

## 覆土施肥处理对出菇后期平菇产量和品质的影响

杨顺强, 唐大利, 高国希, 李春燕, 黄小洛, 李庆懋 (昭通学院农学与生命科学学院, 云南昭通 67000)

**摘要** 平菇出菇后期采用不同覆土施肥处理, 研究其对平菇产量和品质的影响。结果表明, 3个覆土施肥处理均可显著提高平菇的产量, 其中1%的复合肥处理的产量最高, 为0.428 kg/袋; 覆土施肥处理后平菇折干率显著高于CK的; 平菇覆土施肥后提高了平菇的品质, 其中1%氮肥处理最有效, 各覆土施肥处理的可溶性蛋白和还原糖含量显著高于CK, 表明平菇出菇后期不同覆土施肥处理均可提高平菇的产量和品质。

**关键词** 平菇; 覆土; 施肥; 产量; 品质

**中图分类号** S646.1<sup>+</sup>4 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)22-0056-02

**doi:** 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.22.016



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effects of Different Casing Soil Fertilization Treatments on Yield and Quality of *Pleurotus ostreatus* after Producing Mushroom

YANG Shun-qiang, TANG Da-li, GAO Guo-xi et al (College of Agronomy and Life Sciences, Zhaotong University, Zhaotong, Yunnan 657000)

**Abstract** In order to study the effects of different casing soil fertilizer treatments on the yield and quality of *Pleurotus ostreatus*, some different treatments were selected. The result showed that the yield all increased significantly under three casing soil fertilization treatments, and 1% compound fertilizer treatment showed the highest yield, which was 0.428 kg per bag. The drying rate of *P. ostreatus* was much higher than the CK. The *Pleurotus ostreatus* quality of three treatments all increased, and 1% N treatment was the most effective. The contents of soluble protein and reducing sugar in *P. ostreatus* were much higher than the CK, showing that different casing soil fertilization treatments after producing mushroom could increase the yield and quality of *P. ostreatus*.

**Key words** *Pleurotus ostreatus*; Casing soil; Fertilization; Yield; Quality

平菇(*Pleurotus ostreatus*)隶属于担子菌门(Basidiomycota)、层菌纲(Hymenomycetes)、侧耳科(Pleurotaceae)、侧耳属(*Pleurotus*)真菌, 别称北风菌、冻菇<sup>[1]</sup>, 是目前我国栽培最广泛的食用菌之一。平菇出菇后期, 随着培养料中养料的消耗, 平菇产量低、菇体质量差、效益低等问题突出, 通过覆土可以增加出菇潮次、抑制杂菌生长、提高产量和改善品质等。覆土材料及含水量等不同影响食用菌覆土栽培的产量和品质。平菇栽培后期采用不同营养机质覆土, 均能提高平菇产量<sup>[2]</sup>; 裴悦珩<sup>[3]</sup>研究了平菇发酵料覆土栽培, 覆土后可以明显增加产量, 增强抗病和抗杂能力, 提高平菇的品质; 杨辉德等<sup>[4]</sup>研究表明, 不同覆土方式对平菇产量影响较大, 平菇后期覆土以浅地沟式较好; 王倩等<sup>[5]</sup>研究了以不同含水量的泥炭作为覆土材料栽培双孢蘑菇, 发现覆土时保持泥炭合适的含水量可提高双孢蘑菇的产量和品质; 赵嘉菱等<sup>[6]</sup>研究表明, “田土+牛粪(3:1)”为覆土材料最有利于提高印度丽蘑的产量和营养品质; 李长喜等<sup>[7]</sup>研究了氨基酸水溶肥用于发酵料栽培平菇的影响, 表明氨基酸水溶肥拌料和幼菇喷施可改善菇体品质, 一定程度上缓解了发酵料栽培平菇存在的原料干物质消耗导致的产量低、菇体品质变差的问题。针对平菇覆土后施用不同肥料的综合研究还鲜有报道, 鉴于此, 笔者以出完第二潮菇后的平菇菌包为试验材料, 采用脱袋墙式覆土栽培方法, 同时采用不同的施肥处理, 探究其对平菇产量和品质的影响, 为平菇科学栽培提供理论依据。

## 1 材料与方

**1.1 试验材料** 2017年10月8日, 采集昭通主栽平菇品种,

采用组织分离法分离菌种, 得平菇菌种。2019年1月11日制作平菇菌包, 平菇菌包培养料配方为稻壳43%、木屑40%、麸皮15%、石灰2%。

**1.2 试验方法** 2018年4月16日, 待平菇菌包出完第2次菇潮后, 脱去菌袋, 将脱袋后的菌包卧排, 每层6袋, 菌包间间隔5 cm, 将菌包间隙用耕作层土填满, 覆土高过菌包2~3 cm, 覆土完1层后以相同方法摆放第2层并覆土, 共4层。共设置4个处理, 其中处理A为1%的尿素; 处理B为1%的复合肥; 处理C为清水; CK(对照)不脱袋不覆土正常出菇, 每个处理共24个菌包, 共3次重复。每处理第1次浇处理液2 500 mL, 采用相同管理方法至出菇, 出菇期间温度控制在20~28℃, 空气湿度85%~90%, 每天通风3次, 每次20 min。平菇长至8成熟时采收, 采收后105℃烘30 min, 温度调至60℃直至烘干, 得平菇样品, 备用。各处理均采收4潮菇进行统计分析。

**1.3 指标测定及方法** 采用考马斯亮蓝G-250染色法测定可溶性蛋白<sup>[8]</sup>; 采用3,5-二硝基水杨酸法测定还原糖<sup>[8]</sup>; 采用蒽酮比色法测定可溶性总糖<sup>[8]</sup>; 采用水合茚三酮法测定游离氨基酸<sup>[8]</sup>。

**1.4 数据分析** 采用DPS软件处理数据, 多重比较方法为新复极差法。

## 2 结果与分析

**2.1 覆土施肥对平菇产量的影响** 覆土施肥后对平菇各出菇潮次的产量、总产量及折干率均有影响(表1)。对照(CK)处理随着出菇潮次的增加, 产量逐渐减低, 第IV潮仅为0.407 kg, 4次出菇产量间差异极显著; 处理A、B和C均是第II潮菇产量最高, 各处理4次出菇产量间差异均极显著。各处理间总产量和单产均达极显著水平, 其中处理B最高, 分

**基金项目** 昭通学院校级科研项目(2018xj02); 昭通学院教育教学改革项目(Ztjx201806)。

**作者简介** 杨顺强(1980—), 男, 四川雷波人, 副教授, 博士, 从事植物生理生态学。

**收稿日期** 2020-04-13

别为 10.273 kg、0.428 kg/袋,对照处理最低,分别为 7.097 kg、0.296 kg/袋。各处理间平菇的折干率不同,对照处理最低(8.634),处理 B 最高(9.619),处理 A 和 C 间差异不显著。

这表明覆土施肥处理可显著提高平菇的产量,但是覆土施肥处理提高了平菇的含水量,使其折干率较高。

表 1 不同处理对平菇产量的影响

Table 1 Effects of different treatments on *Pleurotus ostreatus* yield

处理编号 Treatment code	潮次 Batches	产量 Yield//kg/袋	总产量 Total output//kg	单产 Per unit yield//kg/袋	折干率 Drying rate
CK	I	3.133±0.060 aA	7.097±0.067 dD	0.296±0.003 dD	8.634±0.038 cB
	II	2.140±0.102 bB			
	III	1.417±0.070 cC			
	IV	0.407±0.042 dD			
A	I	2.570±0.099 bB	9.823±0.133 bB	0.409±0.005 bB	9.538±0.048 bA
	II	4.037±0.111 aA			
	III	2.277±0.031 cC			
	IV	0.940±0.095 dD			
B	I	2.787±0.025 bB	10.273±0.049 aA	0.428±0.002 aA	9.619±0.039 aA
	II	4.053±0.076 aA			
	III	2.383±0.031 cC			
	IV	1.050±0.079 dD			
C	I	2.120±0.030 bB	8.017±0.095 cC	0.334±0.004 cC	9.514±0.027 bA
	II	2.930±0.092 aA			
	III	2.047±0.095 bB			
	IV	0.920±0.027 cC			

注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases indicated significant difference at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level

**2.2 覆土施肥对平菇品质的影响** 覆土施肥对平菇可溶性蛋白、还原糖、可溶性糖和游离氨基酸含量影响各异(表 2)。各处理间可溶性蛋白含量差异极显著,其中,1%复合肥(B)处理最高,为 2.485%,对照(CK)处理最低,为 2.308%;1%氮肥(A)和 1%复合肥(B)处理的还原糖含量极显著高于对照(CK)和清水(C)处理,但处理 A、B 间差异不显著,对照

(CK)处理还原糖含量显著低于其他各处理,仅为 2.096%;A 处理可溶性糖含量最高(7.221%),与其他处理差异极显著,其他各处理间差异不显著;各处理游离氨基酸含量有差异,但均未达显著水平,其中处理 A 最高,为 357.562 μg/g,处理 B 最低,为 352.447 μg/g,表明平菇不同覆土施肥处理后均可在一定程度上提高平菇的品质,其中处理 A 最有效。

表 2 不同处理对平菇品质的影响

Table 2 Effects of different treatments on the quality of *Pleurotus ostreatus*

处理编号 Treatment code	可溶性蛋白含量 Soluble protein content//%	还原糖含量 Reducing sugar content//%	可溶性糖含量 Soluble sugar content//%	游离氨基酸含量 Free amino acid content//μg/g
CK	2.308±0.005 dD	2.096±0.006 cB	7.145±0.008 bB	352.447±4.072 aA
A	2.485±0.009 aA	2.138±0.003 aA	7.221±0.034 aA	357.562±5.556 aA
B	2.450±0.007 bB	2.131±0.005 aA	7.166±0.009 bB	352.363±4.575 aA
C	2.348±0.004 cC	2.108±0.009 bB	7.169±0.012 bB	354.618±5.632 aA

注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases indicated significant difference at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level

### 3 结论与讨论

平菇产量和品质受培养基质养分的影响较大。竹玮等<sup>[9]</sup>研究了添加不同氮源对平菇产量和品质的影响,发现添加麸皮可显著提高平菇产量和品质;胡素娟等<sup>[10]</sup>以棉籽壳、玉米芯 2 种基质栽培平菇,研究其对平菇产量和品质影响,发现以棉籽壳为基质的平菇产量和品质显著高于玉米芯的。该研究表明,相同培养基质条件下不同覆土施肥处理对平菇产量和品质均存在影响。A、B、C 3 种覆土施肥处理下,均是第 II 潮菇产量最高,随后产量逐渐降低,表明覆土施肥后平菇恢复生长和对养分的转化利用需要一定的时间,随着时间

的推移,养分消耗殆尽,产量降低;覆土施肥各处理平菇产量均极显著高于 CK,其中处理 B 产量最高(0.428 kg/袋),表明平菇出菇后期采用覆土施肥处理可显著提高产量;平菇不同覆土施肥处理后可显著提高可溶性蛋白和还原糖含量,表明平菇覆土施肥后可在一定程度上提高平菇的品质,其中处理 A 最有效。

平菇出菇后期采用覆土施肥栽培,可提高平菇产量和品质,但其具体影响因处理不同而存在差异。食用菌品种、覆土材料、肥料种类、环境条件等均影响食用菌覆土施肥栽培

(下转第 61 页)

最高,为  $21.53 \mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{min})$ ,与其他处理间差异显著。 $3\ 000 \text{ r}/\text{min}+40 \text{ min}$ 、 $3\ 000 \text{ r}/\text{min}+60 \text{ min}$ 、 $6\ 000 \text{ r}/\text{min}+40 \text{ min}$ 、 $6\ 000 \text{ r}/\text{min}+60 \text{ min}$  处理与  $12\ 000 \text{ r}/\text{min}+20 \text{ min}$  处理间的过氧化氢酶活性差异不显著; $3\ 000 \text{ r}/\text{min}+20 \text{ min}$  处理与  $6\ 000 \text{ r}/\text{min}+20 \text{ min}$  处理间差异不显著。 $12\ 000 \text{ r}/\text{min}+60 \text{ min}$  处理的过氧化氢酶活性最低,为  $10.06 \mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{min})$ ,与  $12\ 000 \text{ r}/\text{min}+40 \text{ min}$  处理间差异不显著。

表 4 不同处理对 2 种胡萝卜过氧化氢酶活性的影响

Table 4 Effects of different treatments on CAT activity of red and yellow carrots  $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{min})$

编号 Code	处理 Treatments	红萝卜 Red carrot	黄萝卜 Yellow carrot
1	3 000 r/min+20 min	11.89±0.18 b	12.09±0.22 b
2	3 000 r/min+40 min	10.27±0.16 c	11.75±0.25 c
3	3 000 r/min+60 min	10.65±0.15 c	11.09±0.24 c
4	6 000 r/min+20 min	9.19±0.15 d	12.08±0.22 b
5	6 000 r/min+40 min	9.25±0.14 d	11.11±0.25 c
6	6 000 r/min+60 min	8.32±0.12 e	11.77±0.23 c
7	12 000 r/min+20 min	8.31±0.12 e	11.44±0.20 c
8	12 000 r/min+40 min	6.49±0.10 f	10.55±0.18 d
9	12 000 r/min+60 min	6.19±0.10 f	10.06±0.16 d
10	CK	20.04±1.12 a	21.53±1.21 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

### 3 结论与讨论

近年来,随着科学技术的发展,超重力在农业领域中的研究越来越受到人们的关注。超重力技术是在微重力的基础上发展起来的,是对微重力的进一步研究。该试验分别对 2 种材料的 MDA、Pro、SOD、CAT 活性生理指标进行测定,经过超重力处理后,4 项指标均受到严重影响。

通过测定 MDA 含量来间接了解膜系统受损的程度和植物的抗逆性<sup>[15]</sup>。该试验结果显示,适合的超重力处理可以提高 2 种胡萝卜幼苗的抗逆性,丙二醛含量的测定结果显示,2 种胡萝卜最佳超重力处理是在  $3\ 000 \text{ r}/\text{min}+20 \text{ min}$  条件下。 $3\ 000 \text{ r}/\text{min}+20 \text{ min}$  处理的丙二醛的含量均高于对照和其他处理,说明超重力小时会减小对抗逆性的破坏。在正常条件下,植物体内游离脯氨酸的含量降低,但在逆境条件下,体内游离脯氨酸的含量增加<sup>[16]</sup>。该试验结果显示,经过超重力处理后,与对照相比,2 种胡萝卜中脯氨酸的含量有升高也有降低,因此还需要进一步研究适合的胡萝卜超重力处理方法。

(上接第 57 页)

的效果。该试验只对平菇的覆土施肥栽培效应进行了研究,对其他食用菌品种和覆土材料还需进一步深入研究。

### 参考文献

[1] 许月明.平菇优良菌株的筛选[J].中国食用菌,2013,32(3):16-18.  
 [2] 刘遂飞,王小妮,何煦,等.平菇栽培后期不同基质覆土增产效果研究[J].北方园艺,2014(1):143-145.  
 [3] 裴悦珩.平菇发酵料覆土高产栽培技术[J].中国园艺文摘,2010(4):117-118.  
 [4] 杨辉德,秦春娥.平菇不同覆土方式的比较试验[J].食用菌,2007(2):43-44.

超氧化物歧化酶(SOD)活性与植物的衰老和抗逆性密切相关,是植物体内的重要保护酶之一<sup>[17]</sup>。而过氧化氢酶是植物体内普遍存在的酶,对植物的呼吸作用和光合作用的形成有影响。CAT 活性可以反映某一时期植物体内的代谢及抗逆性的变化<sup>[18]</sup>。该试验结果显示,超重力处理后,2 种胡萝卜幼苗叶片中的 SOD 和 CAT 活性均低于对照;对照的活性最高,与其他处理间差异达显著水平,表明 2 种胡萝卜材料经超重力处理后,基因表达和代谢过程都发生了变化,各材料的代谢水平也发生变化,但随着时间的推移,其代谢趋势变化与对照差异较大。而  $3\ 000 \text{ r}/\text{min}+40 \text{ min}$  与  $3\ 000 \text{ r}/\text{min}+60 \text{ min}$  处理、 $12\ 000 \text{ r}/\text{min}+40 \text{ min}$  与  $12\ 000 \text{ r}/\text{min}+60 \text{ min}$  处理间差异不显著,表明 2 种胡萝卜在相同转速但分钟数不同的条件下,对不同作物的影响是相同的。

该研究结果显示,超重力处理对红萝卜和黄萝卜的生理生化活性都有影响,利用一定的超重力处理可提高 2 种胡萝卜幼苗的抗逆性。因此,在农业生产中,利用合适的超重力大小以及适当的时间可以增强 2 种胡萝卜的抗逆性,减少逆境对植物的伤害。

### 参考文献

[1] 程智慧.蔬菜栽培学总论[M].北京:科学出版社,2010.  
 [2] 卢育华.蔬菜栽培学各论[M].北京:中国农业出版社,2000.  
 [3] 张雅稚.胡萝卜的营养保健功能及产品开发利用[J].中国食物与营养,2009(6):41-42.  
 [4] 汪隆植,何启伟.中国萝卜[M].北京:科学技术文献出版社,2005.  
 [5] 陈建峰.超重力技术及应用[M].北京:化学工业出版社,2002.  
 [6] 刘有智.超重力化工过程与技术[M].北京:国防工业出版社,2009:1-7.  
 [7] 郭锴,柳松年,陈建峰,等.超重力工程技术应用的新进展[J].化工进展,1997(1):1-4.  
 [8] 官益豪,黄卫星,肖泽仪,等.超重力技术及其应用研究进展[J].化工机械,2005,32(1):55-59.  
 [9] 邹海魁,邵磊,陈建峰.超重力技术进展——从实验室到工业化[J].化工学报,2006,57(8):1810-1815.  
 [10] 李忠娟.航天育种研究动态与展望[J].江西农业科技,2003(3):43-44.  
 [11] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版西安公司,2000:196-197.  
 [12] 张殿忠,汪沛洪,赵会贤.测定小麦叶片游离脯氨酸含量的方法[J].植物生理学通讯,1990(4):62-65.  
 [13] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.  
 [14] 胡景江,逢煊明.基础生物化学实验指导[M].西安:陕西科学技术出版社,1986:92-93.  
 [15] 康志钰,王建军.超重力处理对小麦种子发芽特性及产量性状的影响[J].云南农业大学学报,2011,26(1):134-138.  
 [16] 段智英,杨致芬.超重力处理对番茄幼苗生长和理化指标的影响[J].中国农业科技导报,2010,12(1):123-127.  
 [17] 杨美红,郭春绒,董宽虎,等.超重力处理对苜蓿幼苗抗盐性的影响[J].中国农学通报,2005,21(11):16-18.  
 [18] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.  
 [19] 王倩,田益华,朱燕华,等.泥炭覆土时的含水量对双孢蘑菇产量及质量的影响[J].食用菌学报,2015,22(4):44-48.  
 [20] 赵嘉菱,韦锦范,USMAN R,等.不同覆土材料对印度丽蘑子实体生长和营养成分的影响[J].食用菌学报,2019,26(3):58-64.  
 [21] 李长喜,李巨,王文成,等.含氨基酸水溶肥用于发酵料栽培平菇的效果实验[J].中国食用菌,2016,35(6):67-68.  
 [22] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].北京:高等教育出版社,2000:137-138,145-148,201-202.  
 [23] 竹玮,龚凤萍,段庆虎,等.添加不同氮源对棉籽壳发酵后熟化栽培平菇的影响[J].中国食用菌,2019,38(9):33-36.  
 [24] 胡素娟,段亚魁,康源春,等.2 种基质对平菇胞外酶活性、产量及品质的影响[J].河南农业科学,2018,47(3):96-99.