

褐环粘盖牛肝菌生态学特性研究

应国华¹, 吕明亮¹, 陈奕良², 陈连庆³, 梅建伟², 贾亚妮⁴, 姚月华²

(1 浙江省丽水市林业科学研究所, 浙江丽水 323000;

2 浙江省庆元县庆元林场, 浙江庆元 323800;

3. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江富阳 311400;

4 浙江省丽水市农业局, 浙江丽水 323000)

摘要: 对低海拔马尾松林中冬季出菇的优良菌根食用菌褐环粘盖牛肝菌(*Suillus luteus*), 进行了3 a的调查观测, 研究了其形态特征、子实体发生发育、子实体发生的林分结构以及气象因子, 揭示了褐环粘盖牛肝菌子实体发生与气象、植被、土壤关系。提出决定褐环粘盖牛肝菌等菌根食用菌子实体能否发生和发生最大产量的根本因素是共生树种类型、立地、林分结构、土壤; 降雨量、温度等气象因子是决定每年子实体发生的时间和当年产量高低的关键。

关键词: 褐环粘盖牛肝菌; 形态特征; 生物生态学

中图分类号: S646.3 文献标识码: A

A Study on Ecological Characteristics of *Suillus luteus* (L.: Fr) Gray

YING Guo-hua¹, LUMing-liang¹, CHEN Yi-liang², CHEN Lian-qing³, MEI Jian-wei², JIA Ya-ni⁴, YAO Yue-hua²

(1. The Forestry Research Institute of Lishui City, Zhejiang Province, Lishui 323000, Zhejiang, China; 2. Qingyuan Forestry Farm of Qingyuan County,

Zhejiang Province, Qinyuan 323800, Zhejiang, China; 3. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400,

Zhejiang, China; 4. The Agriculture Bureau of Lishui City, Zhejiang Province, Lishui 323000, Zhejiang, China)

Abstract: The excellent edible fungus *Suillus luteus* appeared in winter in the low altitude in the masson pine stand. Through 3 years of investigation and observation, the morphological character, the embryology and development of fruit bodies, the forest stand structure where the fruit bodies occurred and the weather factors were studied. It revealed the relationship between the growth of *Suillus luteus* fruit bodies and the weather, plant and soil. It pointed out the main factors determining the growth of fruit bodies of the edible fungus *Suillus luteus* and the greatest yield were accompanying tree species, site, forest stand structure and soil; while the rainfall and temperature were the key factors affecting the occulating time and yield of fruit bodies in the current year.

Key words: *Suillus luteus*; morphological character; bioecology

褐环粘盖牛肝菌[*Suillus luteus* (L.: Fr) Gray] 隶属于担子菌门(Basidiomycota)、层菌纲(Hymenomycetes)、伞菌目(Agaricales)、牛肝菌科(Boletaceae)、粘盖牛肝菌属(*Suillus* Gray), 属广布种, 在全国有分布, 是一种与松属(*Pinus* Linn.) 植物共生的菌根食

用菌^[1], 在浙江省主要与马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.) 共生(在海拔800 m以上与黄山松(*P. taiwanensis* Hayata) 共生。该菌色泽鲜艳, 菌肉口感软而粘滑, 菌管部分脆嫩, 味道鲜美。在浙江省丽水市褐环粘盖牛肝菌发生在冬季, 该季节其它优良的野生食

收稿日期: 2005-01-14

基金项目: 浙江省自然科学基金项目“褐环粘盖牛肝菌菌塘发育及出菇机理研究(M303509); 浙江省丽水市科技局重点项目“牛肝菌菌根成因及仿生栽培技术研究”(2001003)

作者简介: 应国华(1963-), 男, 浙江缙云人, 高级工程师, 在读硕士研究生。

用菌发生很少,因而具有很高的开发价值。该菌目前还无法进行人工栽培^[2]。利用的方式是野生状态下的人工采收,不能满足社会日益增长的需求。为此,本文通过对褐环粘盖牛肝菌生态学特性的研究^[3],为共生菌形成机制及人工促繁、菌根林培育技术研究提供依据^[4,5]。

1 研究地点与方法

1.1 研究地点

位于丽水市城西百果园, 28° 27' N, 119° 12' E。气候属亚热带季风气候,四季分明,冬季温和、春季回暖早、夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥。年平均气温 18.1 °C,最热月为 7 月(29.3 °C),最冷月在 1 月(6.4 °C)。年均降水量 1 379 mm,且多集中在 7、8 月份。全年无霜期在 237 d 左右。地貌为城郊低山区,坡度 20°左右,海拔 120 m 左右,基岩为凝灰岩,土壤类型为红壤。

1.2 研究方法

1.2.1 定位观测地的设置 观测与调查点选在马尾松与雷竹(*Phyllostachys praecox* C. D. Chu et C. S. Chao f. *prevernalis* S. Y. Chen et C. Y. Yao) 交界的雷竹林内。定位观测设在一块坡度较缓的雷竹林内,面积为 0.07 hm²,采用铁丝网围栏,内设气象因子观测仪器。

1.2.2 子实体发育 选定观测个体,记载其逐日发育状况、子实体特征、通过烘干测定折干率等。

1.2.3 不同立地植被的产量调查 分 4 个样地进行,不同立地分 2 类,植被每个样地 1 类,统计产量。

1.2.4 不同年份、气候条件下的产量调查 另在雷竹林样地内划出一块 30 m²,连续进行产量调查,采收子实体,统计出菇时间、质量及数量,观测不同年份、不同气候条件下的出菇时间和产量。

1.2.5 林分调查 子实体发生林的树种组成、树龄、郁闭度调查。

1.2.6 土壤调查 子实体发生林土壤的理化性质及含水量测定。通过土壤取样分析检测土壤的理化性质,通过出菇期间每隔 5 d 取土样(0~ 20 cm 深度)1 次,每次 3 个重复,测定出菇期间土壤含水率的变化。

1.2.7 气象观测项目 主要观测记录出菇期间的林内空气温度、空气相对湿度、以及降雨量。

1.2.8 子实体发生与生态条件的关系 通过上述生态因子的调查研究结合子实体发生产量的观察统

计,分析褐环粘盖牛肝菌子实体发生与生态条件的关系。

2 结果与分析

2.1 褐环粘盖牛肝菌子实体形态

据观察褐环粘盖牛肝菌基本形态特征为:菌盖扁半球形至近扁平,直径 3~ 12 cm,湿时粘滑,淡黄色或黄褐色,干后有光泽。菌肉淡黄色,受伤后不变色。菌管鲜黄色,管口三角形,直生或延生,不易分离。菌柄近柱形,淡黄褐色,长 1.5~ 7.0 cm,全柄略等粗或下部稍粗,直径 0.9~ 2.4 cm,实心,菌柄上部常具小腺点。菌环在菌柄上部,易脱落,孢子印淡黄褐色至黄褐色,圆形至椭圆形,7.1~ 10 μm × 2.8~ 3.5 μm。上述形态特征的观查发现,与文献[6]的记载一致。

2.2 子实体发生发育

褐环粘盖牛肝菌子实体发生在秋冬、早春,呈散生或群生。在丽水市郊区林科所百果园的褐环粘盖牛肝菌的自然发生期多在 11 月初到翌年 4 月上中旬,具体的发生高峰期与该时期内具体的天气状况有关,有发生在马尾松林缘,但与马尾松相邻的条件相似的湿地松(*P. elliotii* Engelm.)林地没有褐环粘盖牛肝菌发生,在市林科所百果园的马尾松林缘雷竹林内发现发生密度明显高于马尾松林,呈明显的圆弧形向雷竹林扩展,与马尾松根系生长方向一致,每年的推进距离为 0.6~ 1.2 m,在非出菇季节,出菇部位(菌塘)的枯枝落叶下土面没有菌丝,土中菌丝也稀少,而进入出菇季节,其枯枝落叶下土面菌丝增多,逐渐密集、趋浓变白,但也有的出菇菌塘到出菇时菌丝较稀淡。在适宜的环境条件下,菌塘内的菌丝分化产生原基,原基初始的形状是白色长形小棒状,长约 0.5 cm,直径 2 mm,这是所见的最小原基,以后从顶端分化出菌盖,先为白色,后变为淡褐色,此时若除去落叶或触动菇蕾,菇蕾就会死亡,如此阶段天气持续过干也会导致原基死亡。随着菇蕾的生长、发育,菌柄变粗、增长,菌盖变大、变厚,当菌盖由幼时半球形趋于平展时,菌膜开始破裂,并在菌柄上留下菌环,颜色变为褐色。当菌盖趋于平展时,孢子开始大量散发,菌管也由黄色变为污黄色,以后子实体从菌管开始腐烂。并会在其上发现许多取食子实体的幼虫。褐环粘盖牛肝菌从原基到成熟到老(过熟)整个过程 8~ 12 d。湿度大、气温较高,发育就快,时间就短。出菇后天气连续干燥,子实体生长较慢,

个体往往较小, 质量轻, 且容易干枯。

褐环粘盖牛肝菌菌盖生长速度与子实体法余年阶段、温度关系密切, 在子实体幼小时尤其明显(见表1), 如1月27—29日3 d, 气温高的1月27日比气温低的1月28—29日2 d的生长量要大, 但随着子实体的长大, 菌盖生长速度明显加快, 即使温度较低, 但菌盖日生长量比幼小时要快, 如2月1日, 2月2—5日, 日均气温仅为5.3℃、7.8~8.1℃, 但日均生长量却达0.9 cm和1.05 cm, 比1月27日8.5℃的日均生长量0.5 cm高出近1倍, 当达到9.9 cm

后, 子实体进入成熟期, 生长速度开始下降, 如2月6—7日两天虽温度达13.8℃(在观测中最高)但菌盖日生长量只有0.65 cm, 比2月1日, 2月2—5日, 日均气温仅为5.3℃、7.8~8.1℃, 但日均生长量却达0.9 cm和1.05 cm要低的多。据观察, 褐环粘盖牛肝菌子实体从原基发生到长大成熟的时间与气温关系较大, 温度的高低可以提早或延迟子实体的长大成熟时间1~3 d。子实体的折干率随出菇时期的空气湿度大小而变化, 一般在9.2%~9.8%(见表2)。

表1 褐环粘盖牛肝菌的菌盖生长速度与温度的关系

日期(月-日)	01-25	01-26	01-27	01-28	01-29	01-30	01-31	02-01	02-02-02-05	02-07
直径/cm		1.8	2.3	2.6	3.0	3.3	3.8	4.7	9.9	11.2
日均生长量/(cm·d ⁻¹)			0.5	0.3	0.4	0.3	0.5	0.9	1.05	0.65
气温/℃	6.6	7.5	8.5	7.9	8.0	8.6	7.3	5.3	7.8~8.1	13.8

表2 子实体鲜质量及干物质率测定结果

编号	盖径/cm	柄长/cm	柄粗/cm	鲜质量/g	干质量/g	折干率/%
1	8×10	4.5	1.8	45.3	4.35	9.6
2	8.7×8	3.8	1.5	31.0	2.85	9.2
3	10.1×9.5	3.5	1.7	45.3	4.45	9.8
4	9.8×9.8	4.5	1.9	51.5	4.48	8.7

2.3 林分结构

2.3.1 树种组成 丽水产的褐环粘盖牛肝菌生长在以马尾松(高海拔为黄山松)为优势树种的纯林、针阔混交林或马尾松林缘的雷竹林内, 除马尾松外, 还有香樟 *Cinnamomum camphora* (L.) Presl, 木 *Loropetalum chinense* Oliv.、赤楠 *Syzygium buxifolium* Hook. et Arn.、米槠 *Castanopsis carlesii* (Hemsl.) Hayata, 白栎 *Quercus fabri* Hance、椴子 *Gardenia jasminoides* Ellis, 米花饭 *Vaccinium sprengelii* (D. Don) Sleumer, 微毛柃 *Eurya hebeclados* Ling, 冬青 *Ilex purpurea* Hassk.、拔葵 *Smilax china* L.、木莓 *Rubus swinhoii* Hance、石斑木 *Rhaphiolepis indica* (L.) Lindl.、杨梅 *Myrica rubra* (Lour.) Sieb. et Zucc.、杜鹃 *Rhododendron simsii* Planch.、雷竹 *Phyllostachys praecox* f. *prevernalis* S. Y. Chen et C. Y. Yao, 四季竹 *Semiaeundinaria rutroligula* MakCl, 芒萁 *Dicranopteris pedata* (Houtt.) Nerrh.、芒 *Miscanthus sinensis* Anderss.、蕨 *Pteridiaceae aquilinum* (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw 等, 灌木稀疏, 下层以蕨类中的芒萁占绝对优势, 莎草、芒、蕨等杂草也有分布。通过在丽水市郊百果园2002、2003年两个出菇季节设立的3个有代表性的样地调查,

林下植被对褐环粘盖牛肝菌发生量有较大关系, 马尾松纯林林下被芒萁覆盖的, 由于光照、温湿度等的制约, 褐环粘盖牛肝菌没有发生, 马尾松纯林下裸露地上, 一个发生季节能发生1~2批子实体, 每批发生的数量也少, 而马尾松纯林边缘雷竹林内, 林下植被种类和数量均少, 季节性生长以蕨类为主, 地表覆有枯落的竹叶, 厚度在2 cm以下, 一个发生季节能发生3~4批子实体, 经人工干预措施, 能够发生6批子实体。

2.3.2 树龄 在调查的马尾松树龄为18~28年生, 是人工次生林, 山下部是由马尾松林改营造的柑桔园、毛竹园及其它果园, 褐环粘盖牛肝菌发生的马尾松林缘雷竹林为1992年砍伐马尾松后营造的。但在由遗留的几棵树龄为12年生的马尾松树边发现褐环粘盖牛肝菌的发生, 说明褐环粘盖牛肝菌发生的林龄可以在12~28 a。

2.3.3 郁闭度 林内郁闭度不同对褐环粘盖牛肝菌的发生有明显影响, 调查发现(见表4)郁闭度为0.7~0.85的林内地上易发生, 在郁闭度超过0.85的马尾松林中, 没有发现褐环粘盖牛肝菌的发生; 雷竹林的郁闭度为0.5~0.8, 雷竹密度为3~5棵·

m^{-2} , 边缘的马尾松林密度为 $1\,980 \text{ 棵} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

2.4 立地

经调查, 试验区地貌为城郊低山区, 褐环粘盖牛肝菌的发生地海拔在 120 m 左右, 坡度 20° 左右, 中上坡位, 顶部坡度平缓, 光照充足, 坡向有西坡、东南坡、西南偏西坡。

2.5 土壤

试验地土壤的基岩为凝灰岩, 土壤类型为红壤, 土壤质地为中壤土, pH 值 4~ 4.5 左右, 土壤瘠薄, 土层厚度一般在 30 cm 以内, 有的基岩裸露, 土壤有机质含量低, 为 0.75%~ 1.84%。其他主要理化指标分析见表 3。

表 3 褐环粘盖牛肝菌百果园试验地土壤主要理化性质

土层	石砾含量/%	pH 值	质地	水解性 N/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效 P/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效 K/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有机质含量/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
第 1 层(0~ 3 cm)	33.04	4	中壤	84.84	1.2	11	18.4
第 2 层(3~ 20 cm)	36.59	4.5	中壤	15.55	0.4	13.5	0.75

从分析的结果表明, 褐环粘盖牛肝菌百果园试验地土壤的石砾含量较高, 达到 33.04%~ 36.59%。

2.6 不同立地植被的产量

松林、松林边缘的四季竹林、松林边缘的雷竹林 3 个立地植被类型的坡位相同, 为同一片马尾松林, 树龄均为 20~ 22 a, 但所处立地条件不同决定了子实体能否发生和产量的差异, 马尾松林地表芒萁密

布, 子实体不能发生, 松林边缘的四季竹林由于郁闭度不均匀, 导致出菇量少, 而松林边缘的雷竹林郁闭度均匀, 适宜, 为 0.7, 每年出菇量最多。山岙松林类型处于中下坡, 共生树数量少, 树龄小, 出菇量少 (见表 4)。可见决定褐环粘盖牛肝菌等菌根食用菌子实体能否发生和发生最大产量的根本因素是共生树种、立地、林分结构、土壤。

表 4 不同立地植被条件下褐环粘盖牛肝菌的产量

项目	立地植被类型			
	松林	四季竹林	雷竹林	山岙松林
面积/ m^2	50	50	56	30
树种组成	马尾松、樟树	10 年生四季竹, 离马尾松 3~ 8 m	10 年生雷竹, 少量香樟,	马尾松、小竹、香樟、
共生树马尾松树龄	20~ 22 年生	20~ 22 年生	20~ 22 年生	12 年生
植被	杜鹃、继木、赤楠、芒萁密布, 枯枝落叶层以松针为主。	香樟、椴子、赤楠、木、菝葜、鸭趾草、茅草、蕨、地被物为竹叶、杂草落叶, 厚 0~ 3 cm	香樟、赤楠、白栎、椴子、微毛柃、菝葜, 每种 1~ 2 株, 地被物为雷竹叶和松针, 厚 0~ 2 cm	芒萁、蕨、杜鹃、地被物以竹叶为主, 厚 0~ 3 cm
坡位	中上坡	中上坡	中上坡	中下坡
坡向	西坡偏南	西北坡	西偏南	西
坡度/ $^\circ$	25	20~ 25	20~ 25	15
郁闭度	0.6	部分 0.5, 部分 0.9 以上	0.7	0.5
2002~ 2003 年出菇量/($\text{个} \cdot \text{g}^{-1}$)	无	5(112.5)	108(2 293)	2(58.3)
2003~ 2004 年出菇量/($\text{个} \cdot \text{g}^{-1}$)	无	3(66.7)	72(1 607.9)	2(56.7)
说明	位于小竹林、雷竹林的上面	位于松林的西北下面	位于松林的西偏南下面	

2.7 子实体发生气象因子

在百果园褐环粘盖牛肝菌试验基地3个出菇季节的观察记录, 根据2002—2003年季气象资料(温度、空气相对湿度、降雨量见图1, 2, 3, 4,)分析发现, 褐环粘盖牛肝菌在雨水发生时间为11月上旬至次年的4月上旬, 具体时间与当年的降雨, 气温关系密切, 这两因素是通过影响土壤湿度和温度而对褐环粘盖牛肝菌的子实体发生产生作用。

2.7.1 褐环粘盖牛肝菌子实体发生所需的温度

根据对2002—2003年季四潮菇的气温参数统计, 发现每潮菇的采摘日期前推10d的原基发生期, 气温都在10~16℃之间, 第一潮菇的10月27日—11月1日3d, 第二潮菇的11月9—13日4d, 第三潮菇的2003年2月16日左右几天, 第四潮菇的2003年2月22—25日4d。即使是温度适宜原基发生, 而两潮菇之间也至少有7d以上的间隔期, 原基发生后, 以温度不超过18℃较适宜子实体的生长

2.7.2 褐环粘盖牛肝菌子实体发生所需的降雨量

降雨量是影响当年褐环粘盖牛肝菌子实体发生时间的主要因子, 是通过影响出菇时期的土壤含水量、空气相对湿度来影响褐环粘盖牛肝菌子实体的发

生。根据每潮菇发生前的降雨量纪录, 在每潮菇发生前, 都有降雨, 第一潮菇发生前的10月18日—24日降雨量为37mm(18日降雨量为17.6mm), 第二潮菇前的10月29日—11月1日4d, 降雨量为30mm, 第三潮菇前的2003年1月25日—1月27日降雨量为34.5mm, 2月1—2日为4.8mm, 2月13—15日为4.5mm, 时间跨度为23d, 累计44.8mm, 第四潮菇前的2003年2月17日—22日5d, 降雨量为41.8mm。亦即每潮菇发生前的4~23d的降雨量合计均超过35mm。对土壤含水量进行测定显示, 在原基发生期, 土壤含水量要达到15%以上。

2.7.3 褐环粘盖牛肝菌子实体发生所需的空气相对湿度

空气相对湿度对褐环粘盖牛肝菌子实体发生有关, 但不如降雨、温度影响大。因为子实体发生的场所是枯枝落叶或石砾缝下, 能够保持较高、稳定的相对湿度。根据人工干预的增湿保湿措施, 空气相对湿度达到95%以上非常有利于子实体的发生。因此空气相对湿度参数对子实体发生影响较小或者说不能准确反映子实体发生所需的空气相对湿度。在牛肝菌子实体的整个发生生长期, 空气相对湿度多数在80%以上。若相对湿度低于80%, 幼小的菇蕾容易干枯死亡。

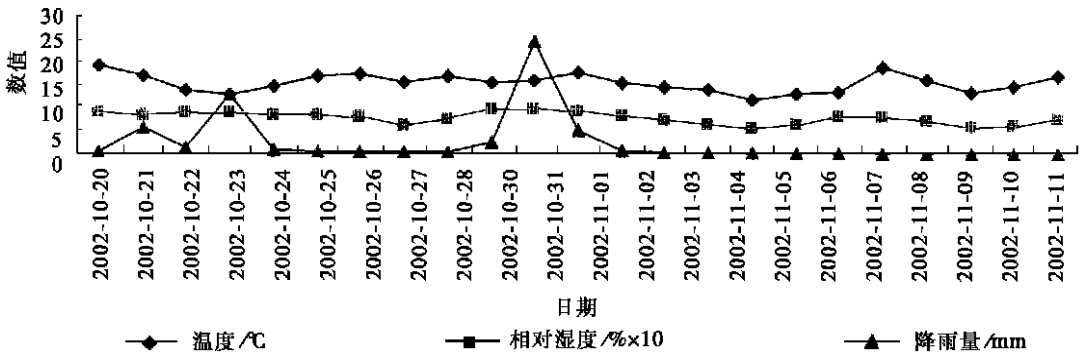


图1 第一潮菇发生期间的温、湿度及日降雨情况

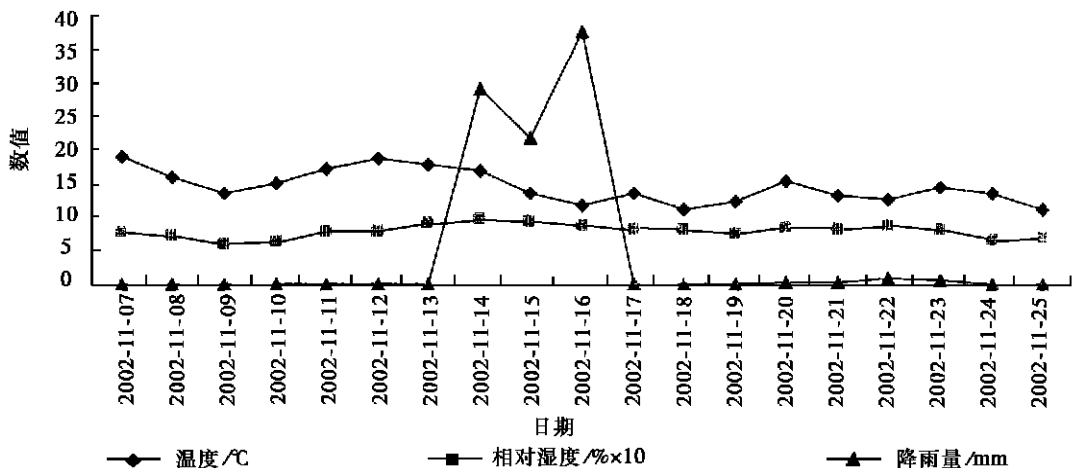


图2 第二潮菇发生期间的温、湿度及日降雨情况

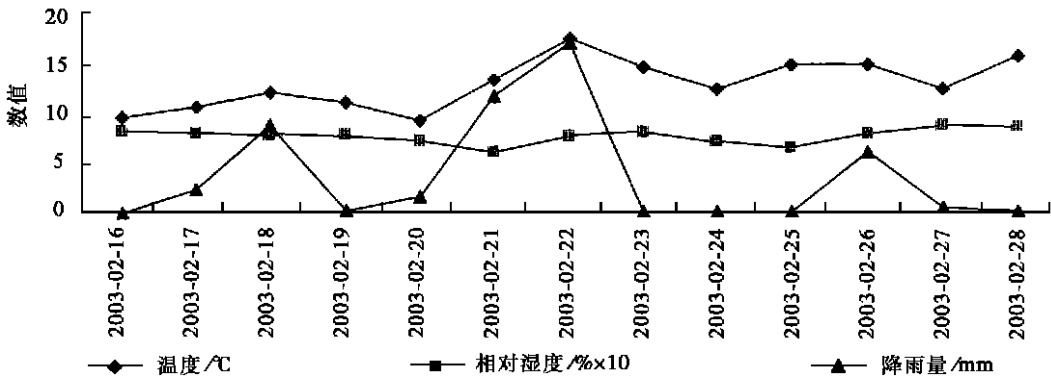


图 3 第三潮菇发生期间的温、湿度及日降雨情况

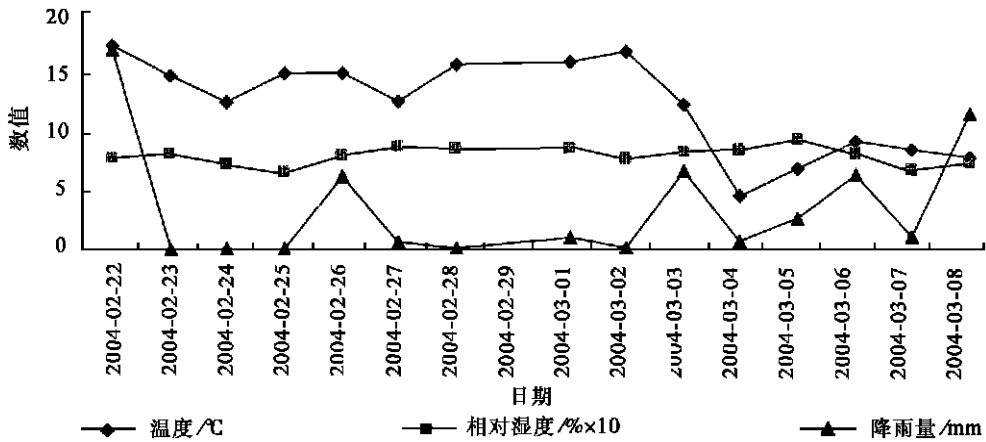


图 4 第四潮发生期间的温、湿度及日降雨情况

2.8 不同年份、气候条件下的子实体产量调查

年出菇季共发生 2 潮。具体采摘时间和产量统计如

2002—2003 年出菇季共发生 4 潮, 2003—2004

下(见表 5)

表 5 2002—2004 年出菇季节子实体发生记录

年份	日期(月-日)	采菇数/朵	产量/g	潮次	潮产量/g
2002	11-07	1	36.0	1	340.0
	11-08	3	96.6		
	11-11	7	145.5		
	11-12	2	61.2		
	11-19	1	43.1	2	126.4
	11-23	1	83.3		
2003	02-26	1	9.9	3	9.9
	03-02	4	75.3	4	172.7
	03-05	3	97.4		
2004	2004-03-04	6	322.5	第 1 潮	362.2
	2004-03-09	8	39.7		
	2004-03-20	9	39.1	第 2 潮	119.4
	2004-04-06	14	80.3		

2003—2004 年出菇季与 2002—2003 年出菇季的温度相近, 而 2003—2004 年秋季开始是丽水市历史上少有的干旱年, 从 2003 年 8 月至 2004 年 3 月的降雨量分别为 20.7、68.3、114.3、76.6、26.4、22.1、58.5、

98.5 mm, 样地土壤含水量不足 13%, 所以到 2004 年 2 月 24 日一直未出菇, 而从 2 月 13 日开始降雨增多, 到 2 月 22 日降雨量达到 46.3 mm, 可见降雨量是决定当年子实体发生的时间和当年产量的关键因子。

3 结论

(1) 发生季节: 在浙江丽水市的低海拔马尾松林地发生的褐环粘盖牛肝菌形态特征非常典型, 与文献[1, 6]的描述一致, 而发生时间为11月初到翌年4月上中旬, 属于深秋、冬、早春低温季节, 这与文献[1, 6]的出菇季节为夏秋季完全不同。

(2) 主要共生树种: 马尾松。

(3) 发生褐环粘盖牛肝菌的林分结构: 马尾松纯林或马尾松林缘的雷竹林内, 灌木层稀疏, 有木、赤楠、米槠、白栎、椴子、米饭花、微毛柃、杜鹃等但数量很少。发生褐环粘盖牛肝菌子实体的马尾松树龄为12~28 a。郁闭度0.5~0.8。

(4) 立地: 海拔在120 m左右, 坡度20°左右, 中上坡位, 顶部坡度平缓, 坡向有西坡、东南坡、西南偏西坡, 光照充足。

(5) 土壤: 类型为红壤, 土壤质地为中壤土, pH值4.0~4.5, 土壤瘠薄, 厚度在30 cm以内, 有的基岩裸露, 土壤有机质含量低, 为7.5~18.4 g·kg⁻¹。土壤的石砾含量高达33.04%~36.59%。

(6) 适宜褐环粘盖牛肝菌原基发生的气候因子: 温度10~16℃, 原基发生后, 温度不超过18℃生长的子实体质量较好。降雨量是影响褐环粘盖牛肝菌子实体发生时间的主要环境因子。每潮菇发生前的

4~23 d的降雨量累计超过35 mm。对土壤含水量进行测定显示, 在原基发生期, 土壤含水量要达到15%以上, 空气相对湿度对褐环粘盖牛肝菌子实体发生有关, 但不如降雨、温度影响大。原基发生时要求95%以上, 生长期要求80%以上, 若低于80%, 幼小的菇蕾容易干枯死亡。

(7) 研究揭示了褐环粘盖牛肝菌子实体发生与气象、植被、土壤关系。提出决定褐环粘盖牛肝菌等菌根食用菌子实体能否发生和发生最大产量的根本因素是共生树种、立地、林分、土壤。降雨量、温度等气象因子是决定当年子实体发生的时间和当年产量的关键气候因子。

参考文献:

- [1] 卯晓岚. 中国大型真菌[M]. 郑州: 河南科学出版社, 2002: 327~333
- [2] 应国华, 吕明亮, 陈连庆. 褐环粘盖牛肝菌菌种分离研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(1): 66~71
- [3] 赵志鹏, 郭秀珍. 外生菌根纯培养的生态学研究[J]. 林业科学研究, 1989, 2(2): 136~140
- [4] 吕全, 雷增普. 外生菌根提高板栗苗木抗旱性及其机理研究[J]. 林业科学研究, 2000, 13(3): 249~256
- [5] 张小龙, 张洪, 张香, 等. 外生菌根菌剂对白皮松幼苗生长效应的研究[J]. 林业科学研究, 2005, 18(2): 134~137
- [6] 应建浙, 赵继鼎, 卯晓岚, 等. 食用蘑菇[M]. 北京: 科学出版社, 1982: 170~175