

汞和砷在麒麟菇菌丝体中的富集及对其生长的影响

刘洁玉¹, 谢宝贵^{2,3}

(1. 福建农林大学资源与环境学院, 福建 福州 350002; 2. 福建农林大学菌物研究中心, 福建 福州 350002;
3. 福建农林大学生命科学学院, 福建 福州 350002)

摘要: 研究了汞和砷等重金属在麒麟菇菌丝中的富集及对其生长的影响。结果表明: 麒麟菇菌丝对 Hg、As 等重金属均有较强的富集作用, 当培养基中重金属的浓度在 $0.5 \sim 5.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 下, 菌丝体中 Hg 的含量可比培养基高 $2.24 \sim 11.68$ 倍, As 的含量可比培养基高 $4.06 \sim 9.92$ 倍。Hg 对麒麟菇菌丝有明显的抑制作用, 培养基中 Hg 的含量仅 $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 就可抑制菌丝生长 36.03% ; 培养基中 As 的含量在本试验浓度 ($0.5 \sim 5.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 下对菌丝生长有促进作用。

关键词: 麒麟菇; 菌丝生长; 汞; 砷; 富集作用

中图分类号: S 646.19

文献标识码: A

Effects of Hg and As on the mycelial growth of Qilingu and their accumulation

LIU Jie-yu¹, XIE Bao-gui^{2,3}

(1. College of Resource and Environment, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China;
2. College of Life Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China;

3. Mycological Research Center, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: The accumulation of heavy metals in mycelia of Qilingu and the effects of heavy metals on the growth of this fungus were investigated. The results showed that mycelia of Qilingu strongly concentrated Hg and As. When the heavy metals concentration in media were $0.5 \sim 5.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Hg and As content in mycelia were $2.24 \sim 11.68$ and $4.06 \sim 9.92$ times higher than that in media respectively. Hg inhibited mycelia growth significantly, $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ of Hg inhibited mycelia growth rate by 36.03% . Whereas, As promoted mycelia growth in the concentrations of $0.5 \sim 5.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Key words: Qilingu; mycelial growth; Hg; As; accumulation

随着工业的快速发展及“三废”的大量排放, 重金属污染已成为一个健康问题受到关注。重金属污染已波及食用菌, 而汞和砷是食用菌中常见的污染重金属元素^[1-2]。一些国家和地区已建立标准, 拒绝进口重金属含量超标的食用菌。近十几年, 人们对植物、食品中的重金属污染研究的已较全面, 然而对食用菌中重金属污染的研究仍甚少。因此, 研究食用菌重金属污染已成为必要, 它不仅关系到人们的健康问题, 而且对社会、环境等都有重要意义。麒麟菇是由香菇和阿魏蘑杂交而来, 肉质细嫩、味道鲜美^[3], 是近几年研究开发的新品种。本试验选择麒麟菇作为材料, 进行重金属汞和砷不同浓度下的培养试验, 旨在探明其对麒麟菇生长的影响, 以及其累积性能的差异, 为控制重金属对食用菌的污染提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 菌株

麒麟菇购自北京大钟寺农贸市场, 并托中国农科院土肥所黄晨阳先生进行组织分离。该菌种为本学院实验室保藏。

1.2 试剂

砷、汞标准溶液(浓度为 $1000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 均购自中国标样部。

1.3 方法

As 和 Hg 分别设 5 种浓度处理(表 1), 每处理 4 次重复。先将配好的培养基装入 250 ml 的三角瓶中, 每瓶 100 ml。在试验前按设计浓度(表 1) 将重金属标液加入到各瓶培养基中, 灭菌、冷却后, 分别加入菌悬液(取 3~7 支食用菌斜面搅碎倒入无菌水中混匀)。置于摇床 $25 \sim 28^\circ\text{C}$ 、 $130 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$, 培养约 20 d。取出过滤, 100° 烘干 8 h, 称重。

砷总量测定方法: 氢化物原子荧光光度法检测; 汞总量测定方法: 冷原子吸收光谱法即五氧化二钒消化法检测。具体测定方法参考文献[4]。

收稿日期: 2004-12-03 初稿; 2006-08-09 修改稿

作者简介: 刘洁玉(1979-), 女, 研究实习员, 硕士, 从事食用菌重金属研究工作(E-mail: liuyj7976@163.com)。

通讯作者: 谢宝贵(1962-), 男, 教授, 博士, 从事食用菌遗传育种研究(E-mail: xbg@pub2.fz.fj.cn)。

基金项目: 福建省科技计划项目(2003N009); 农业部948项目(2003-T16)

2 结果与分析

2.1 Hg 和 As 在麒麟菇菌丝体内的富集

菌丝烘干后, 测定麒麟菇菌丝的 Hg 和 As 的含量, 结果列于表 1。麒麟菇菌丝对 Hg 和 As 都有很强的富集作用, 但重金属的浓度对其富集能力有影响。重金属添加量相同时, 麒麟菇菌丝对 As 和 Hg 的富集能力差异不明显。

2.1.1 Hg 表 1 显示了麒麟菇菌丝对重金属 Hg 的富集情况。随着培养基中 Hg 的浓度的增加, 菌丝 Hg 含量也增加, 它们之间不呈线性关系。麒麟菇菌丝对 Hg 的富集能力与培养基中 Hg 的浓度有关, 在低浓度下富集能力强, 浓度增加则相反。Hg 浓度为 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时, 菌丝 Hg 的富集倍数比浓度为 $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时的富集倍数减少了 16.52%, 而浓度为 $3.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时的菌丝 Hg 的富集倍数比浓度为 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时的富集倍数又减少了 45.03%, 当浓度为 $5.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时 Hg 的富集倍数与浓度 $3.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 相比减少了 58.21%。在本试验中, 麒麟菇菌丝对 Hg 的富集倍数为 2.24 ~ 11.68 倍, 最高可达到 11.68 倍。随着汞添加量的增加, 菌丝中汞含量和汞的富集倍数均差异显著。

表 1 麒麟菇菌丝体对汞和砷的富集作用

Table 1 Accumulation of Hg and As in mycelial of Qilingu

汞浓度 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	菌丝中 汞含量 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	汞富集 倍数 (倍)	砷浓度 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	菌丝中 砷含量 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	砷富集 倍数 (倍)
0(CK)	0.03	-	0(CK)	0.12	-
0.5	5.84	11.68	0.5	4.96	9.92
1.0	9.75	9.75	1.0	5.00	5.00
2.0	10.72	5.36	2.0	7.96	3.98
5.0	11.20	2.24	5.0	12.17	4.06
t 值	3.59*	3.40*	t 值	3.04*	4.06*

注: ①富集倍数= 菌丝中重金属的含量/培养基中重金属的浓度;
② $df = 4$, $t_{0.05} = 2.78$ 。

2.1.2 As 麒麟菇菌丝对 As 吸收与富集的能力与 Hg 相似。当培养基中 As 的浓度为 $0 \sim 5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时, 随着 As 浓度的增加, 菌丝体中的含量也显著增加, 其含量是培养基的 4.06 ~ 9.92 倍, 富集效应显著。麒麟菇菌丝对 As 的富集能力与培养基中 As 的浓度有关, 富集倍数随着 As 浓度的增加呈下降趋势。当 As 浓度为 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时菌丝富集 As 的倍数比浓度为 $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时的富集倍数减少了 49.60%, 而当浓度为 $3.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时的菌丝 As 的富集倍数比浓度为 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时的富集倍数又减少了 20.40%, 浓度为 $5.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 与浓度 $3.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的富集倍数相差不大。随着砷添加量的增加, 菌丝中砷含量和砷的富集倍数均差异显著。

2.2 重金属 Hg、As 对菌丝生长的影响

在培养基中, 菌丝培养约 20 d 后取出。表 2 是麒麟菇在重金属 Hg、As 添加浓度变化下的菌丝量。表中列出了重金

属浓度在 $0 \sim 5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时菌丝的产量。陈素华等^[5]指出: 当环境中的重金属的浓度增加到一定程度时, 它们就会抑制微生物的生长代谢作用甚至死亡。

2.2.1 Hg 试验结果表明, 培养基中 Hg 对麒麟菇菌丝生长有明显的抑制作用, 仅需很小的浓度就有作用, 当培养基中 Hg 浓度为 $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时, 菌丝生长抑制了 36.03%。麒麟菇菌丝对 Hg 又有一定的抗性, 当培养基中 Hg 的浓度从 $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 提高到 $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 提高了 10 倍, 但菌丝生长的抑制作用仅提高 6.6 个百分点。

表 2 汞和砷对麒麟菇菌丝生长的影响

Table 2 Effect of Hg and As on mycelial growth of Qilingu

汞浓度 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	菌丝量 (g)	抑制率 (%)	砷浓度 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	菌丝量 (g)	抑制率 (%)
0(CK)	0.6733	-	0(CK)	0.6733	-
0.5	0.4347	36.03	0.5	0.7818	- 15.43
1.0	0.3631	46.67	1.0	0.7838	- 16.41
2.0	0.3898	42.11	2.0	0.8599	- 27.71
5.0	0.3863	42.63	5.0	0.7747	- 15.06

注: 抑制率= [(CK 的菌丝量 - 处理的菌丝量) / CK 的菌丝量] × 100%

2.2.2 As 试验结果表明, 在本试验的浓度范围内, As 含量对麒麟菇菌丝生长不仅没有抑制, 相反地, 对菌丝生长有较显著的促进作用, 例如, 培养基中 As 浓度为 $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时, 麒麟菇菌丝的生长却增加 27.71%。

3 讨论

雷敬敷等指出, 当重金属添加量趋向于无穷大时, 食用菌对重金属的富集量趋于一个极限值, 即最大可能富集量^[1]。本试验结果与雷敬敷等的观点一致, 即随着培养基中重金属的浓度的提高, 其在菌丝中的富集倍数下降, 如果继续提高培养基中重金属的浓度, 可能会趋于一个极限值。麒麟菇菌丝生长对 Hg、As 的反应不同, 前者有明显的抑制作用, 而后者却有一定的促进作用, 其他重金属 (如 Pb、Cr、Cd) 的效应如何, 需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 雷敬敷, 杨德芬. 食用菌的重金属含量及食用菌对重金属富集作用的研究 [J]. 中国食用菌, 1990, 9 (6): 14~17.
- [2] 邢增涛, 王晨光. 食(药)用菌中重金属的研究进展 [J]. 食用菌学报, 2000, 7 (2): 58~64.
- [3] 曾丽平, 彭冬祥. 麒麟菇生物学特性及其栽培关键技术 [J]. 食用菌, 2005, (4): 22~23.
- [4] 杨惠芬, 李明元, 沈文. 食品卫生理化检验标准手册 [M]. 北京: 中国标准出版社, 1997.
- [5] 陈素华. 微生物与重金属间的相互作用及其应用研究 [J]. 应用生态学报, 2002, 13 (2): 239~242.

(责任编辑: 周琼)