



光质对灵芝生长与灵芝多糖含量的影响

郝俊江, 陈向东, 兰进*

(中国医学科学院北京协和医学院药用植物研究所, 北京 100193)

[摘要] 目的:研究不同光质对灵芝生长发育和灵芝多糖含量的影响,为灵芝优质高产栽培提供理论依据。方法:栽培灵芝时进行不同光质处理,在灵芝不同生长发育时期观测其形态变化并测量多糖含量。结果:不同光质处理形态上弹孢前期灵芝菌盖厚度与菌盖表面环纹的数目与对照差异显著,灵芝多糖含量出现最高值时期不同。蓝色光质处理在现蕾期、开伞期、弹孢后期多糖含量均高于对照,且差异显著。绿色光质处理有助于生长末期多糖积累。不同光质处理对灵芝子实体产量与灵芝孢子粉产量均有影响。结论:对照处理灵芝子实体产量高,性状好;蓝色光质处理可以提高灵芝多糖含量。

[关键词] 灵芝;光质处理;生长;灵芝多糖

光是植物生存、生长和发育不可缺少的生态因子,而且对体内次生代谢产物的合成积累也有重要的影响。光质对植物生长发育的作用与影响研究较多^[1-2],而对次生代谢影响研究较少。灵芝作为我国传统名贵中药材,其主要的生理活性物质为灵芝多糖^[3]。现代科学研究证明其具有广泛的药理作用^[4]。随着应用领域的扩大,灵芝需要量也不断增加,市场前景广阔。本文旨在研究不同光质处理对灵芝生长发育过程中形态和有效成分的影响,为灵芝设施栽培提供理论依据。

1 材料

供试菌株灵芝 S₃ 号菌株,由中国医学科学院北京协和医学院药用植物研究所生物发酵实验室提供,该菌株 1999 年由神州一号宇宙飞船进行了搭载。

2 方法

2.1 光质处理

在栽培灵芝大棚中,以太阳光透过率相近的特制不同颜色的滤光膜(上海伟康有色薄膜厂)得到不同光质。试验设计分为加白色光质,红色光质,黄色光质,绿色光质和蓝色光质 5 个处理,以加白色光质为对照。采用棉籽皮代料瓶栽方式。在相同条件下,在灵芝未出蕾前进行搭棚,调节棚高使棚内光强

一致。

2.2 灵芝不同生长阶段形态变化观测

不同光质处理条件下采用随机取样,每次抽取 10 个样本。分别在现蕾期观察记录每瓶原基分化的数目;在灵芝菌盖形成期测量菌柄长度;在弹孢前期测量菌盖的直径和厚度,并观察记录灵芝菌盖表面环纹数目。在弹孢后期观察记录灵芝外观色泽。

2.3 过氧化物酶(POD)活性测定

采用随机混合取样的方法,分别在现蕾期、灵芝菌盖形成期、开伞期、弹孢前期、弹孢后期进行取样。每个处理 3 次重复。取实验材料 0.1 g 加入预先配制好的缓冲液 5 mL,冰浴研磨,在 4 ℃ 1 万 r·min⁻¹ 离心 15 min,收集上清液作为粗酶液。粗酶液采用愈创木酚法^[5]测定。

2.4 灵芝多糖测定

2.4.1 样品的采集和处理方法 采集各生长阶段的子实体,于 60 ℃ 烘箱烘干,粉碎,过 40 目筛后,用来测灵芝多糖含量。精确称取各样品 0.1 g,加入 85% 的乙醇溶液 30 mL,在 60 ℃ 恒温水浴中振荡提取 30 min。过滤,滤渣用 30 mL 蒸馏水冲洗 2 次,最后用蒸馏水定容到 100 mL,得待测样品的水溶液。采用苯酚-硫酸法^[6]对各样品中灵芝多糖进行测定。以葡萄糖浓度为横坐标,吸光度值为纵坐标,绘制标准曲线。得回归方程 $Y = 1.0786X - 0.0226$ ($R^2 = 0.9974$)

2.4.2 样品多糖含量的测定 取 2.4.1 中各待测样品的水溶液 1 mL,按照苯酚-硫酸法标准曲线制备的方法同法操作,测定吸光度,根据标准曲线计算

[稿件编号] 20100308002

[基金项目] 卫生部专项基金

[通信作者] * 兰进, Tel/Fax: (010) 62899723, E-mail: lanjin60@hotmail.com

[作者简介] 郝俊江,硕士研究生,主要从事药用真菌生理生化研究



出各样品中多糖的含量。

2.5 灵芝产量的测定

在弹孢后期采收,用电子天平称取子实体和孢子粉质量。

2.6 数据分析

采用 SPSS 10.0 统计软件对试验数据进行统计分析。LSD 检验比较各处理间以及各处理与对照间的差异显著性。

3 结果与分析

3.1 光质对不同生长时期灵芝形态的影响

不同光质处理的灵芝,其不同生长发育时期形态的表现不同。在灵芝现蕾期和芝盖形成期原基分化数和菌柄长度,不同光质处理间差异不显著,见表 1。在弹孢前期形态指标菌盖厚度、菌盖表面环纹数目,处理间有显著差异。菌盖厚度大小依次为对照 > 绿色 > 蓝色 > 红色 > 黄色。绿色光质处理菌盖厚度与对照无显著差异。菌盖表面环纹多少数目依次为红色 > 绿色 > 对照 > 蓝色 > 黄色;黄色光质处理菌盖厚度和表面环纹数均比对照低 22%,25%。从菌盖直径,菌盖厚度,菌柄长度 3 个外观指标看,黄色光质处理灵芝子实体菌盖大而偏薄,菌柄短。蓝色,红色光质处理灵芝子实体菌盖中等大小但较厚,菌柄长。对照,绿色光质处理灵芝子实体菌盖中等大小但厚度最大,菌柄长度中等。

表 1 光质对不同生长时期灵芝形态影响

光质	原基分化数	菌盖厚度 /cm	菌盖环纹数目	菌盖直径 /cm	菌柄长度 /cm
对照	3.35a	1.78a	4.25ab	4.93a	3.61a
黄色	3.85a	1.39b	3.17c	5.71a	3.38a
绿色	4.30a	1.60ab	4.33ab	5.24a	3.80a
蓝色	3.45a	1.43b	4.08b	4.91a	3.83a
红色	3.20a	1.43b	5.00a	5.66a	3.43a

注:小写字母表示 $P < 0.05$ (表 3 同)。

3.2 不同光质条件下对灵芝子实体外观影响

对不同光质处理的灵芝的菌盖表面的颜色和光泽度观察,发现不同光质处理对灵芝表面色泽有影响,见表 2。以对照和绿色光质处理生长的灵芝子实体菌盖表面色泽深,光泽度好,而以蓝色、红色光质处理的灵芝子实体菌盖表面色泽稍浅,光泽度差。

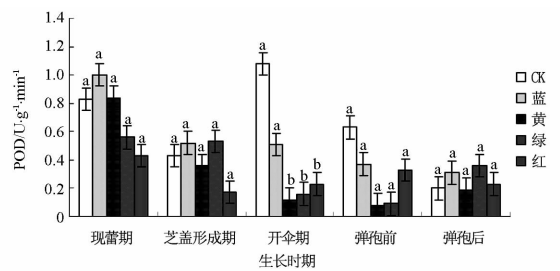
3.3 POD 活性变化

POD 是活性氧清除剂,其活性的提高可以减轻

表 2 不同光质条件下灵芝子实体外观色泽

光质	颜色	光泽度	外观综合评价顺序
对照	红褐	好	2
黄色	褐	好	3
绿色	红褐	好	1
蓝色	棕褐	中	4
红色	黄褐	中	5

活性氧对细胞膜的伤害。在现蕾期,蓝色光质处理灵芝的 POD 活性最高,黄色光质处理与对照相近,红色光质处理最低。随着灵芝的生长发育,红色光质处理的灵芝,其 POD 活性几乎无变化;其余光质处理的灵芝,其 POD 活性逐渐降低。黄色,绿色光质处理的灵芝,在弹孢前期其 POD 活性最低;蓝色光质处理的灵芝,在弹孢后期其 POD 活性最低。在灵芝开伞期,不同光质处理的灵芝其 POD 活性均低于对照,见图 1。



不同字母柱体间差异显著 ($P < 0.05$, 图 2 同)。

图 1 不同光质处理灵芝生长发育各时期 POD 活性变化

3.4 不同光质,不同生长时期灵芝多糖的变化

不同光质处理各时期灵芝多糖含量与对照均存在差异。现蕾期黄色、蓝色光质处理灵芝多糖含量与对照有显著差异,分别是对照的 1.45,1.23 倍。芝盖形成期各光质处理与对照均存在显著差异,对照多糖含量高于其他光质处理。开伞期,蓝色光质处理与对照有显著差异,是对照的 1.40 倍。弹孢前期绿色光质处理多糖含量显著低于对照。弹孢后期绿色、蓝色、红色光质处理与对照有显著差异,均比对照高,分别是对照的 2.74,2.25,1.19 倍。

对照、黄色、蓝色、红色光质处理前 3 个生长时期多糖含量高于后 2 个衰老时期,分别高 2.05,2.39,1.40,1.38 倍。绿色光质处理后 2 个衰老时期多糖含量高于前 3 个生长时期,高 1.20 倍,见图 2。

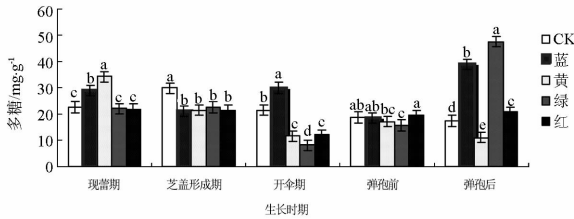


图 2 同光质处理对灵芝各生长时期多糖含量影响

3.5 光质对灵芝子实体和孢子粉产量的影响

不同光质处理,灵芝子实体产量和灵芝孢子粉产量均有差异。灵芝子实体产量对照最高,绿色、黄色次之。红色,蓝色光质处理产量较低,仅为对照的 51%,35%。灵芝孢子粉产量以红色最高,是对照的 3.47 倍。其灵芝孢子粉产量高低依次为红色 > 绿色 > 蓝色 > 黄色 > 对照,见表 3。

表 3 光质对灵芝子实体和孢子粉产量影响 g/瓶

光质	子实体	孢子粉
对照	31.06a	0.116c
黄色	20.04b	0.234b
绿色	23.10b	0.366a
蓝色	10.83d	0.342a
红色	15.69c	0.403a

4 讨论

研究发现光质处理会影响植物的生长。蓝色光质处理可降低白三叶草叶柄长度,使叶片变小^[7];绿色光质处理则能促进拟南芥黄花幼苗的快速生长^[8];红色光质处理下有助于茎的生长和节间的增大^[9]。在彩色甜椒幼苗研究中发现黄色光质和对照白色光质处理下幼苗都比较粗壮^[10]。研究发现蓝色、红色、黄色光质处理下灵芝菌盖厚度较薄,显著低于对照。绿色光质处理对灵芝形态建成有利,使灵芝子实体外观色泽较深。

对金针菇^[11]的研究发现光质影响子实体的产量,黄色光质使子实体产量提高,绿色、红色光质均导致减产。灵芝研究结果与其相一致,灵芝子实体产量以对照最高,黄色、绿色光质处理次之,蓝色、红色光质处理最低。

POD 即起保护作用又起氧化作用,活性过高时使组织所含的某些碳水化合物转化成木质素,增加木质化程度^[12-13]。开伞期灵芝木质化程度加深,此时对照 POD 活性最高,可以推测开伞期是灵芝分化

的一个重要时期。此时蓝色光质处理 POD 活性与对照无显著差异,表明蓝色光质处理对于灵芝分化无影响。其余光质处理 POD 活性显著低于对照,由于 POD 具有 IAA 氧化酶的功能^[14],黄色、绿色及红色光质处理下灵芝菌盖直径均较对照、蓝色光质处理的大。

光质处理可以影响药用植物有效成分的含量。研究发现蓝色光质对黄酮、生物碱、萜类内酯、糖苷等次生代谢物质有影响。蓝色光质促进水母雪莲愈伤组织中黄酮成分的合成^[15];对长春花愈伤组织细胞核生物碱^[16]和喜树幼苗叶片中喜树碱^[17]积累有促进作用;有利于毛地黄叶组织培养物中强心苷^[18]和白桦愈伤组织三萜^[19]的产生和积累。灵芝不同光质处理研究发现蓝色光质有助于灵芝多糖含量的积累,灵芝多糖含量显著高于对照。黄色、红色光质处理与对照差异不明显。另外对于不同光质处理灵芝三萜类成分的变化及其光质处理灵芝有效成分的调控机制还需进一步深入研究。

[参考文献]

- [1] Naoya Fukuda, Mitsuko Kobayashi-Yoshinaka, Masami Ubukawa, et al. Effects of light quality, intensity and duration from different sources on the growth of petunia (*Petunia × hybrida* Vilm.) [J]. J Japan Soc Hort Sci, 2002, 71(4):509.
- [2] 宋庆安,童方平,易霏琴,等. 光胁迫下欧洲莼的光合生理生态特性[J]. 中国农学通报,2008,24(5):166.
- [3] 徐锦堂,中国药用真菌学[M]. 北京:北京医科大学 中国协和医科大学联合出版社,1997:500.
- [4] Liu G Q, Zhang K C. Mechanisms of the anticancer action of *Ganoderma lucidum* (Leyss. ex. Fr) Karst: a new understanding [J]. J Integr Plant Biol,2005,47:129.
- [5] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2005:167.
- [6] 李晓晖,李书平,何云庆,等. 灵芝多糖的含量测定研究[J]. 中草药,1997,28(9):530.
- [7] Gautier H, Varlet-Grancher C, Baudry N. Effects of blue light on the vertical colonization of space by white clover and their consequences for dry matter distribution [J]. Ann Bot, 1997, 80: 665.
- [8] Folta K M. Green light stimulates early stem elongation, antagonizing light-mediated growth inhibition [J]. Plant physiol, 2004, 135:1407.
- [9] 魏星,顾清,戴艳娇,等. 不同光质对菊花组培苗生长的影响 [J]. 中国农学通报,2008,24(12):344.
- [10] 杜洪涛,刘世琦,张珍. 光质对彩色甜椒幼苗生长及酶活性影响[J]. 华北农学报,2005,20(2):45.
- [11] 朱坚. 不同颜色薄膜套袋对金针菇生长发育的影响[J]. 福



- 建农业科技,2000(5):14.
- [12] 赵洁,程井辰. 光因子对石刁柏愈伤组织生长过程中蛋白质含量及酶活性变化的影响[J]. 武汉植物学研究,1994,12(3):251.
- [13] 王伟英,林江波,邹晖,等. 水杨酸处理对水仙株型及抗氧化酶活性的影响[J]. 中国农学通报,2009;25(14):157.
- [14] Normanly J. Auxin metabolism [J]. *Physiol Plant*, 1997, 100: 431.
- [15] 赵德修,李茂寅,邢建民,等. 光质、光强和光期对水母雪莲愈伤组织生长和黄酮生物合成的影响[J]. 植物生理学报,1999,25(2):127.
- [16] 元英进,胡宗定. 光期和单色光对长春花愈伤组织培养的影响[J]. 植物生理学通讯,1993,29(6):471.
- [17] 戴绍军,王洋,阎秀峰,等. 滤光膜对喜树幼苗叶片生长和喜树碱含量的影响[J]. 生态学报,2004,24(5):869.
- [18] 冯敏,毛学文,陈荃. 不同光质和培养基对毛地黄叶组织培养中强心苷积累的效应研究[J]. 韶关大学学报,1994,15(4):70.
- [19] 范桂枝,詹亚光,王博,等. 光质、光周期对白桦愈伤组织生长和三萜质量分数的影响[J]. 东北林业大学学报,2009,37(1):1.

Effect of light quality on growth and polysaccharides content of *Ganoderma lucidum*

HAO Junjiang, CHEN Xiangdong, LAN Jin*

(*Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100193, China*)

[Abstract] **Objective:** To study the effect of light quality on growth, polysaccharides content of *Ganoderma lucidum*. **Method:** *G. lucidum* was planted under different light qualities. The growth of *G. lucidum* was observed and polysaccharides content was determined in different growth periods. **Result:** There were significant differences in the form of the thickness and the numbers of ringed of the fruit before the ejection. The maximum content of *G. lucidum* polysaccharides under different light qualities were appeared in different periods. The content of polysaccharides was higher than that of CK under blue light in the period of budding, parachute phase, after spore ejection. The content of polysaccharides was increased under green light in the period of growth stage. The yield of fruits and spores were different in different light qualities. **Conclusion:** The light quality could increase the content of polysaccharides in *G. lucidum*.

[Key words] *Ganoderma lucidum*; light quality; *Ganoderma lucidum* polysaccharide

doi: 10.4268/cjcm20101705

[责任编辑 吕冬梅]