

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2018.02.002

不同基质和干燥方法对 大球盖菇营养成分的影响^①

柳丽萍¹, 钱文春², 占鹏飞³,
宋文森², 闻 燕², 王庆华⁴

1. 湖州市经济作物技术推广站, 浙江 湖州 313000; 2. 江苏科技大学 生物技术学院, 江苏 镇江 212003;
3. 湖州市农科院, 浙江 湖州 313000; 4. 西南大学 荣昌校区 动物科学学院, 重庆 荣昌 402460

摘要: 农副产品秸秆是农业面源污染的新源头, 为此国家早已提出加大秸秆还田力度和解决三农问题的号召. 课题组利用农副产品桑枝和砵糠研发了 3 种大球盖菇基质[分别为 20% 桑枝加 80% 砵糠(记为 1 号)、80% 桑枝加 20% 砵糠(记为 2 号)、100% 桑枝(记为 3 号)], 并探讨其对大球盖菇产量及营养成分多糖、粗脂肪及蛋白质的影响. 结果表明: 2 号菇平均每 666.7 m² 产量为 2 849.9 kg, 显著高于其他组合. 检测冷冻干燥后的干品, 发现 2 号菇的多糖、粗脂肪、粗蛋白的平均质量分数分别为 16.2%, 6.05%, 25.09%, 均显著高于其他组合($p < 0.05$). 使用 3 种当地常用干燥方法(冷冻干燥法、晒干法、烘干法)对大球盖菇进行干燥处理, 结果表明: 冷冻干燥法处理的大球盖菇在此 3 大营养成分上均显著优于烘干法和晒干法($p < 0.05$). 研究发现以 80% 桑枝加 20% 砵糠组合作为大球盖菇基质, 可以达到产量高、营养丰富的效果, 建议推广使用. 加工为高级产品时建议使用冻干的方式干燥处理大球盖菇, 而加工为普通农产品时, 建议选用先晾晒后烘干结合的方法干燥处理大球盖菇.

关键词: 大球盖菇; 基质; 营养成分; 干燥方法

中图分类号: TS205

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2018)02-0008-06

大球盖菇(*Stropharia rugosoannuata*)是联合国粮农组织向发展中国家推荐栽培的一种担子菌, 别名皱环球盖菇、皱球盖菇、酒红色球盖菇, 隶属于真菌门、担子菌亚门、伞菌目、球盖菇科、球盖菇属^[1], 是国际菇类交易市场上表现较好的菇类之一^[2]. 大球盖菇有着栽培技术简单, 栽培原料丰富, 抗逆性强, 产量高, 营养丰富等一系列优势^[3-4]. 另外大球盖菇也是具有保健功能和药用价值的菌类^[5-8], 甚至有研究表明其对于小鼠 S180 肿瘤细胞的抑制率达到了 70% 以上, 有较广阔的种植前景^[9].

中国是个农业大国, 2015 年全国 18 个桑蚕主产省份桑园面积约 82.3 万 hm², 每年都有大量的桑枝和秸秆等农副产品产生^[10-11]. 随着农村生产方式和生活方式的快速变化, 农作物秸秆污染的问题愈加突出, 不仅浪费了大量的秸秆资源, 还对人类的健康造成危害. 目前关于副产品的利用已经发展起来, 国际上已经有关于秸秆栽培蘑菇的报道^[12-13]. 虽然国外有在 1% 桑枝粉末基质培育蘑菇的抗氧化活性报道^[14], 但利用桑枝栽培蘑菇的报道仍较少.

① 收稿日期: 2017-01-20

基金项目: 江苏省科技支撑计划(农业)项目(BE2010419); 浙江省湖州市科技项目(2015GD10); 江苏科技大学引进人才科研启动项目(35211002); 西南大学基本科研业务费项目(XDJK2012C097); 西南大学荣昌校区科研启动基金项目(20700223)..

作者简介: 柳丽萍(1968-), 女, 浙江湖州人, 高级农艺师, 主要从事蚕、桑新品种和新技术的研究.

通信作者: 闻 燕, 讲师.

为了充分利用桑园和减少农药的使用,本研究拟采用秋冬季节桑园露地栽培模式,探讨开发桑枝和稻秆作为基质的大球盖菇栽培技术,比较不同的干燥采收方法,为解决农业面源污染和解决中国“三农”问题做出贡献。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

大球盖菇菌种(湖州市经济作物技术推广站), 椴糠(市售), 桑枝品种为果桑大 10(中国农业科学院蚕业研究所), 牛血清白蛋白、考马斯亮蓝购于 SIGMA 公司; 石油醚、葡萄糖等均为分析纯, 购于华邦化工公司。

1.2 大球盖菇基质的组成和采收

本研究于 2015 年 10 月桑园露地播种大球盖菇, 基质分别为含 20% 桑枝加 80% 椴糠(产菇为 1 号菇), 含 80% 桑枝加 20% 椴糠(产菇为 2 号菇)和含 100% 桑枝(产菇为 3 号菇)。2016 年 3 月中旬开始采菇, 至 5 月上旬结束。采摘后密封, 置于 4℃ 冰箱保存, 备用。

1.3 大球盖菇样品预处理及干燥

分别将 3 种大球盖菇除去泥沙, 在水中清洗, 直至洗涤的水清澈透明为止。然后分别将 3 种清洗干净的大球盖菇置于篮子中, 以沥干多余水分, 于阴凉通风处放置 2 h。分别选用自然风干, 45℃ 烘箱烘干及冷冻干燥 3 种方法对大球盖菇进行干燥。至样品质量不再改变为止, 粉碎, 过 200 目筛, 密封保存, 备用。

1.4 大球盖菇含水量测定

精确称取适量沥干水分的新鲜大球盖菇, 记为 W_{xy1} 。干燥之后的大球盖菇的质量, 记为 W_{xy2} 。大球盖菇含水率(MC)计算公式为

$$MC = [1 - (W_{xy2}/W_{xy1})] \times 100\%$$

其中 x 为大球盖菇标号, y 为干燥方式^[15]。

1.5 大球盖菇粗多糖质量分数测定

实验采用国家标准化管理委员会制定的苯酚硫酸法测定大球盖菇的多糖质量分数^[16]。葡萄糖标准溶液的制备以葡萄糖为标准物来测定葡萄糖标准曲线。

大球盖菇样品多糖浓度测定: 各取 0.1 g 大球盖菇样品粉末于试管中加入蒸馏水 20 mL, 摇匀后放入沸水浴中超声波辅助浸提 2 h, 取出溶液抽滤后得上清液为样品溶液。准确吸取 0.2 mL 样品溶液, 按标准曲线制作步骤进行实验, 然后根据标准曲线计算出不同样品中的多糖质量分数。

1.6 大球盖菇粗脂肪质量分数测定

采取国家标准化管理委员会制定的索氏提取法测定大球盖菇中的粗脂肪质量分数^[17]。选用的是沸点在 40~60℃ 的石油醚进行回流抽提, 萃取样品中的粗脂肪。并称量样品质量与残渣质量, 计算其差值, 得粗脂肪的质量分数。

1.7 大球盖菇总蛋白质量分数测定

蛋白质标准曲线制备: 以牛血清白蛋白为标准蛋白, 应用考马斯亮蓝法制备标准曲线^[18]。

大球盖菇蛋白质质量分数测定: 将大球盖菇干粉分别取 0.5 g 溶于 8 mL 蒸馏水中并充分摇匀, 在 4 000 r/min 下离心 15 min 取上清液分别定容至 10 mL, 按标准曲线制备方法测定各大球盖菇中可溶性蛋白质量分数。

1.8 统计方法

使用 SPSS 统计软件 V. 15.0 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同自制基质对大球盖菇产量的影响及干燥方法

实验结果发现: 80% 桑枝加 20% 椴糠的基质培养出的大球盖菇(即 2 号菇)平均每 666.7 m² 产量为

2 849.9 kg; 1 号菇(20%桑枝加 80% 麸糠)的产量 1 947.4 kg; 3 号菇(100%桑枝)的产量 1 813.1 kg, 差异有统计学意义($p<0.05$), 见表 1. 选用冷冻干燥方法干燥样品时品相较佳, 营养成分保存较完整. 晒干干燥处理的大球盖菇, 晒干时间为 3 d, 晒干的大球盖菇由原本饱满的形态变得皱缩, 原本白皙的菇柄颜色呈黄色, 整体的大球盖菇质地略有韧性. 制成干粉的样品颜色略带微黄, 打粉效果略差. 烘干干燥处理的大球盖菇, 烘干时间为 24 h, 烘干的大球盖菇明显皱缩, 质地脆硬, 较难成粉, 原本白皙的部分变为褐色. 制成干粉的样品颜色为土黄色, 易黏连, 不能过筛的成分较多. 而冻干干燥处理的大球盖菇, 冻干时间为 2 d, 冻干的大球盖菇质地轻盈, 外形、颜色保存较好. 制成的干粉为乳白色, 不易黏连, 不能过筛的成分较少.

表 1 不同基质培养基对大球盖菇每 666.7 m² 产量的影响

不同基质培养基	每 666.7 m ² 产量/kg
20%桑枝加 80%麸糠的基质(1 号菇)	1 947.4±86.9a
80%桑枝加 20%麸糠的基质(2 号菇)	2 849.9±67.3b
100%桑枝的基质(3 号菇)	1 813.1±65.2c

注: 表中数据为平均值±标准差, 同列小写字母不同表示差异有统计学意义($p<0.05$).

2.2 大球盖菇含水率测定

对 3 种基质培养的大球盖菇, 采用 3 种干燥方式并计算其含水率, 结果如图 1. 根据图 1 分析 1 号大球盖菇的平均含水率为 91.9%; 2 号大球盖菇的平均含水率为 93.7%; 3 号大球盖菇的平均含水率为 93.1%. 以冻干干燥为完全去除水分为基础, 使用晒干方法可以去除 84.4%的水分, 使用烘干方法可以去除 91.5%的水分. 所以在生产实验中, 产品含水率在低于 20%的条件下, 可以使用晒干方法作为干燥方式, 产品含水率要求在 10%以下时, 至少要采用烘干方法作为干燥处理方式.

2.3 大球盖菇粗多糖质量分数测定

根据上述方法测定葡萄糖标准曲线结果显示, 在 0.01~0.1mg/mL 浓度下光吸收值与浓度呈良好的线性关系, 经线性回归换算可得方程为 $y=6.406x$ (相关系数 $R^2=0.998\ 73$).

分别测定了 3 种大球盖菇在晒干、烘干、冻干下的多糖质量分数, 测定的结果如图 2.

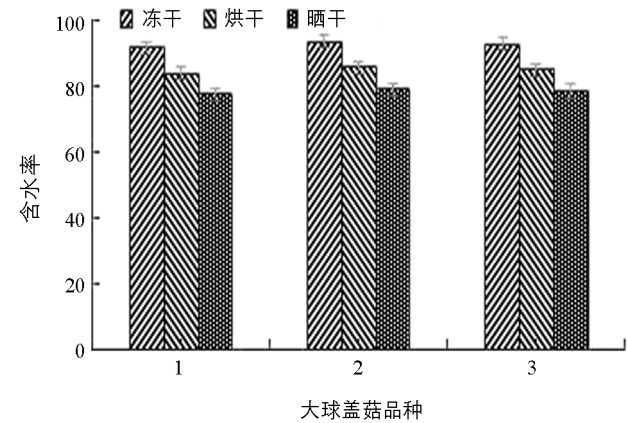


图 1 各干燥法测定各样品中含水率

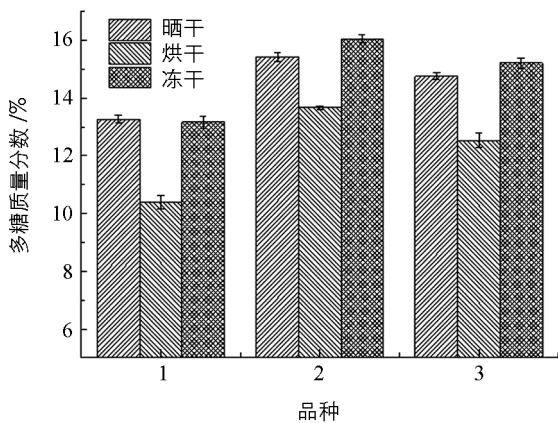


图 2 不同大球盖菇样品中多糖质量分数

根据图 2 可知, 在这 3 个大球盖菇基质组合中, 相比其他干燥方法, 冻干法获得的多糖量均最高, 差异有统计学意义($p<0.05$). 在均使用冻干干燥法时, 2 号大球盖菇的干品中多糖质量分数最高为 16.03%, 其次是 3 号为 15.18%, 1 号多糖质量分数最低为 13.18%, 各组间差异有统计学意义($p<0.05$).

2.4 大球盖菇粗脂肪质量分数测定

根据本文中所述的实验方法, 分别测定了 3 种大球盖菇在晒干、烘干、冻干下的粗脂肪质量分数, 测定的结果如图 3.

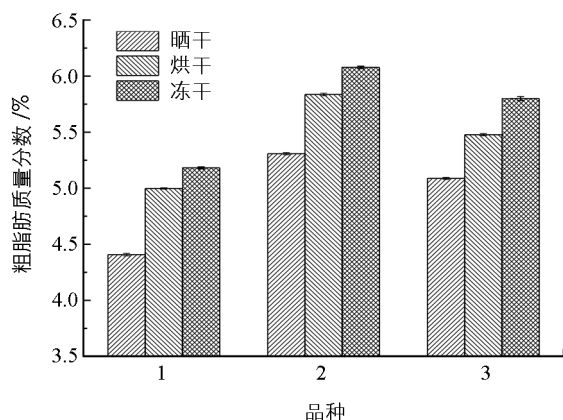


图 3 不同大球盖菇样品中粗脂肪质量分数

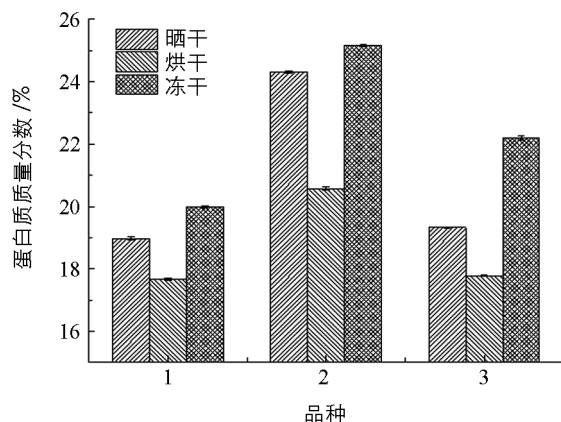


图 4 不同大球盖菇蛋白质质量分数

根据图 3 可知,在这 3 个大球盖菇基质组合中,相比其他干燥方法,冻干方法获得的粗脂肪量均最高,差异有统计学意义($p < 0.05$).在均使用冻干干燥法时,2 号大球盖菇粗脂肪质量分数最高,为 6.05%,其次为 3 号大球盖菇为 5.76%,1 号大球盖菇粗脂肪质量分数最低为 5.22%,各组间差异有统计学意义($p < 0.05$).

2.5 大球盖菇蛋白质质量分数测定

根据所述方法测定牛血清蛋白标准曲线结果表明,样品在 0.1~1 mg/mL 浓度下光吸收值与浓度呈良好线性关系,经线性回归换算可得方程为 $y = 0.98961x$ (相关系数 $R^2 = 0.99806$).

根据标准曲线测定大球盖菇中蛋白质质量分数,结果如图 4.

根据图 4 可知,在这 3 个大球盖菇基质组合中,相比其他干燥方法,冻干法获得的蛋白质均最高,差异有统计学意义($p < 0.05$).在均使用冻干干燥法时,2 号大球盖菇的干品中蛋白质质量分数最高为 25.09%,其次是 3 号为 22.30%,1 号蛋白质质量分数最低为 20.00%,各组间差异有统计学意义($p < 0.05$).

3 讨 论

大球盖菇富含多糖、矿物元素等抗氧化活性物质及所有的人体必需氨基酸^[19-21],大球盖菇目前在许多欧美国家广泛栽培,是联合国粮农组织(FAO)向包括中国在内的发展中国家推荐栽培的食用菌品种^[7,22].为了处理农业污染物,提高农业的综合效益,响应国家的秸秆还田和服务“三农”的政策^[23-24],本研究使用桑枝和砻糠组合种植大球盖菇,为了培育出营养成分较佳的大球盖菇,课题组为此进行了 20%桑枝加 80%砻糠组合和 80%桑枝加 20%砻糠组合的比较研究,发现 80%桑枝加 20%砻糠组合的生产效果更好,但是否就意味着桑枝比例高,大球盖菇的产量就好呢?从 100%桑枝实验组发现并不是如此,只有桑枝和砻糠达到合适的比例,才能达到最佳的营养组合.

由于存在于蘑菇中的活性物质通常是热不稳定的,因此不适当的加工干燥方法容易导致营养成分的丢失^[25-26].本研究结果表明:在干燥方法上,使用冷冻干燥得到的干燥大球盖菇质地轻盈,外形、颜色保存较好,制成的干粉为乳白色,可以达到预期的最佳效果.据报道此方法往往用于咖啡、香料等高附加值的食品工业生产上,但由于其生产成本低,往往不易推广^[25].本研究发现,冻干干燥能完全去除水分,晒干方法可以去除 84.4%的水分,烘干方法可以去除 91.5%的水分.

综上所述,利用农副产品秸秆和桑枝作基料来栽培经济作物,可以使农民增收,有助于解决“三农问题”.根据自制基质的产量和营养成分分析发现,80%桑枝加 20%砻糠组合的基质培养出的大球盖菇产量高,营养成分佳.如需进一步加工为高级产品时建议使用冷冻干燥法处理大球盖菇;但出于减少生产成本考虑,当基层农户只是制备以多糖和脂肪为主要营养成分的农产品时,建议选用先晾晒后烘干结合的方法干燥处理大球盖菇,从而在不大幅提高加工成本的基础上提高农产品的附加值.

参考文献:

- [1] 黄年来. 大球盖菇的分类地位和特征特性 [J]. 食用菌, 1995, 17(6): 11.
- [2] ZHANG Wei-wei, TIAN Guo-ting, GENG Xue-ran, et al. Isolation and Characterization of a Novel Lectin from the Edible Mushroom *Stropharia rugosoannulata* [J]. *Molecules*, 2014, 19(12): 19880—19891.
- [3] 刘胜贵, 吕金海. 大球盖菇生物学特性的研究 [J]. 农业与技术, 1999, 19(2): 19—22.
- [4] WASSER S P. Review of Medicinal Mushrooms Advances: Good News from Old Allies [J]. *Herbal Gram*, 2002, 56: 28—33.
- [5] WU J, TOKUYAMA S, NAGAI K, et al. Strophasterols A to D with an Unprecedented Steroid Skeleton: from the Mushroom *Stropharia Rugosoannulata* [J]. *Angewandte Chemie*, 2012, 51(43): 10820—10822.
- [6] HE P X, GENG L J, WANG J Z, et al. Production, Purification, Molecular Characterization and Bioactivities of Exopolysaccharides Produced by the Wine Cap Culinary-Medicinal Mushroom, *Stropharia Rugosoannulata* 2 (Higher Basidiomycetes) [J]. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2012, 14(4): 365—376.
- [7] WU J, FUSHIMI K, TOKUYAMA S, et al. Functional-Food Constituents in the Fruiting Bodies of *Stropharia Rugosoannulata* [J]. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 2011, 75(8): 1631—1634.
- [8] ZHANG W, TIAN G, GENG X, et al. Isolation and Characterization of a Novel Lectin from the Edible Mushroom *Stropharia Rugosoannulata* [J]. *Molecules*, 2014, 19(12): 19880—19891.
- [9] NG T B. Peptides and Proteins from Fungi [J]. *Peptides*, 2004, 25(6): 1055—1073.
- [10] 中国纤维检验局. 2015 年春茧期桑蚕干茧质量分析报告 [J]. 中国纤检, 2016(2): 36—38.
- [11] 范春辉, 张颖超, 王家宏. pH 值对秸秆腐殖化溶解性有机质紫外光谱和荧光光谱的影响 [J]. 光谱学与光谱分析, 2015, 35(7): 1933—1937.
- [12] POPPE J. Use of Agricultural Waste Materials in the Cultivation of Mushrooms [J]. *Mushroom Sci*, 2000, 15(1): 3—23.
- [13] MAI S D, TRI T L M, VU N V, et al. Comparison of the Effect of Different Composting Materials on the Yield of Pad-dy Straw Mushroom (*Volvariella Volvacea*) Cultivation in Vietnam[C]. AFSSA Conference on Food Safety and Food Security, Dong Nai: Dong Nai University of Technology, 2014: 111—115.
- [14] KIM S J, PARK C W, CERBO R M, et al. Inhibition of Free Radical-Induced Lipid Oxidation by the Extract from Submerged-Liquid Culture of Mushrooms in the Medium Containing Mulberry Tree Powders [J]. *Journal of The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 2004, 33: 255—261.
- [15] 来 强, 李青丰, 莫日根, 等. 影响牧草含水量测定以及牧草干鲜比的主要因素 [J]. 中国草地学报, 2008, 30(4): 73—77.
- [16] 中国国家标准化管理委员会. 食用菌中总糖含量的测定: GB/T 15672-2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [17] 中国国家标准化管理委员会. 食用菌中粗脂肪含量的测定: GB/T 15674-2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [18] 曹 宇, 殷梦光, 孟永禄, 等. 不同方法对大鲵不同部位的蛋白质含量测定 [J]. 湖北农业科学, 2016, 55(10): 2632—2634.
- [19] SONG Z, JIA L, XU F, et al. Characteristics of Se-Enriched Mycelia by *Stropharia Rugoso-Annulata* and Its Antioxidant Activities in Vivo [J]. *Biological Trace Element Research*, 2009, 131(1): 81—89.
- [20] ELMASTAS M, ISILDAK O, TURKEKUL I, et al. Determination of Antioxidant Activity and Antioxidant Compounds in Wild Edible Mushrooms [J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2007, 20(3): 337—345.
- [21] CHO E J, HWANG H J, KIM S W, et al. Hypoglycemic Effects of Exopolysaccharides Produced by Mycelial Cultures of Two Different Mushrooms *Tremella Fuciformis* and *Phellinus Baumii* in ob/ob Mice [J]. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2007, 75(6): 1257—1265.
- [22] WU J, KOBORI H, KAWAIDE M, et al. Isolation of Bioactive Steroids from the *Stropharia Rugosoannulata* Mushroom and Absolute Configuration of Strophasterol B [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2013, 77(8): 1779—1781.
- [23] 程良河. 秸秆焚烧治理的法律对策研究 [J]. 农机使用与维修, 2015(5): 3—5.
- [24] 郭冬生, 黄春红. 近 10 年来中国农作物秸秆资源量的时空分布与利用模式 [J]. 西南农业学报, 2016, 29(4): 948—954.

- [25] RATTI C. Hot air and Freeze-Drying of High-Value Foods: a Review [J]. Journal of Food Engineering, 2001, 49(4): 311–319.
- [26] 任慧爽, 徐伟芳, 王爱印, 等. 桑树内生细菌多样性及内生拮抗活性菌群的研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2017, 39(1): 36–45.

Effect of Different Substrates and Drying Methods on the Nutritional Composition of *Stropharia rugosoannulata*

LIU Li-ping¹, QIAN Wen-chun², ZHAN Peng-fei³,
SONG Wen-miao², WEN Yan², WANG Qing-hua⁴

1. Zhejiang Center for Products Quality Supervision and Inspection, Huzhou Zhejiang 313000, China;
2. School of Biological Technology, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang Jiangsu 212003, China;
3. Huzhou Academy of Agricultural Sciences, Huzhou Zhejiang 313000, China;
4. College of Animal Science, Southwest University Rongchang Campus, Rongchang Chongqing 402460, China

Abstract: Litter or straw, a by-product in agricultural production, has become a new source of non-point pollution. To solve this problem, the Chinese government has called for the improvement of litter placement. In a study reported in this paper, three substrates were designed for *Stropharia rugosoannulata* cultivation, namely, substrate No 1 (20% mulberry litter + 80% rice hulls), No 2 (80% mulberry litter + 20% rice hulls) and No 3 (100% mulberry litter), and the yield of the mushroom was recorded and its nutrient components (polysaccharides, crude fat and crude protein) were analyzed. The results showed that the average yield per mu (15 mu=1 ha) was 2 849.9 kg in treatment 2 (80% mulberry litter + 20% rice hulls), which was significantly higher than that in the other two combinations. The average contents of polysaccharides, crude fat and crude protein of the freeze-dried *S. rugosoannulata* were 16.2%, 6.05% and 25.09%, respectively, in treatment 2, which were significantly higher than those of the other two combinations ($p<0.05$). Three frequently used drying methods (freeze-drying, sun-drying and oven drying) were employed to dry the mushroom, and the nutrient components of the dried product were determined. The results showed that the three nutrient components treated by freeze-drying were significant better than those of the other two drying methods ($p<0.05$). Conclusion: the substrate of 80% mulberry litter + 20% rice hulls is recommended for *P. nebrodensis* cultivation to realize high yield and rich nutrients of the mushroom, and the freeze-drying method is recommended when top-quality products are processed, while sun drying in combination with oven drying is recommended for large-scale mushroom processing as ordinary agricultural products.

Key words: *Stropharia rugosoannulata*; substrate; nutrient composition; drying method

责任编辑 周仁惠

