

网络出版时间:2012-03-21 17:41

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120321.1741.019.html>

白玉菇的营养生理研究

贺立虎^{1,2}, 杜双田¹, 吴秀珍¹, 樊玉萍¹

(1 西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100; 2 杨凌职业技术学院 药物工程系, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] **【目的】**研究白玉菇的营养生理特性。**【方法】**以白玉菇菌株 XBG-05 为材料, 测定其在不同培养基上的菌落直径、菌丝生长速率及菌落长势, 比较不同的碳源(果糖、葡萄糖、甘露糖、核糖、半乳糖、阿拉伯糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、可溶性淀粉、乙醇、甘露醇、甘油)、氮源(异亮氨酸、谷氨酰胺、酪氨酸、色氨酸、硝酸钾、硫酸铵、磷酸二氢铵、氯化铵、尿素、硝酸铵、硝酸钠、蛋白胨、麦芽浸粉、酵母膏、牛肉膏和胰蛋白胨)、无机盐(硫酸镁、氯化钾、硝酸钠、氯化钠、氯化钙、磷酸二氢钾)、维生素(维生素 B₁、维生素 B₂、烟酸和叶酸)和植物生长调节剂(吲哚乙酸(IAA)、激动素(KT)、2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)和 6-苄氨基嘌呤(6-BA))对白玉菇菌丝生长的影响效果。**【结果】**白玉菇的碳源谱较宽, 其中对蔗糖的利用效果最好, 其次为麦芽糖和甘露糖; 白玉菇对复合氮源的利用效果最好, 对无机氮源和氨基酸的利用效果次之; 磷酸二氢钾、叶酸、烟酸及 2,4-D、IAA、KT 对白玉菇菌丝生长均具有显著的促进作用, 而氯化钙、硫酸镁和 6-BA 则表现出抑制作用。**【结论】**白玉菇菌丝生长的最适宜碳源为蔗糖, 最佳氮源为酵母膏; 适量添加磷酸二氢钾、叶酸、烟酸和 2,4-D、IAA、KT 可以较好地促进白玉菇菌丝的生长。

[关键词] 白玉菇; 营养生理; 菌丝生长速率; 菌落生长指数

[中图分类号] Q935; S567.3⁺9

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2012)04-0180-05

Studies on the nutritive physiology of white *Hypsizygus marmoreus*

HE Li-hu^{1,2}, DU Shuang-tian¹, WU Xiu-zhen¹, FAN Yu-ping¹

(1 College of Life Sciences, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Technical College, Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】**Nutritive physiological characters of white *Hypsizygus marmoreus* were investigated in this paper. **【Method】**Diameter of colonies, growth rate and vigor of mycelia were used for assessing the effect of carbon (fructose, glucose, mannose, ribose, galactose, arabinose, urose, maltose, lactose, soluble starch, alcohol, mannitol, glycerol) and nitrogen sources (isoleucine, glutamine, tyrosine, tryptophan, potassium nitrate, ammonium sulfate, diammonium phosphate, ammonium chloride, urea, ammonium nitrate, sodium nitrate, peptone, malt flour, yeast extract, beef extract, tryptone), mineral elements (MgSO₄, KCl, NaNO₃, NaCl, CaCl₂, KH₂PO₄), vitamins (V_{B1}, V_{B2}, nicotinic acid, folic acid) and plant hormones (IAA, KT, 2,4-D, 6-BA) during growth of white *H. marmoreus* XBG-05. **【Result】**The results indicated that many carbon sources could be used by the mycelia of white *H. marmoreus*. Sucrose was the best choice above maltose and mannose; and among nitrogen sources, the composite nitrogen source was utilized best, inorganic nitrogen source and amino acid took next place. Moreover, KH₂PO₄, nicotinic acid, folic acid, 2,4-D, IAA and KT could help mycelia growth, but CaCl₂, MgSO₄ and 6-BA had inhibition to mycelia growth. **【Conclusion】**The suitable nutritive conditions of white *H. marmoreus* were sucrose, yeast extract paste.

* [收稿日期] 2011-10-21

[基金项目] 陕西省“13115”科技创新工程重大科技专项(2010ZDKG-72)

[作者简介] 贺立虎(1980—), 男, 陕西合阳人, 讲师, 在读硕士, 主要从事微生物资源与利用研究。E-mail: helihu@126.com

[通信作者] 杜双田(1961—), 男, 陕西扶风人, 副教授, 主要从事食用与药用真菌研究。E-mail: dst6107@126.com

And KH_2PO_4 , nicotinic acid, folic acid, 2,4-D, IAA and KT could promote mycelia growth.

Key words: *Hypsizigus marmoreus*; nutritive physiology; mycelia growth rate; colony growth index

白玉菇(*Hypsizigus marmoreus*)又名白玉蕈,为真姬菇的一个变种,隶属担子菌亚门(Basidiomycotina)、层菌纲(Hymenomycetes)、伞菌目(Agicales)、白蘑科(Tricholomataceae)、玉蕈属(*Hypsizigus*)。白玉菇子实体洁白,质地紧密,口感细腻而滑脆,不仅营养丰富,且含有多种生理活性物质,具有改善人体新陈代谢、降低胆固醇、清除体内自由基、降低血糖和血压、增强机体免疫力等功能,被誉为食用菌中的“金枝玉叶”^[1]。

白玉菇发源于欧洲、北美、西伯利亚等地,1986年引入我国,现在辽宁、河北、山东、江苏、河南等地均有小规模栽培^[2]。由于我国对白玉菇的研究起步较晚,对其生物学特性、栽培环境条件等方面的研究不够系统^[3],白玉菇的许多潜在价值尚未能得到充分开发与利用。为此,本试验系统地研究了不同碳源、氮源、无机盐、维生素及常见植物生长调节剂对白玉菇菌丝生长的影响,以期对白玉菇的进一步开发利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 菌种 供试白玉菇菌种由西北农林科技大学生命科学院提供,菌株编号为XBG-05。

1.1.2 培养基 碳源试验基础培养基:蛋白胨 0.2 g, KH_2PO_4 1.0 g, MgSO_4 0.5 g, 琼脂粉 12.0 g, 蒸馏水 1 000 mL。

氮源试验基础培养基:葡萄糖 20.0 g, KH_2PO_4 1.0 g, MgSO_4 0.5 g, 琼脂粉 12.0 g, 蒸馏水 1 000 mL。

无机盐试验基础培养基:葡萄糖 20.0 g, 蛋白胨 0.2 g, 琼脂粉 12.0 g, 蒸馏水 1 000 mL。

维生素试验基础培养基:葡萄糖 20.0 g, NaNO_3 0.1 g, KH_2PO_4 1.0 g, MgSO_4 0.5 g, 琼脂粉 12.0 g, 蒸馏水 1 000 mL。

植物生长调节剂试验基础培养基:葡萄糖 20.0 g, 蛋白胨 0.2 g, KH_2PO_4 1.0 g, MgSO_4 0.5 g, 琼脂粉 12.0 g, 蒸馏水 1 000 mL。

1.2 方法

所有试验均在直径 90 mm 的培养皿上进行,培养基用量为 20 mL/皿,培养温度(25 ± 1) °C,空气相对湿度 70%~75%。于每个皿中央定量接种直

径 5 mm 的白玉菇菌饼 1 块。培养期间,采用划线法每隔 2 d 标记 1 次菌落直径,培养第 12 天测量菌落直径后,对菌落长势进行评分,研究供试物质对白玉菇菌丝生长的影响。

1.2.1 不同碳源对白玉菇菌丝生长的影响 供试碳源分别为果糖、葡萄糖、甘露糖、核糖、半乳糖、阿拉伯糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、可溶性淀粉、乙醇、甘露醇和甘油。在碳源试验基础培养基中分别加入 20.0 g/L 供试碳源,每个处理重复 3 次。

1.2.2 不同氮源对白玉菇菌丝生长的影响 供试氮源分别为异亮氨酸、谷氨酰胺、酪氨酸、色氨酸、硝酸钾、硫酸铵、磷酸二氢铵、氯化铵、尿素、硝酸铵、硝酸钠、蛋白胨、麦芽浸粉、酵母膏、牛肉膏和胰蛋白胨。在氮源试验基础培养基中分别加入 2.0 g/L 供试氮源,每个处理重复 3 次。

1.2.3 不同无机盐对白玉菇菌丝生长的影响 在无机盐试验基础培养基中分别加入 0, 0.5, 1.0, 1.5 和 2.0 g/L 的硫酸镁、氯化钾、硝酸钠、氯化钠、氯化钙、磷酸二氢钾,每个处理重复 3 次。

1.2.4 不同维生素对白玉菇菌丝生长的影响 在维生素试验基础培养基中分别加入 0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 和 10.0 mg/L 的维生素 B₁、维生素 B₂、烟酸和叶酸,每个处理重复 3 次。

1.2.5 不同植物生长调节剂对白玉菇菌丝生长的影响 在植物生长调节剂试验基础培养基中分别加入 0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 和 10.0 mg/L 的吲哚乙酸(IAA)、激动素(KT)、2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)和 6-苄氨基嘌呤(6-BA),每个处理重复 4 次。

1.3 数据处理与分析

由于白玉菇在不同碳源及氮源培养基上的菌落长势差异较大,为了便于比较,本研究引入菌落生长指数的概念,其计算公式为:菌落生长指数=菌落面积(mm^2)×菌落长势评分/ 1 mm^2 。

在试验范围内,白玉菇菌丝在不同无机盐、维生素、植物生长调节剂培养基上的菌落直径差异较大,但菌落长势差异较小,因此本研究以菌丝生长速率表征各因素对菌丝生长的影响。菌丝生长速率=第 12 天所测菌落直径(mm)/12(d)。

试验数据采用 DPS(Version 7.05)统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同碳源对白玉菇菌丝生长的影响

由表 1 可见,白玉菇对供试的 13 种碳源均能利用。单从菌落面积看,白玉菇在以甘露醇为碳源的培养基上菌落面积最大,其次为以蔗糖、麦芽糖、阿拉伯糖、甘露糖、葡萄糖为碳源的培养基;单从菌落

长势评分看,以蔗糖、可溶性淀粉、乙醇和甘油最好;从菌落生长指数来看,蔗糖最好,其次为麦芽糖、甘露糖、甘露醇及乙醇,蔗糖与甘露醇、麦芽糖和甘露糖之间差异均极显著,而甘露醇、麦芽糖与甘露糖之间差异均不显著。对菌落形态进行观察,结果发现,白玉菇在以蔗糖为碳源的培养基上菌落生长最快,颜色洁白,边缘整齐,气生菌丝浓密。

表 1 不同碳源对白玉菇菌丝生长的影响

Table 1 Effect of carbon sources on the mycelial growth of white <i>H. marmoreus</i>				
碳源 Carbon source		菌落面积/mm ² Mycelium area	菌落长势评分 Mycelium growth vigor	菌落生长指数 Mycelium growth inde
单糖 Monosaccharides	果糖 Fructose	1 337.5	2.0	2 675.0 fE
	葡萄糖 Glucose	3 160.4	3.0	9 481.2 deD
	甘露糖 Mannose	3 318.1	4.0	13 272.7 bcBC
	核糖 Ribose	1 709.1	1.0	1 709.1 fE
	半乳糖 Galactose	2 492.6	4.0	9 970.5 deCD
	阿拉伯糖 Arabinose	3 393.1	3.5	11 876.0 bcdBCD
双糖 Disaccharide	蔗糖 Sucrose	3 574.2	5.0	17 871.1 aA
	麦芽糖 Maltose	3 487.3	4.0	13 949.1 bB
	乳糖 Lactose	797.3	1.0	797.3 fE
多糖 Polysaccharide	可溶性淀粉 Soluble starch	2 197.5	5.0	10 987.4 cdeBCD
其他 Other	乙醇 Alcohol	2 622.3	5.0	13 111.6 bcBC
	甘露醇 Mannitol	4 411.6	3.0	13 234.7 bcBC
	甘油 Glycerol	1 788.4	5.0	8 941.8 eD

注:同列数据后标不同小写和大写字母分别表示不同处理在 5%和 1%水平上差异显著。下表同。
Note:After the same data,values with different lowercase and capital letter superscripts mean significant difference at 5% and 1%. The same as below.

2.2 不同氮源对白玉菇菌丝生长的影响

如表 2 所示。

本试验不同氮源对白玉菇菌丝生长的影响结果

表 2 不同氮源对白玉菇菌丝生长的影响

Table 2 Effect of nitrogen sources on the mycelial growth of white <i>H. marmoreus</i>				
氮源 Nitrogen source		菌落面积/mm ² Mycelium area	菌落长势评分 Mycelium growth vigor	菌落生长指数 Mycelium growth inde
氨基酸 Amino acid	异亮氨酸 Isoleucine	1 675.4	2.0	3 350.7 fD
	谷氨酰胺 Glutamine	2 987.6	4.0	11 950.2 cB
	酪氨酸 Tyrosine	1 880.0	2.5	4 700.0 fD
	色氨酸 Tryptophan	1 858.8	2.0	3 717.6 fD
无机氮源 Inorganic source	硝酸钾 Potassium nitrate	2 124.5	2.0	4 248.9 fD
	硫酸铵 Ammonium sulfate	2 960.9	4.0	11 843.7 cB
	磷酸二氢铵 Diammonium phosphate	3 019.5	3.0	9 058.5 deBC
	氯化铵 Ammonium chloride	3 414.3	3.0	10 243.0 cdBC
	尿素 Urea	0.0	0.0	0.0 gE
	硝酸铵 Ammonium nitrate	2 029.6	4.0	8 118.4 eC
复合氮源 Complex organicsource	硝酸钠 Sodium nitrate	1 734.3	2.0	3 468.6 fD
	蛋白胨 Peptone	3 841.4	5.0	19 207.1 bA
	麦芽浸粉 Malt flour	5 434.7	4.0	21 738.6 aA
	酵母膏 Yeast extract paste	4 367.7	5.0	21 838.7 aA
	牛肉膏 Beef extract	4 261.2	5.0	21 306.2 aA
	胰蛋白胨 Tryptone	1 675.3	5.0	18 910.1 bA

由表 2 可知,除尿素之外,白玉菇对供试的其余 15 种氮源均能利用,总体来看对复合氮源的利用较好,对无机氮源和氨基酸的利用较差。从菌落面积

看,在以麦芽浸粉为氮源的培养基上菌落面积最大,为 5 434.7 mm²;其次为以酵母膏为氮源的培养基,菌落面积为 4 367.7 mm²;再次为以牛肉膏为氮源

的培养基,菌落面积为4 261.2 mm²。在以酵母膏、牛肉膏为氮源的培养基上,白玉菇的气生菌丝浓密、洁白,菌落边缘整齐,长势最好,菌落长势评分为5;在以麦芽浸粉为氮源的培养基上,菌落长势较差,评分为4。从菌落生长指数看,以酵母膏为氮源的培养基最优,菌落生长指数为21 838.7,其次为以麦芽浸粉和牛肉膏为氮源的培养基,其菌落生长指数分别为21 738.6和21 306.2;酵母膏、麦芽浸粉和牛肉膏之间的菌落生长指数差异不显著。

2.3 不同无机盐对白玉菇菌丝生长的影响

由图1可见,在供试无机盐质量浓度范围内,氯化钙和硫酸镁对白玉菇菌丝生长具有一定的抑制作用,磷酸二氢钾、硝酸钠、氯化钠和氯化钾对白玉菇菌丝生长表现出一定的促进作用,其中磷酸二氢钾、氯化钾和氯化钠的作用效果比较明显,而硝酸钠的作用效果较差;不同无机盐的最佳质量浓度有一定的差别,当磷酸二氢钾、氯化钾和氯化钠的质量浓度分别为1.0,1.0,0.5 g/L时,菌丝生长速率达到最大,分别为6.03,5.61和5.72 mm/d,而当三者的质量浓度继续增加时,菌丝生长速率逐渐下降,表明过量添加磷酸二氢钾、氯化钾和氯化钠会对菌丝的生长产生抑制作用。方差分析结果表明,不同质量浓

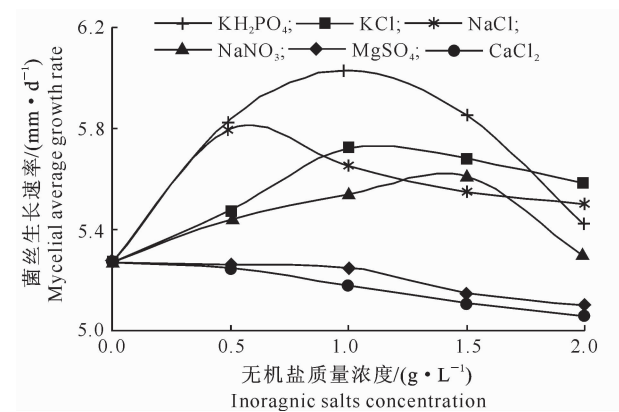


图1 不同无机盐对白玉菇菌丝生长的影响
Fig.1 Effect of inorganic salts on the mycelial growth of white *H. marmoreus*

2.5 不同植物生长调节剂对白玉菇菌丝生长的影响

由图3可知,在供试植物生长调节剂质量浓度范围内,2,4-D、IAA和KT对白玉菇菌丝生长均有一定的促进作用,且以2,4-D的促进作用最为突出,6-BA则表现为抑制作用;不同植物生长调节剂作用的最佳质量浓度存在差异,当2,4-D、IAA和KT的质量浓度分别为2.0,4.0和4.0 mg/L时,菌丝生

度的氯化钾对白玉菇菌丝生长有显著影响($P < 0.05$),而不同质量浓度的磷酸二氢钾、硝酸钠、氯化钠对白玉菇菌丝生长无显著影响($P > 0.05$),说明白玉菇对培养基中氯化钾的用量比较敏感;而对磷酸二氢钾、硝酸钠、氯化钠具有较强的耐受性。

2.4 不同维生素对白玉菇菌丝生长的影响

由图2可知,在供试维生素质量浓度范围内,烟酸、叶酸、V_{B1}和V_{B2}均对白玉菇菌丝生长具有一定的促进作用,其中烟酸和叶酸的促进作用较为明显,V_{B1}和V_{B2}的促进作用微弱。随着烟酸与叶酸质量浓度的增加,菌丝生长速率逐渐增大,当其质量浓度分别为8.0和6.0 mg/L时,菌丝生长速率达到最大,分别为5.15和5.11 mm/d,之后随着烟酸与叶酸质量浓度的继续增加,菌丝生长速率逐渐下降,表明过量添加烟酸与叶酸会对菌丝的生长产生抑制作用。随着V_{B1}和V_{B2}质量浓度的增加,菌丝生长速率逐渐缓慢增大。方差分析表明,不同质量浓度的叶酸对白玉菇菌丝的生长有显著影响($P < 0.05$),烟酸、V_{B1}和V_{B2}对白玉菇菌丝生长无显著影响($P > 0.05$),说明白玉菇菌丝对培养基中叶酸的用量比较敏感,而对烟酸、V_{B1}和V_{B2}具有较强的耐受性。

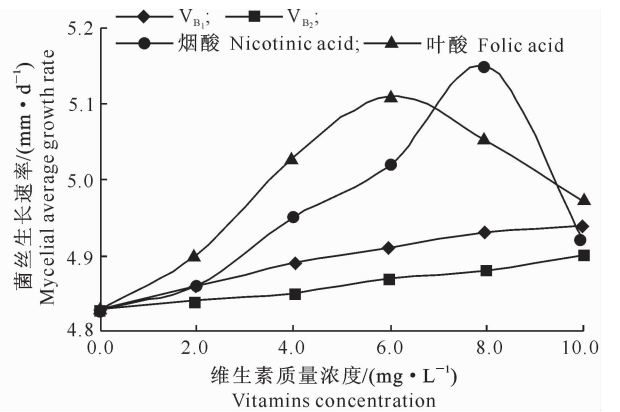


图2 不同维生素对白玉菇菌丝生长的影响
Fig.2 Effects of vitamins on the mycelial growth of white *H. marmoreus*

长速率达到最大,分别为5.66,5.31和5.12 mm/d,之后随其质量浓度的进一步增大,菌丝生长速率降低,表明过量添加2,4-D、IAA和KT会对菌丝的生长产生抑制作用。方差分析表明,不同质量浓度的2,4-D对白玉菇菌丝生长有显著影响($P < 0.05$),但IAA和KT对白玉菇菌丝生长无显著影响($P > 0.05$),说明白玉菇对培养基中2,4-D的用量比较敏感,而对IAA和KT具有较强的耐受性。

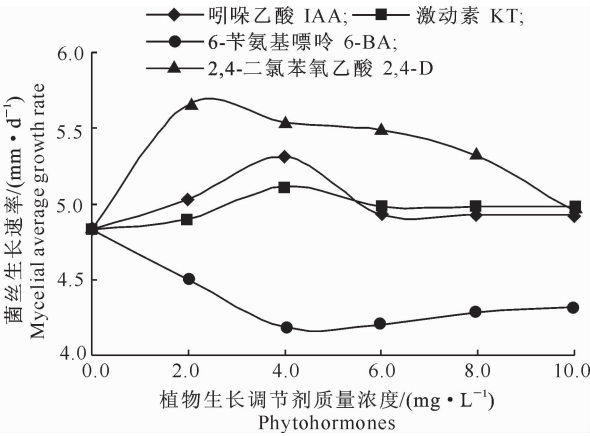


图 3 不同植物生长调节剂对白玉菇菌丝生长的影响

Fig. 3 Effects of plant hormones of different concentrationson the mycelial growth of white *H. marmoreus*

3 讨论与结论

1)白玉菇的碳源谱较宽,能利用多种碳源物质,对蔗糖的利用效果最好,其次为麦芽糖和甘露糖。白玉菇对碳源的利用效果与细胞对营养物质的吸收方式有关,理论上讲,单糖等小分子物质容易被吸收,而复杂的大分子物质则需要通过胞外酶的降解才可以被吸收利用。但本试验结果表明,白玉菇对双糖的利用效果优于单糖,这主要是因为含有葡萄糖的培养基经高压蒸汽灭菌后,pH 会有所下降,从而影响白玉菇的菌丝生长,对此在今后的研究中应该引起注意。

2)白玉菇能利用多种氮源,对复合氮源的利用效果最好,对无机氮源和氨基酸的利用效果次之,这与吴韶菊等^[4]、韩春华等^[5]、郭向华等^[6]的研究结果相似。复合氮源由于含有蛋白质、氨基酸、维生素等多种氮源以及多种生长因子,可很好地满足菌丝生长的营养需求,因此可以促进白玉菇生长;而无机氮源和氨基酸因成分比较单一,不能充分满足菌丝的营养需求,因而菌丝生长较慢。此外,本试验中尿素的添加量过大,导致培养基的 pH 值过高,灭菌时产生刺激性氨味物质,致使白玉菇不能在以尿素为氮源的培养基上生长,这与郭向华等^[6]报道的结果相似。

3)磷酸二氢钾、硝酸钠、氯化钠和氯化钾对白玉菇菌丝生长均有一定的促进作用,氯化钙和硫酸镁则表现出抑制作用。添加无机盐不仅能为微生物菌丝生长提供所需要的矿物质元素,某些矿物质元素是酶的激活因子或辅助因子,在细胞物质转运和

能量代谢中起着非常重要的作用^[7];而且添加适量的无机盐对于基质的渗透压有一定的影响。因此,无机盐的添加对白玉菇的菌丝生长十分重要。

4)在培养基中,适量添加叶酸、烟酸、V_{B1}和V_{B2}对白玉菇菌丝生长均具有一定的促进作用,且以叶酸的作用最强,烟酸次之,这与吴韶菊等^[4]的研究结果一致。这是因为叶酸参与嘧啶和嘌呤的合成,而且影响细胞的蛋白质代谢^[7];烟酸是辅酶 I 和辅酶 II 的组成成分,与菌丝生长过程中糖“脂”蛋白质代谢相关,并与菌丝生长发育过程中 DNA 的复制紧密相关^[8];V_{B1}是酸化酶及转酮醇酶成分,其与蛋白质、氨基酸、糖类及脂类的生物合成及呼吸链等许多重要代谢过程有密切关系^[8];V_{B2}是一类脱氢酶的辅酶,广泛参与机体内多种氧化还原反应,可以促进细胞内糖、脂肪和蛋白质的合成与分解及机体的生长和发育^[8]。因此,叶酸、烟酸、V_{B1}和V_{B2}的适量添加对白玉菇菌丝的生长非常必要。

5)6-BA 对白玉菇菌丝的生长具有一定的抑制作用,而 2,4-D、IAA 和 KT 则表现为促进作用,其中以 2,4-D 对白玉菇菌丝生长的促进作用最强。这是因为 2,4-D 能刺激多种酶(如纤维素酶和多酚氧化酶)的合成与分泌,促进菌丝生长,缩短菌种的生长周期,增加其产量,提高其生物学效率^[6]。因此,在白玉菇生产中,可向栽培料中添加一定量的 2,4-D 以达到增产增收的目的。

综上所述,白玉菇菌丝生长的适宜碳源为蔗糖,其次为麦芽糖和甘露糖;最佳氮源为酵母膏;1.0 g/L 磷酸二氢钾、8.0 mg/L 烟酸、6.0 mg/L 叶酸以及 2.0 mg/L 2,4-D、4.0 mg/L IAA 和 KT 均对白玉菇菌丝生长具有显著的促进作用,而氯化钙和硫酸镁及 6-BA 对白玉菇菌丝生长有一定的抑制作用。

[参考文献]

[1] 吴韶菊,邱奉同.不同培养基成分对白玉菇菌株生长的影响[J].江苏农业科学,2008(5):168.
Wu S J, Qiu F T. Effect of different medium components on growth of white *Hypsizigus armoreus* [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2008(5):168. (in Chinese)
[2] 丁湖广.蟹味菇生物特性及高产优质栽培技术[J].特种经济动植物,2005(3):29-40.
Ding H G. Biological characteristics and technology of high products of *Hypsizigus marmoreus* [J]. Special Economic Plants and Animals, 2005(3):29-40. (in Chinese)