,2020,108(2):531-545.
- [6] 田淑雨,鹿士峰,吴杨洋,等.超声破碎辅助提取灵芝多糖工艺优化及抗氧化活性研究[J].食品研究与开发,2019,40(8):101-107.
- [7] SHIAO M S.Natural products of the medicinal fungus *Ganoderma lucidum*: occurrence, biological activities, and pharmacological functions[J].Chemical Record,2003,3(3):172-180.
- [8] 黄年来,林志彬,陈国良,等.中国食药用菌学:灵芝[M].上海:上海科学技术文献出版社,2010.
- [9] 林志彬.灵芝的现代研究:特性·栽培·成分·药理·应用[M].北京:北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社,1996.
- [10] LI T H,HU H P,DENG W Q,et al.*Ganoderma leucocontum*, a new member of the *G. lucidum* complex from southwestern China[J].Mycoscience,2015,56(1):81-85.
- [11] 熊卫萍.西藏白肉灵芝的驯化栽培及其活性成分研究[C]//2016中国南华野生菌大会资料汇编,2016.
- [12] 金鑫,周思菊,李强,等.5种灵芝菌株的农艺性状、活性成分和功效分析[J].四川农业大学学报,2019,37(1):53-59.
- [13] 盛立柱,谢良明,叶晓菊,等.8个灵芝菌株农艺性状、产量及有效成分比较分析[J].中国食用菌,2022,41(1):70-75.
- [14] 李学龙,李跃,张鹏,等.不同灵芝菌株主要农艺性状及活性成分比较分析[J].北方园艺,2022(13):119-125.
- [15] 张彬彬,王震,刘保卫,等.30个野生灵芝菌株遗传多样性及农艺性状评价[J].江苏农业科学,2022,50(2):108-114.
- [16] 齐川,周慧,斯金平,等.不同品种灵芝主要活性成分分析[J].中国实验方剂学杂志,2012,18(17):96-100.
- [17] 付立忠,吴学谦,李明焱,等.灵芝品种子实体多糖和三萜含量分析与评价[J].中国食用菌,2009,28(4):38-40.
- [18] 宋婷婷,张作法,范丽军,等.不同类型灵芝品种的农艺性状、显微结构以及功能成分的比较[J].菌物学报,2020,39(1):34-41.
- [19] LIU Y J,WHELEN S,HALL B D.Phlogenetic relationships among ascomycetes: evidence from an RNA polymerase II subunit[J].Molecular Biology and Evolution,1999,16(12):1799-1808.
- [20] 马爱瑛.rDNA分析在真菌分类鉴定中的应用[J].安徽农业科学,2010(32):18079,18081.
- [21] 国家药典委员会.《中华人民共和国药典》一部(2020年版)[M].北京:中国医药科技出版社,2020.
- [22] 胡惠萍,刘远超,莫伟鹏,等.两株西藏白肉灵芝菌株特性初探[J].食用菌学报,2017,24(1):50-54.
- [23] 莫伟鹏,刘远超,胡惠萍,等.白肉灵芝菌丝体生物学特性的初步研究[J].中国食用菌,2017,36(6):33-38.



曾小彤,王怡,陈立强,等.不同产地黑木耳多糖的抗氧化活性比较[J].黑龙江农业科学,2024(1):51-57.

# 不同产地黑木耳多糖的抗氧化活性比较

曾小彤,王 怡,陈立强,张常洪,魏 伟

(四川文理学院,四川 达州 635000)

**摘要:**为促进通江黑木耳的进一步开发利用,以东北小碗耳、通江黑木耳、白背黑木耳 3 种不同产地的黑木耳为试材,以提取率 and 多糖含量为评价指标,利用热水提取法、Sevag 脱蛋白得到 3 种黑木耳多糖,进行 Molish 反应分析,采用体外测试法考察不同产地黑木耳多糖的抗氧化活性。结果表明,东北小碗耳的多糖提取率 and 多糖含量最高,分别为 2.48% 和 43.64%,意味着东北小碗耳的多糖提取率 and 多糖含量存在优势。不同产地黑木耳的多糖有不同的抗氧化活性,其中通江黑木耳多糖在抗氧化活性方面存在较为明显的优势,羟基自由基,1,1-二苯基-2-苦味基胍(DPPH·)自由基,2,2-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐(ABTS<sup>+</sup>·)自由基的清除率分别高达 50.11%,56.68% 和 32.64%,还原力能力高达 0.12,表明通江黑木耳多糖抗氧化活性方面更具有潜力。

**关键词:**黑木耳;多糖;抗氧化活性;通江黑木耳

黑木耳(*Auricularia auricular*),属于真菌门担子菌纲,是珍贵的药食兼用的胶质真菌,黑木耳的子实体为半透明胶质状,干燥后形状收缩,颜色变深,由半透明变为深褐色或黑色,在世界上被公认为是极好的保健品<sup>[1]</sup>。中国是世界上黑木耳的主要生产国<sup>[2]</sup>。研究表明,黑木耳营养价值极高,富含多糖、黑色素、蛋白质、黄酮类化合物、多

酚以及微量元素<sup>[3-6]</sup>,具有抗氧化、降血糖、抗肿瘤等作用<sup>[7-8]</sup>。其中,黑木耳多糖是黑木耳的主要活性成分,有着良好的抗氧化、抗凝血、抗肿瘤、降血糖以及抗菌等生理活性<sup>[9-12]</sup>。刘茜等<sup>[13]</sup>通过研究秦巴山区黑木耳多糖的理化性质及体外抗氧化活性,发现秦巴山区黑木耳多糖具有良好的抗氧化能力。曹慧馨<sup>[14]</sup>通过比较降解前后黑木耳多糖

收稿日期:2023-08-11

基金项目:特色植物开发研究四川省高校重点实验室 2020 年开放基金项目(TSZW2002,TSZW2003)。

第一作者:曾小彤(1994—),女,硕士,助教,从事天然产物研究。E-mail:755765171@qq.com。

## Planting Adaptability of Different *Ganoderma lucidum* Strains in Lasa

SUN Huijuan,GAO Lei

(Institute of Vegetable Sciences,Xizang Academy of Agricultural Animal Husbandry Sciences, Lasa 850030, China)

**Abstract:** In order to select and obtain the high quality *Ganoderma lucidum* strains suitable for cultivation in Xizang, the main agronomic characters and active components in fruit bodies of 6 different *Ganoderma lucidum* strains were compared and analyzed by using bag material cultivation. The results showed that strains 15 and 26 were all *Ganoderma lucidum*. The average single weight of fruiting body of strain 26 was the highest (82.01 g), the diameter of cap was the largest (16.00 cm), and the biological efficiency was the highest (23.60%). The content of triterpenoids in fruitus of strain 15 was the highest (1.91%), which was 282.00% higher than that in pharmacopoeia (1.88%). The content of polysaccharides in fruitus of *Ganoderma lucidum* strain 15 was the highest (1.27%), which was the highest. The polysaccharide and triterpene contents of isolates 15 and 26 were significantly higher than those of other *Ganoderma lucidum* strains. According to the main agronomic traits, biological efficiency and active ingredient contents, *Ganoderma Lucidum* 15 and 26 were suitable for cultivation and promotion in Lhasa area.

**Keywords:** *Ganoderma lucidum*; Lasa; agronomic trait; active ingredients