

## 网顶光柄菇生物学特性及驯化栽培

丁 野<sup>1</sup>, 王 旭<sup>2</sup>, 李 玉<sup>1</sup>, 张 波<sup>1</sup>

(1. 吉林农业大学 教育部食用菌工程研究中心, 吉林 长春 130118; 2. 延边农业科学院, 吉林 延边 133000)

**摘 要:**以采自吉林省露水河的野生网顶光柄菇(*Pluteus umbrosus*)为试材, 对其进行了生物学特性和驯化栽培探究。结果表明:供试范围内网顶光柄菇菌丝的最适生长条件为 pH 5.0, 最适生长温度为 25 ℃, 最适碳源为可溶性淀粉, 最适氮源为尿素和酵母浸粉。

**关键词:**网顶光柄菇; 生物学特性; 驯化栽培; 正交实验

**中图分类号:**S 646.1<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)15-0136-05

网顶光柄菇(*Pluteus umbrosus*)属真菌界(fungi)、担子菌门(Basidiomycota)、伞菌亚门(Agaricomycotina)、伞菌纲(Agaricomycetes)、伞菌亚纲(Agaricomycetidae)、伞菌目(Agaricales)、光柄菇科(Pluteaceae)、光柄菇属(*Pluteus*)<sup>[1-2]</sup>, 又名皱盖光柄菇, 是一种分布广泛、可以食用的大型真菌, 但由于对其研究的不充分, 并没有包括在食用范畴以内。

据统计, 全球已知光柄菇属真菌约 300 余种(形态种), 其中中国近 40 种<sup>[2-4]</sup>。光柄菇属的成员产生粉红色孢子<sup>[5]</sup>。网顶光柄菇区别于此属其它种的明显特征是菌盖菌柄上有明显褐色至深褐色毛状鳞片, 菌盖中部形成暗褐色网格, 菌褶边缘暗褐色<sup>[4]</sup>。该种为北温带广泛分布种<sup>[6]</sup>, 中国(东北、西北、华中、华南)<sup>[7-9]</sup>、欧洲英国(伦敦<sup>[10]</sup>、汉普郡<sup>[11]</sup>)、斯堪的纳维亚、北美洲墨西哥<sup>[12]</sup>都有分布报道。常夏秋季单生、群生或丛生于大青杨等阔叶树的枯立木、倒木、腐木或锯木屑上<sup>[13]</sup>。

网顶光柄菇有一定的食用价值<sup>[14]</sup>, 但目前对网顶光柄菇的研究仅局限于系统分类, 对网顶光柄菇的菌丝培养、活性成分及驯化栽培尚鲜见报道<sup>[15-16]</sup>。该试验通过对网顶光柄菇的生物学特性和驯化栽培进行探讨, 以期为该菌的进一步研究、开发提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

网顶光柄菇野生子实体采自吉林省白山市露水河镇, 经常规组织分离法得到纯菌丝。采集人王旭, 菌株标号 CCMJ1632, 现保存于吉林农业大学菌种保藏中心(CCMJ)。

PDA 培养基: 马铃薯 200 g · L<sup>-1</sup>、葡萄糖 20 g · L<sup>-1</sup>、琼脂粉 20 g · L<sup>-1</sup>、加蒸馏水至 1 L、pH 自然; 用于菌丝的复壮及扩繁。

温度试验培养基: 马铃薯 200 g · L<sup>-1</sup>、葡萄糖 20 g · L<sup>-1</sup>、琼脂粉 20 g · L<sup>-1</sup>、硫酸镁 1.5 g · L<sup>-1</sup>、磷酸二氢钾 3 g · L<sup>-1</sup>、蒸馏水 1 L、pH 自然。

碳源试验培养基: 马铃薯 200 g · L<sup>-1</sup>、碳源 20 g · L<sup>-1</sup>、琼脂粉 20 g · L<sup>-1</sup>、硫酸镁 1.5 g · L<sup>-1</sup>、磷酸二氢钾 3 g · L<sup>-1</sup>、蒸馏水 1 L、pH 自然; 供试碳源分别为葡萄糖、蔗糖、可溶性淀粉、糊精、乳糖。

氮源试验培养基: 马铃薯 200 g · L<sup>-1</sup>、葡萄糖 20 g · L<sup>-1</sup>、氮源 3 g · L<sup>-1</sup>、琼脂粉 20 g · L<sup>-1</sup>、

**第一作者简介:**丁野(1992-), 男, 硕士研究生, 研究方向为大型真菌生物多样性调查。E-mail: 18743009285@sina.cn.

**责任作者:**李玉(1944-), 男, 博士, 教授, 研究方向为菌物学与植物病理。E-mail: yuli966@126.com.

**基金项目:**现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS24)。

**收稿日期:**2017-03-15

硫酸镁  $1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、磷酸二氢钾  $3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、蒸馏水  $1 \text{ L}$ 、pH 自然;供试氮源分别为硝酸铵、酵母浸粉、蛋白胨、尿素、氯化铵。

pH 试验培养基:马铃薯  $200 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、葡萄糖  $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、琼脂粉  $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、硫酸镁  $1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、磷酸二氢钾  $3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、蒸馏水  $1 \text{ L}$ ,用  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸和氢氧化钠分别调 pH 至 5、6、7、8、9。

培养料配方:78%阔叶树木屑、20%麦麸、1%石灰、1%石膏。

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 温度对网顶光柄菇菌丝生长的影响

将  $15 \text{ mL}$  的温度试验培养基倒入培养皿( $\varphi=9 \text{ cm}$ )中,接种直径为  $8 \text{ mm}$  的接种块,分别

置于 10、15、20、25、30  $^{\circ}\text{C}$  恒温培养箱中黑暗培养。接种第 2 天开始采用十字交叉法测量菌丝生长量,连续测量 6 d,每处理 4 次重复。计算菌丝平均生长速度,观察记录菌丝长势。

### 1.2.2 培养基质对网顶光柄菇菌丝生长的影响

将  $15 \text{ mL}$  碳源、氮源、pH 试验培养基倒入培养皿( $\varphi=9 \text{ cm}$ )中,接种直径为  $8 \text{ mm}$  的接种块,置于温度试验筛选出的最适温度下恒温培养箱中黑暗培养。菌丝生长速度测量方法同 1.2.1。

### 1.2.3 正交实验

以碳源、氮源、pH 和温度为因素,根据 4 因素 5 水平的正交实验设计原理,设计试验,具体方案见表 1。通过极差分析获得最佳组合。

表 1

 $L_{25}(5^4)$  正交实验设计方案

Table 1

Design scheme of  $L_{25}(5^4)$  orthogonal test

水平 Level	因素 Factor			
	碳源 Carbon source	氮源 Nitrogen source	pH	温度 Temperature/ $^{\circ}\text{C}$
1	葡萄糖 Glucose	硝酸铵 Ammonium nitrate	5	10
2	蔗糖 Sucrose	酵母浸粉 Yeast extract fermentation	6	15
3	可溶性淀粉 Soluble starch	蛋白胨 Peptone	7	20
4	糊精 Dextrin	尿素 Carbamide	8	25
5	乳糖 Lactose	氯化铵 Ammonium chloride	9	30

### 1.2.4 栽培试验

将木腐菌基础培养料  $121 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,灭菌 2 h,冷却后接种(每袋接种 5~8 个  $\varphi=8 \text{ mm}$  接种块),接种 10 袋,25  $^{\circ}\text{C}$  黑暗培养,观测子实体形态特征。

## 1.3 数据分析

试验数据采用 SPSS 软件进行统计分析( $P<0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度对网顶光柄菇菌丝生长的影响

由图 1 可以看出,网顶光柄菇的菌丝在 10  $^{\circ}\text{C}$  处未萌发生长,在 15  $^{\circ}\text{C}$  及以上的温度均可萌发生长。菌丝生长最适温度介于 20~25  $^{\circ}\text{C}$ ,更接近 25  $^{\circ}\text{C}$  的位置。故该试验认为,菌丝生长最适宜的温度为 25  $^{\circ}\text{C}$ ,其次为 20  $^{\circ}\text{C}$ ,且 2 个温度下菌丝的浓密程度和均一性没有太大差异。

### 2.2 培养基质对网顶光柄菇菌丝生长的影响

网顶光柄菇的菌丝在含有供试碳源的培养基

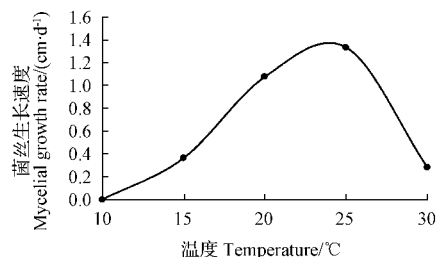


图 1 不同温度对菌丝生长的影响

Fig. 1 Effect of temperature on mycelial growth of *Pluteus umbrosus*

上均可以生长,菌丝整体成白色,边缘较弱,气生菌丝旺盛。其中在碳源为蔗糖和可溶性淀粉的培养基上生长的最快,二者的数据经 SPSS 软件分析后,显著性为 0.792,无法区分碳源的显著优势性,但是在含有可溶性淀粉的培养基上菌丝较蔗糖的略浓密一些,菌落边缘更为整齐,因此认为可溶性淀粉为最适碳源,其次为蔗糖。

网顶光柄菇的菌丝在所有的氮源培养基上均

能生长。其中在含硝酸铵、尿素、酵母浸粉的培养基中生长速度都较快且非常接近,但在含酵母浸粉的培养基中菌丝生长比较浓密均匀,生长速度比较一致,因此酵母浸粉为网顶光柄菇的最适氮源。其次是尿素,生长较稳定,气生菌丝发达。再次为硝酸铵,尽管硝酸铵的菌丝平均生长速度最快,但其生长不良好,标准差过大,且气生菌丝旺盛,因此不列为最适氮源。

网顶光柄菇菌丝在不同梯度的 pH 培养基上均可生长。其中在 pH 5、pH 8、pH 9 处生长比较好,其差异性不显著,从生长速度上无法判断出最适 pH。从菌丝的浓密程度和均一性上考虑,pH 5>pH 9>pH 8。得出结论,网顶光柄菇的最适 pH 5,其生长适应性为偏酸或偏碱的环境,在中性环境下不适宜生长。

表 2 碳、氮源和 pH 对菌丝生长的影响

Table 2 Effect of carbon,nitrogen sources and pH on the mycelial growth of *Pluteus umbrosus*

碳源	生长速度	菌丝长势	氮源	生长速度	菌丝长势	pH	生长速度	菌丝长势
Carbon	Mycelial growth	Mycelial	Nitrogen	Mycelial growth	Mycelial		Mycelial growth	Mycelial
source	rate/(cm·d <sup>-1</sup> )	growth vigor	source	rate/(cm·d <sup>-1</sup> )	growth vigor		rate/(cm·d <sup>-1</sup> )	growth vigor
葡萄糖 Glucose	1.102 5b	++	硝酸铵 Ammonium nitrate	1.082 5a	++	5	1.204 5a	+++
蔗糖 Sucrose	1.305 0a	+++	酵母浸粉 Yeast extract fermentation	1.070 5a	+++	6	1.033 0b	+
可溶性淀粉 Soluble starch	1.313 1a	+++	蛋白胨 Peptone	0.333 5c	+	7	1.010 0b	+
糊精 Dextrin	0.922 0c	++	尿素 Carbamide	1.057 0a	+++	8	1.171 3a	++
乳糖 Lactose	0.215 3d	+	氯化铵 Ammonium chloride	0.573 8b	++	9	1.229 8a	++

注:数据为 4 次重复平均值,+++密,++稀疏,+较稀疏。下同。  
Note:The data are averages of 4 repeated test,+++ dense,++ sparse,+ more sparse,the same below.

2.3 正交实验结果分析

由表 3 可知,网顶光柄菇除在 9 号培养条件下未萌发生长外,在其它 24 种条件下均可正常萌发生长。经 SPSS 主体效应分析得出结论,对菌丝生长影响力为 pH>T>C>N。其正交实验中生长最快的为 14 号培养条件(C:可溶性淀粉,N:尿素,pH:5,T:20℃)。根据正交实验的结果分

析,最适的培养条件为 pH:5,T:25℃,C:可溶性淀粉,N:尿素。由表 4 可知,氮源的显著性为 0.888>0.05,不具有显著性差异,因此,酵母浸粉与尿素均可作为最适碳源。由图 1 可知,最适温度位于 20~25℃,确定 14 号培养条件与最适培养条件并不矛盾。因此,正交实验的结果与单因素试验的结果一致。

表 3 菌丝生长的正交实验结果的直观分析

Table 3 Results of direct-viewing analysis of mycelial growth

编号	碳源(C)	氮源(N)	pH	温度(T)	生长速度	菌丝长势
No.	Carbon source	Nitrogen source		Temperature	Mycelial growth rate/(cm·d <sup>-1</sup> )	Mycelial growth vigor
1	1	1	1	1	0.245 0	+
2	1	2	2	2	0.195 0	+
3	1	3	3	3	0.346 7	++
4	1	4	4	4	0.133 3	+
5	1	5	5	5	0.272 8	+
6	2	1	2	3	0.332 0	++
7	2	2	3	4	0.588 0	+++
8	2	3	4	5	0.100 5	+
9	2	4	5	1	0.000 0	—
10	2	5	1	2	0.333 3	++
11	3	1	3	5	0.441 3	+++
12	3	2	4	1	0.134 0	+

表 3(续)  
Table 3(Continued)

编号 No.	碳源(C) Carbon source	氮源(N) Nitrogen source	pH	温度(T) Temperature	生长速度 Mycelial growth rate/(cm·d <sup>-1</sup> )	菌丝长势 Mycelial growth vigor
13	3	3	5	2	0.188 5	+
14	3	4	1	3	1.009 0	++++
15	3	5	2	4	0.430 3	+++
16	4	1	4	2	0.132 0	+
17	4	2	5	3	0.105 0	+
18	4	3	1	4	0.720 3	+++
19	4	4	2	5	0.475 2	+++
20	4	5	3	1	0.131 3	+
21	5	1	5	4	0.202 0	++
22	5	2	1	5	0.237 8	++
23	5	3	2	1	0.065 5	+
24	5	4	3	2	0.097 3	+
25	5	5	4	3	0.082 7	+
K <sub>1</sub>	0.245	0.266	0.499	0.112		
K <sub>2</sub>	0.261	0.236	0.304	0.184		
K <sub>3</sub>	0.435	0.286	0.316	0.365		
K <sub>4</sub>	0.308	0.344	0.114	0.421		
K <sub>5</sub>	0.137	0.256	0.154	0.305		
R	0.298	0.108	0.385	0.309		
主次顺序		pH>T>C>N				
优水平	C3	N4	pH1	T4		
优组合	C3N4pH1T4					

表 4  
Table 4  
菌丝生长的正交实验结果的方差分析  
Results of F-test of mycelial growth

来源 Source	偏差平方和 Type III sum of squares	自由度 df	均方 MS	F	显著性水平 Significant levels
碳源 Carbon source	0.246	4	0.061	2.325	0.144
氮源 Nitrogen source	0.029	4	0.007	0.272	0.888
温度 Temperature	0.486	4	0.122	4.603	0.032
pH	0.316	4	0.079	2.996	0.087

2.4 出菇试验结果

共栽培 10 袋网顶光柄菇。其中培养 12 周产生的子实体状况如图 2,培养 18 周产生的子实体状况如图 3。证实网顶光柄菇为可人工栽培的食用菌,并且栽培周期会严重影响其出菇品质。

3 结论

网顶光柄菇生物学特性及在人工条件下培养出菇在国内罕见报道。该菌在 PDA 培养基中菌丝生长良好,供试范围内适宜碳源为可溶性淀粉和蔗糖,适宜氮源为酵母浸粉和尿素,适宜 pH 为 5,适宜温度为 20~25℃。出菇试验表明网顶光柄菇在基础木腐菌培养料中能形成子实体,但培

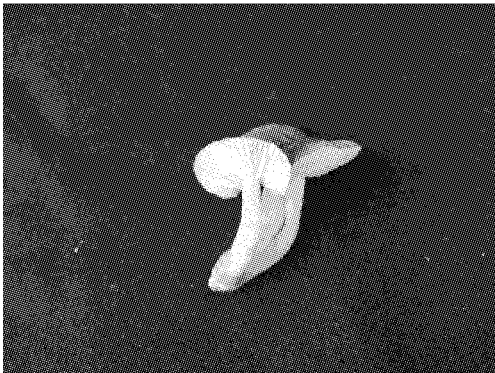


图 2 12 周  
Fig. 2 12 weeks

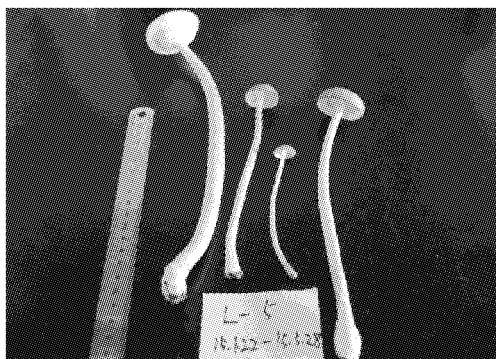


图3 18周

Fig. 3 18 weeks

养周期不同,出菇的品质不同。培养料配方的优化、培养环境条件的筛选有待进一步研究,其食药价值也有待开发利用。

### 参考文献

- [1] 李茹光. 吉林省真菌志:第一卷·担子菌亚门[M]. 吉林:东北师范大学出版社,1991.
- [2] KIRK P M, CANNIN P F, MINTER D W, et al. Dictionary of fungi[M]. 10th ed. Wallingford: CAB international, 2008.
- [3] 杨思思, 图力古尔. 中国光柄菇属已知种类及其分布[J]. 菌物研究, 2010, 8(3): 169-175.
- [4] 杨思思. 中国光柄菇属“*Pluteus* (Fr.) Quél.”真菌分类学研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2011.
- [5] ALEXOPOULOS C J. Introductory mycology [J]. The Quarterly Review of Biology, 1954, 36 (Volume 29, Number 3): 199.
- [6] 卯晓岚. 中国大型真菌[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2000.
- [7] 邵力平, 项存梯. 中国森林蘑菇[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1997.
- [8] 黄年来. 中国大型真菌原色图鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [9] 李玉, 李泰辉, 杨祝良, 等. 中国大型菌物资源图鉴[M]. 郑州: 中原农民出版社, 2015.
- [10] LEGON N W. The fungi of Norbury Park, 1974-84[J]. Bulletin of the British Mycological Society, 1985, 19(1): 50-55.
- [11] MATTOCK G. Macrofungi from a small urban area in Hampshire[J]. Mycologist, 1996, 10(2): 62-65.
- [12] RODRÍGUEZ O. El género *Pluteus*, (Agaricales, Pluteaceae) en México[J]. Revista Mexicana De Biodiversidad, 2013, 84: 128-151.
- [13] HEILMANNCLAUSEN J, CHRISTENSEN M. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests. [J]. Forest Ecology & Management, 2004, 201(1): 105-117.
- [14] 戴玉成, 周丽伟, 杨祝良, 等. 中国食用菌名录[J]. 菌物学报, 2010, 29(1): 1-21.
- [15] 王建瑞, 图力古尔. 近20年我国野生食用菌引种驯化概况[J]. 中国食用菌, 2006, 25(1): 8-11.
- [16] 吕作舟. 食用菌栽培学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

## Selected Biological Characteristics and Artificial Cultivation of *Pluteus umbrosus*

DING Ye<sup>1</sup>, WANG Xu<sup>2</sup>, LI Yu<sup>1</sup>, ZHANG Bo<sup>1</sup>

(1. Engineering Research Center of Chinese Ministry of Edible and Medicinal Fungi, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. Yanbian Academy of Agricultural Sciences, Yanbian, Jilin 133000)

**Abstract:** *Pluteus umbrosus* strain which was collected from Lushui, Jilin province was used as material, biological characteristics and the artificial cultivation were reported. The results showed mycelia derived from the mushroom fruit body grew well on PDA medium when soluble starch served as the carbon source, carbamide and yeast extract fermentation was the nitrogen source, the growth medium was adjusted to pH 5.0 and 25 °C.

**Keywords:** *Pluteus umbrosus*; biological characteristics; artificial cultivation; orthogonal test