

各处理金针菇子实体蛋白质含量结果见表 2。由表 2 可知,使用生长调节物质处理的金针菇子实体蛋白质含量除处理 3 外均有所提高,每 50 kg 培养料加入氨基酸多元微肥 15 mL(处理 2)提高幅度最大为 12.5%。可见使用生长调节物质可明显改善金针菇的品质。

表 2 金针菇子实体蛋白质含量			
处理	含氮量/%	蛋白质含量/%	比对照提高/%
1	5.0	31.25	4.17
2	5.4	33.75	12.5
3	4.8	30.00	0
4	5.2	32.50	8.33
5	5.0	31.25	4.17
6	5.2	32.50	8.33
7(CK)	4.8	30.00	-

2.2 金针菇子实体蛋白质的氨基酸组分分析

金针菇增产最大的处理 6 及对照的子实体蛋白质的氨基酸组分分析结果见表 3。从表 3 中可看出,金针菇子实体蛋白质所含的 17 种氨基酸中,人体必需氨基酸 7 种。不同生长调节物质拌料、喷施综合应用的处理 6 蛋白质氨基酸总量比对照提高 61.48%,必需氨基酸含量提高 62.39%。除缬氨酸、脯氨酸含量略低外,其它氨基酸组分处理均比对照高。尤其是赖氨酸和精氨酸含量丰富,分别比对照提高 47.22%、48.78%,儿童食用后更有利于促进健康成长和智力发育。

表 3 金针菇子实体蛋白质氨基酸组分比较 g·100g			
名称	处理 6	对照	比对照提高/%
天冬氨酸	3.06	1.98	54.55
苏氨酸※	1.44	0.96	50.00
丝氨酸	1.32	0.88	50.00
谷氨酸	3.30	2.54	29.92
甘氨酸	1.30	1.02	27.45
丙氨酸	1.88	1.54	22.08
半胱氨酸	4.20	1.00	320.00
缬氨酸	0.30	0.32	-6.25
蛋氨酸※	0.32	0.12	166.67
异亮氨酸※	1.08	0.68	58.82
亮氨酸※	1.66	1.20	38.33
酪氨酸※	0.96	0.40	140.00
苯丙氨酸※	0.56	0.28	100.00
赖氨酸※	1.0	0.72	47.22
组氨酸	0.52	0.38	36.84
精氨酸	1.22	0.82	48.78
脯氨酸	0.30	0.32	-6.25
氨基酸总和	24.48	15.16	61.48
必需氨基酸总和	7.08	4.36	62.39

注 ※为必需氨基酸。

2.3 重金属元素和农残含量的检测

食用菌富集重金属的能力很强,远远超过绿色植物。食用菌中的重金属元素主要来源于培养基及土壤。不同的食用菌富集重金属的能力存在差异,一般来说,草腐菌(特别是蘑菇属 *Agaricus*)对 Cu、As、Cd 有明显的亲和性,而木腐菌对 Cr、Mg、Se、Pb 有明显的富集趋势^[9]。该研究选用的金针菇属于木腐菌,按国家食用菌卫生标准 GB7096-1996 规定,金针菇干样品中砷含量应不超过 1.0 mg/kg,铅含量不超过 2.0 mg/kg,汞含量不超过 0.2 mg/kg,六六六不超过 0.2 mg/kg,滴滴涕不超

过 0.1 mg/kg。
2.3.1 重金属元素的测定 重金属元素检测结果(表 4)表明,尽管金针菇干样品中重金属含量高于主要栽培原料棉籽壳,但使用生长调节物质栽培后的金针菇子实体中的重金属含量均未超标,其产品是安全的。

表 4 金针菇子实体及棉籽壳重金属元素含量 mg/kg				
检测样品	铅(Pb)	砷(As)	汞(Hg)	国家卫生标准
棉籽壳	1.41	0.55	0.14	Pb≤2.0
处理 1	1.43	0.71	0.16	As≤1.0
处理 2	1.65	0.74	0.17	Hg≤0.2
处理 3	1.42	0.68	0.16	
处理 4	1.58	0.69	0.18	
处理 5	1.47	0.71	0.15	
处理 6	1.47	0.60	0.16	
处理 7	1.57	0.69	0.18	

2.3.2 六六六、滴滴涕的测定 选取使用生长调节物质种类最多的优化组合(处理 6),进行六六六、滴滴涕检测(见表 5)。结果表明,在金针菇子实体中未检出六六六、滴滴涕。因此,使用生长调节物质栽培金针菇是安全的。

表 5 金针菇子实体中农残含量			
检测样品	六六六	滴滴涕	国家卫生标准
处理 6	未检出	未检出	六六六≤0.2 滴滴涕≤0.1

3 讨论与结论

3.1 关于生长调节物质的界定

人们通常把植物激素和具有植物激素生理功能(或活性)的人工合成物质统称为植物生长物质(Plant growth substances)^[10],它指的是对植物生长和发育有显著影响的一些化合物,要求具备以下 2 个特点:①它们不是能够提供能量的营养物质;②它们在很低浓度时即可促进或抑制或改变植物的生长或发育的进程^[11]。而植物激素一般仅指生长物质中具备下述 3 个特点的一些化合物:①植物体内合成;②可从产生之处运送到别处;③对生长和发育有显著影响的微量小分子有机物^{[10][11]}。所以,植物生长物质既包括现在公认的五大类植物激素(生长素类、赤霉素类、细胞分裂素类、脱落酸与乙烯)和其它已知的(如:油菜素甾体类、茉莉酸盐、水杨酸等)及未知的内源生长物质,也包括一些人工合成的对植物生长和发育有显著影响的化合物(常称植物生长调节物质/剂,Plant growth regulating substances/regulators)。这些人工合成的化合物一般都是已知内源生长物质的化学类似物,或功能类似物或代谢抑制剂^[14]。该研究选用的菇壮素、丰鲜宝、恩肥、氨基酸多元微肥、菇乐等生长调节物质,是目前在食用菌生产上常用的从天然植物中提取或人工合成的复合调节物质。

3.2 生长调节物质的使用时期

生长调节物质在食用菌上使用一般是拌料或喷施

能促进菌丝生长, 缩短发菌时间, 使菌丝长得更健壮、浓密。生长调节物质在金针菇上无论拌料或喷施均能提高子实体产量, 改善品质。在不同的使用时期中, 尤以子实体期喷施效果更佳。这一结论与蒋冬花^[4]在平菇上的试验结果相同; 与卢耀环^[10]、Baker J E^[11]研究的增长调节剂除可促使菌丝体生长外, 还能加速子实体分化, 提前出菇, 缩短生长周期的结果一致。关于生长调节物质的作用机理尚待进一步研究。

3.3 生长调节物质的使用效果

调节剂只能调节植物的生长发育, 而不能代替植物生长所需要的营养物质。选择适当种类、适当浓度的调节剂和营养物质配合施用, 就可以促进细胞内含物增多, 加速细胞分裂^[12]及菌丝体的分化, 从而不断增殖出大量优质菌丝。

试验筛选的最优配合组合是每 50 kg 培养料采用 恩肥 10 mL、氨基酸多元微肥 15 mL、菇壮素 20 mL 拌料, 在第 2 潮子实体生长期喷施丰鲜宝 20 mg/L, 金针菇产量比对照增产 55.08%^[8]。营养成分分析表明, 此组合蛋白质含量提高 8.33%, 氨基酸总量和必需氨基酸含量提高 61.48%、62.39%。这一研究结果与李仲芳等^[13]认为在平菇上激素与营养液配合施用能提高产量, 不能增加蛋白质含量的结论; 与张占甲等^[14]认为在金针菇上激素与营养液配合施用可增加金针菇营养成分含量, 但无明显增产作用的研究结果不一致。

3.4 使用生长调节物质的安全性

近年来, 我国食用菌生产通过科技人员多年来的努力和各级政府的大力支持, 其产业不断发展壮大, 在种植业中仅次于粮、棉、油、果、菜, 位列第 6 总产值达 400 多亿元。食用菌生产迅速增长也使我国成为世界上第一生产大国, 食用菌产品成为我国主要的出口农产品及加工食品。自中国加入 WTO 后, 食用菌产品出口, 除面临日趋激烈的市场竞争外, 技术壁垒(绿色壁垒)明显增

多, 食用菌产品的安全性对其出口显得尤为重要。

该研究结果表明, 按照国家食用菌卫生标准 GB7096-1996 的各项指标要求, 使用生长调节物质栽培的金针菇子实体中铅、汞、砷等重金属含量均不超标, 在子实体中未检测到六六六、滴滴涕等农残物质。因此, 金针菇生产中使用生长调节物质是安全的。

参考文献

- [1] 胡友财. 新型植物生长调节剂的研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2003: 1-6.
- [2] 张占甲, 陈坤明, 李仲芳, 等. 不同配比的赤霉素和激动素与营养液配施对平菇产量与品质的影响[J]. 食用菌学报, 1995, 2(1): 43-48.
- [3] 蒋冬花, 张萍华. 植物生长调节剂对平菇菌丝生长和产量的影响[J]. 浙江师范大学学报(自然科学版), 1996, 19(4): 86-89.
- [4] 蒋冬花, 张萍华. 深层培养诸因素对金针菇菌丝体生长的影响[J]. 食用菌学报, 1997, 4(3): 40-44.
- [5] 邹向英. 菇壮素对金针菇生长的影响[J]. 食用菌, 2002, 24(6): 7.
- [6] 乔德生, 邹向英. 氨基酸多元微肥对金针菇生长的影响[J]. 食用菌, 1996, 18(6): 5.
- [7] 邹向英. 生长促进剂配合喷施对金针菇产量的影响[J]. 北方园艺, 2006(6): 176-177.
- [8] 邹向英, 赵洪斌, 乔德生, 等. 金针菇生长促进剂组合优化研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2005, 36(3): 348-352.
- [9] Michelot D, Siobud E, Christophe J Dore, et al. Update On metal content profiles in mushrooms: toxicological implications and tentative approach to the mechanism of bioaccumulation[J]. Toxicon, 1998, 36(12): 1997-2012.
- [10] 潘瑞焜, 董恩得. 植物生理学[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 1995: 1-4, 180-224.
- [11] 余叔文, 汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 1998: 421-434.
- [12] 李灿辉, 左祥. 为什么把多胺和钙调素编入植物生长物质[J]. 云南师范大学学报, 2000, 20(1): 62-66.
- [13] 李仲芳, 陈坤明, 张占甲. 激素与营养液配施对平菇产量及品质的影响[J]. 食用菌学报, 1995, 2(2): 33-37.
- [14] 张占甲, 陈坤明, 李仲芳. 激素与营养液配施对金针菇生育的影响[J]. 食用菌, 1994, 16(2): 3-5.

The Effects of Growth Regulating Substance on Quality of *Flammulina Velutipes*

ZOU Xiang-ying

(Binzhou Vocational College Binzhou, Shandong 256603)

Abstract: The effects of five growth regulating substances on quality of *Flammulina velutipes* were studied with *Flammulina velutipes* variety. The results showed that, the fruit body of *Flammulina velutipes* after applying different growth regulating substances was in accordance of the national health standard about edible fungi. So applying growth regulating substances in the culture of *Flammulina velutipes* was safe.

Key words: growth regulating substances; *Flammulina velutipes*; quality