

韩兴宝, 谢占玲. 黄绿卷毛菇生长规律的初步研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 219–222.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.072

# 黄绿卷毛菇生长规律的初步研究

韩兴宝<sup>1</sup>, 谢占玲<sup>1,2</sup>

(1. 青海大学生态环境工程学院, 青海西宁 810016; 2. 青海省高原物种质资源创新与利用重点实验室, 青海西宁 810016)

**摘要:**为探究黄绿卷毛菇的野外生长规律, 于 2014 年 7 月在青海省玉树藏族自治州对黄绿卷毛菇的野外生长进行观测。结果表明, 根据黄绿卷毛菇菌盖直径, 结合其生长速度与鳞片状态, 将黄绿卷毛菇的生长发育过程分为 5 个阶段, 即菌核期(菌盖直径 < 1 cm)、初生期(菌盖直径 1.0 ~ < 2.5 cm)、幼年期(菌盖直径 2.5 ~ < 4.5 cm)、开伞期(菌盖直径 4.5 ~ 6.5 cm)和衰败期(菌盖直径 > 6.5 cm); 黄绿卷毛菇的生长周期为 18 ~ 22 d; 降水对黄绿卷毛菇的生长具有明显的促进作用。本研究首次调研了野生条件下黄绿卷毛菇的生长发育规律, 对于解释蕈菌的生长发育机制具有指导意义。

**关键词:**黄绿卷毛菇; 生长规律; 菌盖直径; 降雨

**中图分类号:**S646.1+10.1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2015)06-0219-04

黄绿卷毛菇(*Floccularia luteovirens*)<sup>[1]</sup> 别称金蘑菇、黄环菇、黄蘑菇<sup>[2]</sup>, 主要分布于青藏高原海拔 3 200 ~ 4 800 m 的草甸上, 具有较高的营养价值和生态学功能。目前对黄绿卷毛菇的报道较少, 更未见野外观测记录, 野外观测可以直观地获得研究对象的第一手资料, 有利于阐释其与环境因子相互作用的规律, 在生物研究中具有重要作用。目前对动植物及细

菌等的生长规律有较完善的研究和系统的描述<sup>[3-5]</sup>, 但缺乏对蕈菌生长规律的研究。为了探究黄绿卷毛菇在野外环境中的生长规律及受水分影响的特点, 笔者在黄绿卷毛菇发生时节进行野外考察、观测、研究、分析, 获得了其生长发育的初步数据和分析结论。

## 1 材料与方法

### 1.1 调研地

为避免人为采摘及其他非自然因素的干扰, 选择青海大学-清华大学三江源高寒草地生态环境野外监测站院作为本次观测的观测点, 调研地面积为 1 万 m<sup>2</sup> 且基本没有遮光物, 受人类活动影响小。经纬度为 33°24'30"N, 97°18'00"E, 海拔 4 270 m, 高原高寒气候, 年均温 2.9 °C, 1 月均温 -7.5 °C, 7

收稿日期: 2014-12-18

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 31260021); 青海省科技资助项目(编号: 2014-Z-903)。

作者简介: 韩兴宝(1993—), 男, 山东莱芜人, 研究方向为真菌。E-mail: hxbllws@126.com。

通信作者: 谢占玲, 博士, 教授, 研究方向为真菌及酶学。E-mail: xiezhanling2012@126.com。

[8] Pielou E C. Ecological diversity[M]. New York: Wiley-Interscience Publication, 1975: 1-165.

[9] Odum E P. Principles and concepts pertaining to organization at the community level[M]//Odum E P. Fundamentals of ecology. Philadelphia, PA: Saunders, 1971: 140-161.

[10] 朱毓霞, 宋杰, 肖文娟. 中江石泉丹参丛枝菌根真菌鉴定[J]. 中药与临床, 2011, 2(3): 17-20.

[11] 旦巴, 何燕, 卓嘎, 等. SDS 法和 CTAB 法提取西藏黄籽油菜干种子 DNA 用于 SSR 分析[J]. 西藏科技, 2011(8): 9-11.

[12] 田恩静. 中国球盖菇科几个属的分类与分子系统学研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2011.

[13] 卢素锦, 李军乔, 陈刚, 等. 青海黄绿蜜环菌植被类型及伴生植物的初步调查[J]. 食用菌, 2006, 28(3): 4-5.

[14] 王启兰, 姜文波, 陈波. 黄绿蜜环菌蘑菇圈生长对土壤及植物群落的影响[J]. 生态学杂志, 2005, 24(3): 269-272.

[15] 王文颖, 王启基, 姜文波, 等. 黄蘑菇的生长对草地植被及土壤的影响[J]. 草业学报, 2004, 13(4): 34-38.

[16] 宋培玲, 郝丽芬, 李欣州, 等. 丛枝菌根真菌特性及其提高植物抗病性的研究进展[J]. 内蒙古农业科技, 2013(3): 84-85, 106.

[17] 毛爱军. VA 菌根诱导植物抗病性研究概述[J]. 长江蔬菜,

2005(2): 38.

[18] 祝文婷, 陈为京, 陈建爱, 等. 丛枝菌根真菌提高植物抗盐胁迫能力的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(5): 2061-2062, 2221.

[19] 王桂君, 张丽辉, 赵骥民, 等. 盐性条件下的 AM 真菌以及 AM 真菌提高植物耐盐性研究[J]. 长春师范学院学报: 自然科学版, 2004, 23(4): 64-68.

[20] 佟丽华, 侯卫国. 菌根生理机能及其在污染土壤修复中的应用[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(17): 19-22.

[21] 陈梅梅, 陈保冬, 许毓, 等. 菌根真菌对石油污染土壤修复作用的研究进展[J]. 生态学杂志, 2009, 28(6): 1171-1177.

[22] Garbaye J. Helper bacteria: a new dimension to them corrhizal symbiosis[J]. New Phytologist, 1994, 128: 197-210.

[23] Barea J M, Azcón R, Azcón-Aguilar C. Mycorrhizosphere interactions to improve plant fitness and soil quality[J]. Antonie Van Leeuwenhoek, 2002, 81(1/2/3/4): 343-351.

[24] Wang F Y, Lin X G, Yin R. Effect of arbuscular mycorrhizal fungal inoculation on heavy metal accumulation of maize grown in a naturally contaminated soil[J]. International Journal of Phytoremediation, 2008, 9(4): 345-353.

月均温 12.5℃, 年降水量 487 mm<sup>[6]</sup>。

## 1.2 研究材料

观测时, 选定调研地已发生的所有黄绿卷毛菇, 以黄绿卷毛菇菌盖直径作为衡量其个体大小的依据, 按从小到大的顺序对其编号为 F1~F19。

## 1.3 研究方法

1.3.1 测量及记录 每天 09:00、14:00、17:00 用游标卡尺对黄绿卷毛菇的菌盖直径进行测量, 并拍摄照片。

1.3.2 黄绿卷毛菇生长规律探究 (1) 对比同一个黄绿卷毛菇在不同观测时间生长发育形态照片, 对黄绿卷毛菇鳞片及菌盖变化进行分析。(2) 对黄绿卷毛菇菌盖直径记录作图, 根据黄绿卷毛菇菌盖直径, 结合其生长速度与鳞片状态, 划分黄绿卷毛菇生长发育时期, 借助 SPSS 的 Duncan's multiple range test 功能对分组方式的可靠性进行检测。(3) 根据观测期间黄绿卷毛菇的生长情况, 分析并计算各个时期黄绿卷毛菇生长用时, 绘制黄绿卷毛菇生长折线图, 比较不同生长期黄绿卷毛菇的生长速度 (以菌盖直径日均增长量作为生长速度衡量依据, 下同)。

1.3.3 人工增湿及降水对黄绿卷毛菇生长的影响 蘑菇子实体中的水分含量达 90% 左右<sup>[7]</sup>, 其生长旺盛期 7 月、8 月<sup>[8]</sup> 是玉树 1 年中降水最多的时节 (平均降水量分别为 102.1、

83.9 mm, 占全年总降水量 40% 左右), 湿度也是最高的<sup>[8-9]</sup>, 为探究水分因素对黄绿卷毛菇发生的影响, 笔者进行了人工增湿、降水与黄绿卷毛菇生长关系的分析: (1) 对观测点的降水情况进行实时观测。(2) 随机选取部分 (6 个) 黄绿卷毛菇 (F3、F9、F11、F12、F15、F17), 于 09:00、14:00、17:00 进行浇水处理 (浇水时间为观测第 2 天, 每个黄绿卷毛菇每次浇水水量为 1 L, 范围为 30 cm × 30 cm)。(3) 借助 SPSS 软件的 Independent samples *t* test 功能, 分析人工增湿与降水对黄绿卷毛菇生长的影响。

## 2 结果与分析

### 2.1 黄绿卷毛菇鳞片及菌盖变化分析

图 1 显示, 观测后 1 d 黄绿卷毛菇还未完全开伞, 4 d 后黄绿卷毛菇已经逐渐衰败, 表明黄绿卷毛菇从完全成熟到衰亡需 3~4 d。观测中发现, 开伞初期的黄绿卷毛菇鳞片不明显, 发育过程中鳞片分层现象逐渐显现, 从菌盖中部向四周延伸。不同生长期黄绿卷毛菇鳞片差异较大, 表明鳞片状态可以作为区分黄绿卷毛菇生长期的依据。部分黄绿卷毛菇在完全开伞之后, 会出现菌盖开裂现象, 标志着衰败的开始, 衰败期的黄绿卷毛菇有明显的菌盖皱缩现象。



A. 1 d, 菌盖直径 5.6 cm



B. 2 d, 菌盖直径 6.7 cm



C. 3 d, 菌盖直径 7.9 cm



D. 4 d, 菌盖直径 7.7 cm

菌盖直径为当天 3 次记录的平均值, 上图蘑菇为 F17

图1 黄绿卷毛菇鳞片及菌盖变化

### 2.2 黄绿卷毛菇生长期划分

根据观测期间黄绿卷毛菇生长速度、菌盖直径的大小及鳞片状态, 将其生长发育过程分为 5 个阶段: 直径 < 1 cm 的黄绿卷毛菇, 观测期间没有菌盖直径的变化, 鳞片不明显, 为菌核期; 菌盖直径为 1~<2.5 cm, 观测期间平均增长量为 (0.06 ± 0.06) cm/d, 生长不明显, 有较少鳞片, 为初生期; 菌盖直径为 2.5~<4.5 cm, 观测期间平均增长量为 (0.55 ± 0.02) cm/d, 增长较明显, 鳞片分层现象显现, 为幼年期; 菌盖直径为 4.5~6.5 cm, 观测期间平均增长量为 (0.71 ± 0.16) cm/d, 生长最快, 鳞片分层现象明显, 为开伞期; 菌盖直径为 6.5 cm 以上, 观测期间平均增长量为 0.07 cm/d, 生长不明显且在形态上有衰败趋势, 为衰败期 (分析图 2, 并结合观测期间拍摄照片分析后得出)。从图 3 可以看出, 不同生长期黄绿卷毛菇的形态 (菌盖直径、鳞片、菌盖边缘等) 有较

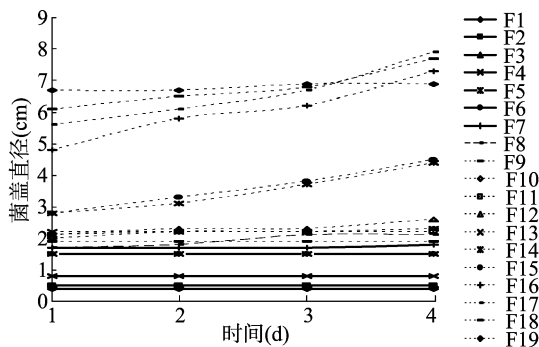


图2 黄蘑菇菌盖直径变化

大差异。

对不同生长期黄绿卷毛菇菌盖直径日均增长量进行 Duncan's multiple range test 检验, 结果 (图 4) 表明, 菌核期、初

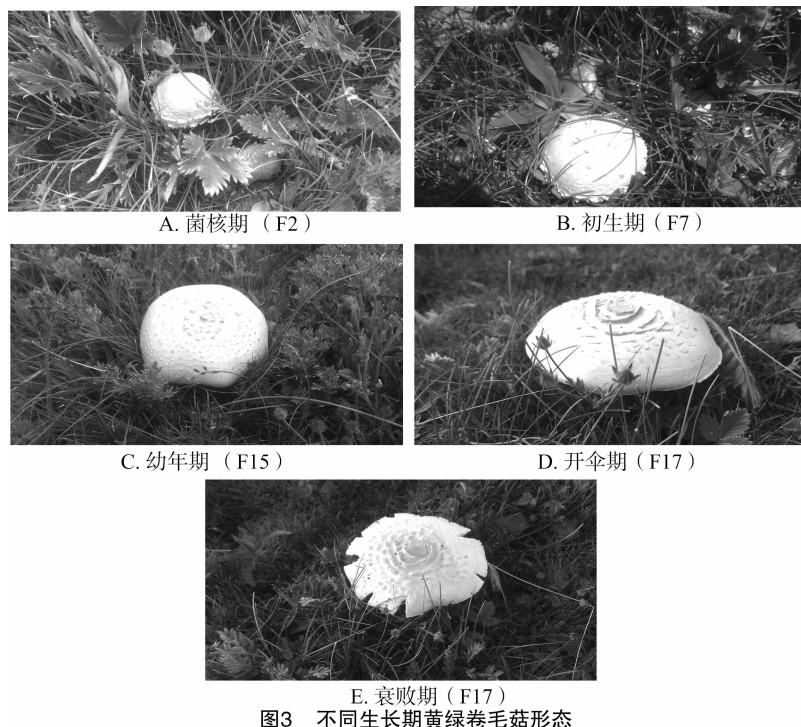
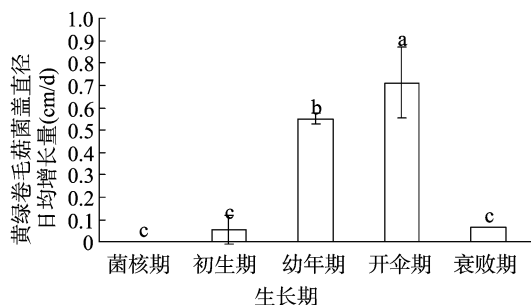


图3 不同生长期黄绿卷毛菇形态

生期、幼年期、开伞期及衰败期的黄绿卷毛菇菌盖直径日增长量存在显著差异 ( $P < 0.10$ ), 表明上述黄绿卷毛菇生长时期划分方式可靠。



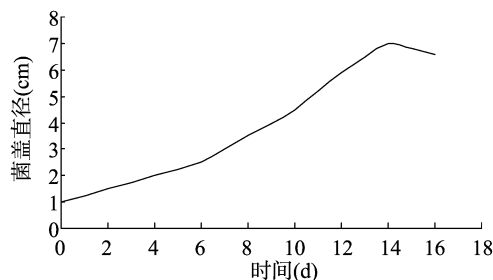
不同小写字母表示在 0.10 水平上差异显著; 下同

图4 不同生长期黄绿卷毛菇菌盖直径日均增长量统计

### 2.3 黄绿卷毛菇生长发育规律研究

观测期间, 菌核期黄绿卷毛菇的菌核直径没有变化 (图 2), 表明菌核期的持续时间为 3 d (如 F1); 观测初期为初生期的黄绿卷毛菇, 在观测结束时进入了幼年期 (如 F12), 结合观测期间黄绿卷毛菇的生长速度, 计算出初生期持续时间为 5~6 d; 观测初期为幼年期的黄绿卷毛菇, 在观测结束时进入了开伞期 (如 F15), 结合观测期间黄绿卷毛菇的生长速度, 计算出幼年期的持续时间为 4~5 d; 开伞期的部分黄绿卷毛菇在观测结束时进入了衰败期 (如 F16、F17), 结合观测期间黄绿卷毛菇的生长速度, 计算出开伞期持续时间为 3~4 d; 衰败期持续时间为 3~4 d。综合各个时期的生长时间, 计算出野外黄绿卷毛菇生长的周期为 18~22 d。根据不同生长期黄绿卷毛菇的生长情况, 绘制不同生长期黄绿卷毛菇菌盖直径变化图 (图 5), 图 5 中除衰败期以外的其他时期菌盖直径变化曲线拟合方程为  $y = 1.0981e^{0.414x}$ ,  $r^2 = 0.9959$ 。

结合图 4、图 5, 对不同生长期黄绿卷毛菇生长速度进行



对统计数据及观测期间黄绿卷毛菇的生长情况进行分析后绘制 (菌核期未包括在内), 初生期为前 6 d, 幼年期为 7~10 d, 开伞期为 11~13 d, 衰败期为 14~16 d

图5 不同生长期黄绿卷毛菇菌盖直径变化

分析后发现, 初生期的黄绿卷毛菇生长最慢, 幼年期的黄绿卷毛菇较初生期稍快, 开伞期的黄绿卷毛菇生长最快, 衰败期的黄绿卷毛菇有明显的皱缩。

### 2.4 黄绿卷毛菇生长与水分关系分析

2.4.1 人工增湿对黄绿卷毛菇生长的影响 对人工增湿后与其生长情况进行比较可知, 浇水后 1 d, 6 个黄绿卷毛菇平均增长量为  $(0.18 \pm 0.29)$  cm/d, 浇水之前的平均增长量为  $(0.22 \pm 0.23)$  cm/d, 两者差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 即人工增湿对黄绿卷毛菇生长的促进作用不明显。其中, 菌核期和幼年期的黄绿卷毛菇菌盖直径几乎没有变化, 幼年期及开伞期黄绿卷毛菇菌盖直径稍有增长。

2.4.2 降水对黄绿卷毛菇生长的影响 根据表 1 可知, 7 月 29 日有降水, 对观测期间有较明显增长 (观测期间菌盖直径增长量  $> 0.1$  cm) 的 F8、F10、F12、F14、F15、F16、F17、F18、F19 号蘑菇分析后可知, 降水后黄绿卷毛菇的平均增长量为  $(0.56 \pm 0.47)$  cm/d, 降水之前的增长量为  $(0.32 \pm 0.23)$  cm/d, 差异显著 ( $P < 0.1$ ), 说明降水对黄绿卷毛菇的生长有明显的促进作用。对降水前后不同生长期黄绿卷毛菇

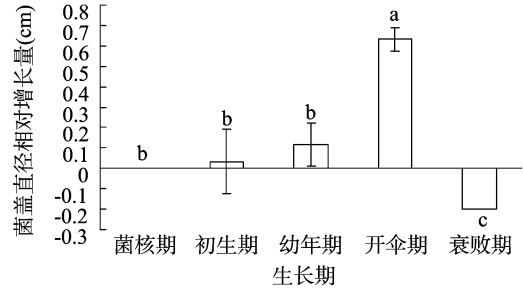
表 1 观测期间气象情况记录<sup>[9]</sup>

时间 (d)	日最高温度 (℃)	夜最低温度 (℃)	降水量 (mm)
1	22	7	0
2	23	9	0
3	19	9	10
4	19	10	0

注:温度信息采用天气预报数据,降雨为实地观测。

菌盖直径相对增长量进行统计后作图(图 6)。

对图 6 分析后发现,降水之后,黄绿卷毛菇的菌核直径没有变化,但降水可能对菌核内部营养物质的积累有促进作用;降水对开伞期黄绿卷毛菇生长的促进作用最显著;降水对幼年期及初生期黄绿卷毛菇生长有较弱的促进作用;衰败期的黄绿卷毛菇在降水期间有菌盖皱缩趋势。



图中数据为降水后 1 d 黄绿卷毛菇增长量与降水前 1 d 黄绿卷毛菇增长量差值

图 6 降水前后不同生长期黄绿卷毛菇菌盖直径的相对增长量

综上所述,黄绿卷毛菇的生长阶段可分为 5 个时期,即菌核期(菌盖直径 < 1 cm)、初生期(1 ~ < 2.5 cm)、幼年期(2.5 ~ < 4.5 cm)、开伞期(4.5 ~ 6.5 cm)和衰败期(6.5 cm 以上)。开伞期的黄绿卷毛菇生长最快,幼年期次之,菌核期及初生期最慢,衰败期的黄绿卷毛菇有明显的皱缩现象。黄绿卷毛菇生长周期为 18 ~ 22 d。人工增湿未见对黄绿卷毛菇生长有显著的促进作用。降水对开伞期黄绿卷毛菇生长的促进作用最显著,对幼年期及初生期的黄绿卷毛菇有较弱的促进作用。

3 结论与讨论

菌核是一团压实的菌丝形成的球状结构,其内部为疏松组织,外部为拟薄壁细胞,直径从小于 1 mm 到大于 20 cm 不等,在合适环境下发育成子实体,对其化学成分也已有所研究<sup>[10-11]</sup>。此次观测中,黄绿卷毛菇的菌核直径从 0.4 cm 到 1 cm 不等,观测期间菌核期的黄绿卷毛菇菌盖直径没有变化,可能是个体较小的黄绿卷毛菇在为生长发育进行营养物质的积累,在菌盖直径上并未有所体现。

蘑菇圈是受地下菌丝体限制而长成的一圈蘑菇,蘑菇圈上蘑菇成带状或圈状分布,蘑菇圈上微生物数量及营养成分含量均高于圈外,且蘑菇圈上的植物通常有增绿的现象,称为增绿带,枯草环是增绿带上的黄绿卷毛菇对环上土壤养分过度消耗而造成的植物提前枯败的现象<sup>[12-15]</sup>。观测期间,发现草地上有明显的增绿带,近椭圆形,直径 10 m,但未在增绿带上发现蘑菇,也未发现植物枯败的现象,这可能是之前存在的蘑菇产生的增绿带,表明增绿带成为枯草环仍需较长时间。

相对于降水,人工增湿对黄绿卷毛菇生长的促进作用并不明显[两者促进作用差异显著, ( $P < 0.1$ )],可能是因为黄绿卷毛菇生长对湿度的要求是连续的,而人工增湿带来的湿度增加不够持久;降水会对黄绿卷毛菇周边的植物起作用,进而影响植物与黄绿卷毛菇间的物质交换,而人工增湿范围不够大;人工增湿与降水都能提高土壤湿度,但相对于人工增湿,降水对空气湿度的影响更明显、持久,表明高空湿度可能是促进黄绿卷毛菇生长发育的主要原因之一。

野外条件下的黄绿卷毛菇生长迅速,而目前实验室培养的黄绿卷毛菇菌丝体生长缓慢且难以形成与野生黄绿卷毛菇形态相近的子实体<sup>[16-17]</sup>,可能是因为黄绿卷毛菇菌丝体培养基的营养成分不适宜,缺乏生物因子,实验室培养条件过于封闭、单一等,可见黄绿卷毛菇对生活环境的要求相当严格。

如果能对黄绿卷毛菇及其周围植物的生长情况进行系统的同步观测,更有利于解释黄绿卷毛菇的生长发育规律,这也是未来野外观测的侧重点之一。

参考文献:

[1]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.

[2]周连玉. 黄绿蜜环菌的研究概述[J]. 安徽农学通报,2010,16(3):52-53,60.

[3]刘 华. 微生物生长的测定方法[J]. 神州,2013(6):50.

[4]李 勇,蔡辉益,刘国华,等. 国外利用生长模型预测动物生长及体组分的研究进展[J]. 当代畜禽养殖业,2011(9):59-64.

[5]欧中斌,廖桂平,喻 飞. 虚拟植物生长建模[J]. 系统仿真学报,2006,18(增刊):291-294.

[6]新华网青海频道[EB/OL]. [2014-12-01]. [http://www.qh.xinhuanet.com/yushutach/2010-04/16/content\\_19543629.html](http://www.qh.xinhuanet.com/yushutach/2010-04/16/content_19543629.html).

[7]蔡为明. 双孢蘑菇栽培技术讲座(二)——双孢蘑菇生长发育所需要的环境条件[J]. 浙江食用菌,2010,18(1):14-16.

[8]王文颖,王启基,姜文波,等. 黄蘑菇的生长对草地植被及土壤的影响[J]. 草业学报,2004,13(4):34-38.

[9]中国天气[EB/OL]. [2014-12-01]. <http://www.weather.com.cn/html/cityintro/101150601.shtml>.

[10]Waters H,Moore D,Butler R D. Morphogenesis of aerial sclerotia of *Coprinus lagopus*[J]. New Phytologist,1975,74(2):207-213.

[11]Chen L,Zhang B B,Chen J L,et al. Cell wall structure of mushroom sclerotium (*Pleurotus tuber-regium*): Part 2. fine structure of a novel alkali-soluble hyper-branched cell wall polysaccharide[J]. Food Hydrocolloids,2014,38:48-55.

[12]赵 吉,邵玉琴,包青海. 草原蘑菇圈的土壤-植物系统研究[J]. 生物学杂志,2003,22(5):43-46.

[13]宋 超,图力古尔. 蘑菇圈形成机理及其生态学意义[J]. 中国食用菌,2007,26(6):9-13.

[14]刁治民,朱锦福,熊 亚,等. 青海高寒草甸“蘑菇圈”的研究[J]. 青海师范大学学报:自然科学版,2004(4):75-78.

[15]赵 吉,孙 维,柳海鹰,等. 草原蘑菇圈土壤生物化学活性的比较研究[J]. 内蒙古大学学报,1999,30(1):99-103.

[16]魏永林. 野生黄蘑菇人工栽培试验初探[J]. 青海气象,2002,2(19-24):35.

[17]李海波,吴学谦,王立武,等. 青藏高原黄绿蜜环菌纯培养菌种的分离培养及分子鉴定[J]. 菌物学报,2008,27(6):873-888.