

# 挤压处理银耳子实体 对多糖提取效果的影响

顾回美 赵伯涛\* 钱 骅 黄晓德  
(南京师范大学金陵女子学院, 江苏南京 210097)

**摘要:**为优化银耳多糖的提取工艺,将银耳分别进行了粉碎和吸水膨胀挤压处理,并将粉碎和挤压处理的银耳组织结构进行扫描电镜观察。比较了粉碎和挤压两种预处理与不同提取方法(常压提取、超声辅助提取、微波提取、高温高压提取)结合对银耳多糖提取的影响。结果表明,挤压处理破坏了银耳的组织和细胞结构;应用不同提取方法进行多糖提取,挤压处理均比粉碎效果好,挤压与高温结合提取2h,银耳水溶性多糖提取率可达27.3%。  
**关键词:**银耳多糖,挤压,高压提取

## Effect of extrusion processing of tremella fruit body on the polysaccharide extraction

GU Hui-mei ZHAO Bo-tao\* QIAN Hua HUANG Xiao-de

(Jinling Ladies College, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

**Abstract:** In order to optimize extraction process of tremella fuciformis polysaccharides, tremella fuciformis were dealt with pulverizing and squeezing, then they were examined by scanning electron microscopy (SEM). The effects of pulverizing and squeezing that were combined with kinds of methods (normal pressures extraction, ultrasonic auxiliary extraction, microwave extraction, high pressure extraction) on tremella fuciformis polysaccharides were compared. Results showed that squeezing damaged the tissue and cell structure of tremella, squeezing effect was better than pulverizing effect when they were combined with kinds of methods. Tremella fruit bodies were squeezed and extracted for 2h with high pressure, the extraction ratio of tremella fuciformis polysaccharide was 27.3%.

**Key words:** tremella fuciformis polysaccharides; squeezing; high pressure extraction

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2011)11-0083-04

银耳多糖是银耳的主要有效成分<sup>[1]</sup>,是从银耳子实体或液体深层发酵的银耳孢子中提取出来的一种活性多糖。大量研究表明,从银耳中提取分离得到的银耳多糖具有提高机体免疫力、降血糖、降血脂、抗衰老、抗溃疡、抗血栓形成、抗突变等作用<sup>[2]</sup>,能增强机体耐缺氧能力,清除自由基<sup>[3]</sup>。1972年,日本学者 UKai 等用热水浸提法首先从银耳子实体中提取得到多糖物质,此后,国内外学者就如何提高多糖物质得率的问题不断加以研究和探讨。目前,银耳多糖多采用热水提取法、酶法浸提法<sup>[4]</sup>、微波辅助提取法<sup>[5]</sup>、超声辅助提取法等,但提取时间长,浸提率低,最高为20.15%<sup>[5]</sup>。本研究采用吸水膨胀挤压预处理,并与几种不同的提取方法结合使用,考察银耳多糖的提取工艺,以期优化银耳多糖提取工艺,为银耳

多糖的工业生产提供实验依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料与仪器

银耳 (*Tremella fuciformis* Berk) 市售;浓硫酸 分析纯,上海久亿化学试剂有限公司;重蒸苯酚 分析纯,上海凌峰化学试剂有限公司;标准葡萄糖、3,5-二硝基水杨酸 分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

FW100型高速万能粉碎机 天津市泰斯特仪器有限公司;HH-S电热恒温水浴锅 江苏省医疗器械厂;SHB-H1A循环水式多用真空泵 河南省太康教学器材厂;RE-S2AA旋转蒸发器 上海亚荣生化仪器厂;01J2003-04型立式压力蒸汽灭菌器筒 上海东亚压力容器制造有限公司;NGX101-IB电热鼓风干燥箱 南京第一医疗器械厂;752紫外可见分光光度计 上海菁华科技仪器有限公司;UP3200HE数控超声波清洗器 熊猫集团南京电子计量有限公司;LD4-2离心机 北京医用离心机厂;WLD07S-05型微波回流提取器 南京三乐微波技术发展有限

收稿日期:2010-12-14 \* 通讯联系人

作者简介:顾回美(1985-),女,硕士研究生,研究方向:农产品加工与贮藏工程。

基金项目:国家十一五支撑计划(2008BADA1B06)。

公司; WP750/WP800 型微波炉 顺德市格兰仕电器实业有限公司; DGZ-50 对辊挤压增粘机 南京野生植物研究所; 电子天平 LEVER 凯丰集团有限公司。

## 1.2 实验方法

1.2.1 多糖的定量分析方法 总糖测定采用苯酚-硫酸法<sup>[6]</sup>, 还原糖测定采用 DNS 法<sup>[7]</sup>, 多糖含量 = 总糖含量 - 还原糖含量。

根据如下公式计算多糖提取率:

多糖提取率(%) = (总糖浓度 - 还原糖浓度) × 提取液体积 / 原料干重 × 100% 式(1)

多糖浸出率(%) = [提取液中多糖质量 / (银耳干重 × 银耳中多糖含量)] × 100% 式(2)

1.2.2 银耳原料中水溶性多糖含量测定 挤压银耳 50g(相当于干物 5g), 料液比 1:50, 高温热提 3 次, 每次提取时间分别为 2、1.5、1h, 将银耳多糖完全提出, 将每次提取液过滤合并, 提取液用滤布滤去残渣, 4000r/min 进行离心, 离心后定容至 100mL, 取 1mL 稀释一定倍数, 采用硫酸-苯酚法进行总糖测定, 直接取 1mL 用 DNS 法进行还原糖测定, 按 1.2.1 公式测定总多糖含量。

1.2.3 银耳子实体预处理 a. 银耳子实体利用粉碎机粉碎后过 40 目筛; b. 银耳子实体用 8 倍的水浸泡 2h, 使其充分吸水, 将多余的水用纱布滤去, 利用双辊式挤压机进行挤压 2~3 次。

1.2.4 电镜观察 分别取粉碎和挤压处理的银耳样品, 经固定、脱水、干燥处理后, 铺于电镜铜台上, 喷金镀膜后置电镜下观察、摄影、测量、描绘。

1.2.5 银耳多糖提取效果比较

1.2.5.1 常压热提条件下挤压处理对银耳多糖提取效果的影响 材料为银耳干粉 5g/份和挤压银耳湿样 50g(相当于银耳干粉 5g/份), 料液比 1:50(以下同), 沸腾水浴提取。提取时间分别为 1.5、3、4.5、6h。重复三次。如 1.2.2 进行多糖含量测定。

1.2.5.2 超声辅助条件下挤压处理对银耳多糖提取效果的影响 沸腾水浴提取, 超声功率 250W, 20Hz, 间歇超声处理, 每隔 1h 超声 0.5h, 提取时间分别为 1.5、3、4.5、6h, 重复三次, 如 1.2.2 进行多糖含量测定。

1.2.5.3 微波回流条件下挤压处理对银耳多糖提取效果的影响 利用 WLD07S-05 型微波回流提取器, 功率为 250W, 提取时间分别为 0.5、1、1.5、2h, 重复三次。如 1.2.2 进行多糖含量测定。

1.2.5.4 高温高压条件下挤压处理对银耳多糖提取效果的影响 利用 01J2003-04 型立式压力蒸汽灭菌器筒, 热提温度 121℃, 压力为 0.105Mpa, 提取时间分别为 0.5、1、1.5、2、2.5h, 重复三次, 如 1.2.2 进行多糖含量测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 苯酚-硫酸法测定总糖含量的标准曲线

采用苯酚-硫酸法测定银耳多糖提取液中总糖含量, 以葡萄糖为横坐标, 吸光值为纵坐标, 经线性回归后得线性回归方程为  $y = 0.0081x + 0.0128$ ,  $R^2 = 0.9987$ , 线性回归方程见图 1。

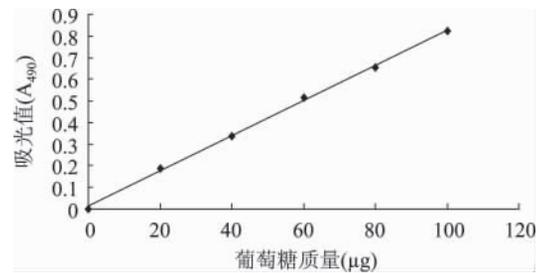


图1 苯酚-硫酸法测定葡萄糖的标准曲线

### 2.2 3,5-二硝基水杨酸法测定还原糖含量的标准曲线

采用 3,5-二硝基水杨酸法(DNS)法测银耳多糖提取液中还原糖含量, 以葡萄糖为横坐标, 吸光值为纵坐标, 经线性回归后得线性回归方程为  $y = 0.0012x - 0.0527$ ,  $R^2 = 0.9942$ , 线性回归方程见图 2。

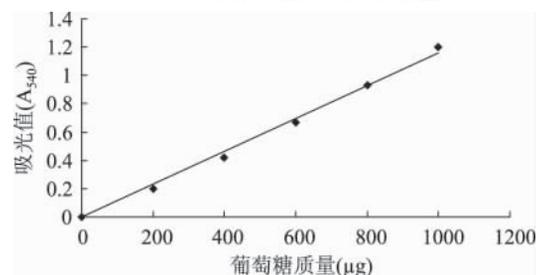


图2 DNS法测葡萄糖含量的标准曲线

### 2.3 粉碎和挤压处理的银耳组织形态和细胞结构变化

图 3~图 4 分别是粉碎银耳和挤压银耳在 50 倍电镜下观察到的扫描图, 可看出, 粉碎银耳组织形态没有发生变化, 只是子实体被分割成一个个小颗粒, 而挤压银耳的组织形态基本被破坏, 挤压处理的组织交织在一起。图 5、图 6 分别是粉碎银耳和挤压银耳在 500 倍电镜下观察到的扫描图, 从图中看出粉碎银耳细胞基本未被破坏, 仍是一个个完整的细胞, 而挤压的银耳看不到完整的细胞, 细胞基本被破坏, 被压成平整状。图 7、图 8 分别是粉碎银耳和挤压银耳在 5000 倍电镜下观察到的扫描图, 可更清晰看出粉碎银耳细胞形态, 而挤压银耳完全没有细胞形态, 被压成了扁平的状态。



图3 粉碎银耳在电镜下的扫描图(×50)

### 2.4 挤压对银耳多糖提取效果的影响

通过电镜扫描图可看出, 挤压处理可破坏银耳的组织和细胞结构, 进一步采用几种不同提取方法对挤压和粉碎(未挤压)处理的多糖提取效果进行比较, 挤压处理均可显著提高银耳多糖提取率。

#### 2.4.1 常压热提条件下挤压处理对银耳多糖提取效

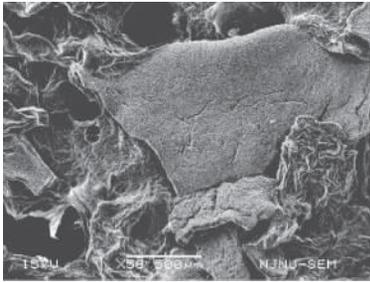


图4 挤压银耳在电镜下的扫描图(×50)

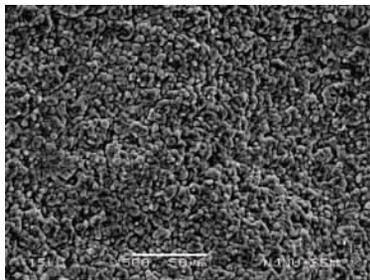


图5 粉碎银耳在电镜下的扫描图(×500)

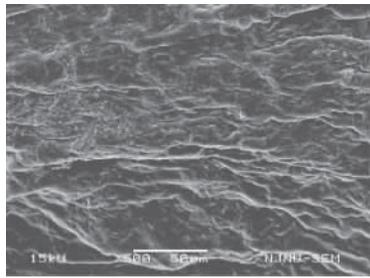


图6 挤压银耳在电镜下的扫描图(×500)

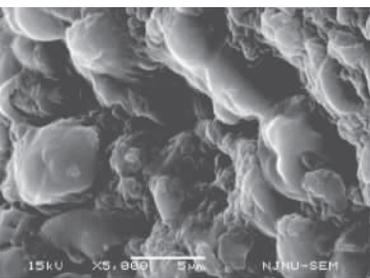


图7 粉碎银耳在电镜下的扫描图(×5000)

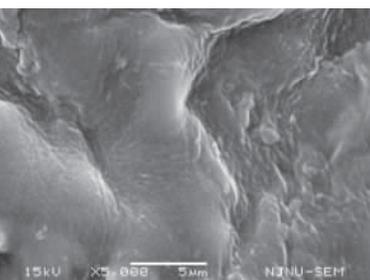


图8 挤压银耳在电镜下的扫描图(×5000)

果的影响 从图9看出,在95℃条件下,提取1.5、3、4.5、6h时,挤压处理银耳比粉碎银耳多糖提取率分别高了47.5%、63%、60.3%、42.7%。6h时提取率最大分别为7.5%、10.7%。

2.4.2 超声辅助条件下挤压处理对银耳多糖提取效果的影响 从图10看出,超声辅助提取条件下,挤压银耳比粉碎银耳多糖提取率高,在每隔1h间歇超声0.5h条件下,热提6h,粉碎银耳和挤压银耳多糖提

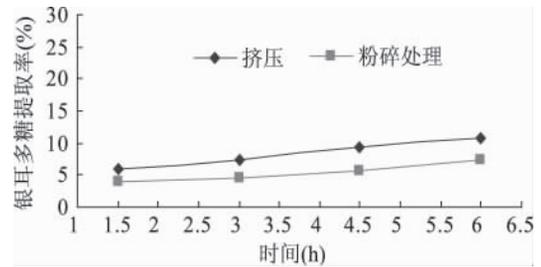


图9 挤压处理对银耳多糖提取率的影响

取率分别为7.7%、10.9%。挤压处理比粉碎处理银耳多糖提取率提高了41.6%。

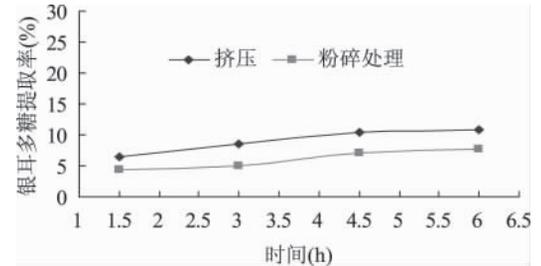


图10 超声辅助条件下挤压处理对银耳多糖提取效果的影响

2.4.3 微波回流条件下挤压处理对银耳多糖提取效果的影响 由图11可知,微波提取条件下,挤压银耳比粉碎银耳多糖提取率高,在微波处理不同时间段内均为挤压处理银耳多糖提取率高;在提取时间达2.5h时,挤压和粉碎银耳多糖提取率分别为23.6%、18%,挤压处理比粉碎处理银耳多糖提取率提高了31.1%。

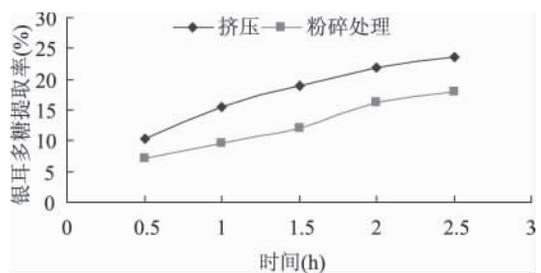


图11 微波条件下挤压处理对银耳多糖提取效果的影响

2.4.4 高温高压条件下挤压处理对银耳多糖提取效果的影响 由图12看出,高温高压条件下挤压银耳比粉碎银耳多糖的提取率高,在不同提取时间段内均为挤压处理银耳多糖提取率高,提取1h时,这种差异最明显,提取率高了70%;高温高压提取可缩短提取时间和提高银耳多糖提取率,随着提取时间延长,挤压和粉碎处理银耳多糖提取率的差异性缩小,如在1.5、2.0、2.5h时,挤压的比粉碎的多糖提取率分别提高了12.25%、8.76%、8.07%。提取2h后,挤压和粉碎的多糖提取率均已趋一致,从提取时间、能耗和多糖性能综合考虑,高温高压提取2h为宜。

2.4.5 银耳多糖不同提取方法效果比较 比较上述四种提取方法的银耳多糖提取率如表1。

由表1看出,均是挤压比粉碎银耳多糖提取率高,但微波提取和高温高压提取较常压沸腾水浴提取和超声波辅助沸腾水浴提取银耳多糖的效果好,且提取率高出一倍以上,而所用时间缩短一倍以上,因此,微波和高温高压更适合银耳多糖提取。而微

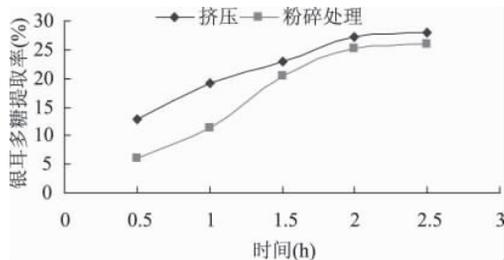


图 12 高温高压条件下挤压处理对银耳多糖提取率的影响

波与高温高压比较,高温高压提取率更高,高温提取 2h 较微波提取 2.5h,其挤压和粉碎处理的提取率分别提高 15.67% 和 39.4%。经测定,本实验所用银耳原料水溶性多糖含量为 30.6%,高温提取 2h 一次时,银耳多糖提取率达 89.2%。

表 1 几种不同的提取方法银耳多糖提取率比较

提取方法	银耳多糖提取率(%)	
	挤压	粉碎
常压热提 6h, 沸腾水浴	10.7	7.5
超声辅助 6h, 沸腾水浴	10.9	7.7
微波回流提取 2.5h, 250W	23.6	18
高压提取 2h, 121℃	27.3	25.1

### 3 讨论

3.1 应用于实体提取银耳多糖,通常都是将干银耳粉碎后进行热水提取,由于干银耳为质密角质结构,粉碎只能使子实体变成小的组织块,对其组织和细胞的结构没有影响,银耳多糖分子量较大,存在于组织和细胞内,一般的热热水提取很难将多糖提取完全。银耳多糖的吸水特性使吸水后银耳组织和细胞膨胀,结构质地变地疏松和脆嫩,通过外力作用,易使结构变形、细胞破碎,从而有利于银耳子实体内多糖等物质的溶出和释放。本文采用对辊结构的挤压设备对吸涨后银耳材料进行处理,通过扫描电镜观察,银耳组织和细胞被挤压破坏,提取实验结果表明,吸涨挤压处理银耳可显著提高多糖提取率,吸涨挤压为物理方式,操作简便易行。

3.2 采用不同提取方法进行银耳多糖提取实验,每种提取方法均显示吸涨挤压处理比粉碎处理的银耳多糖提取率高,说明无论提取条件如何变化,挤压处理均能提高银耳多糖提取率,是提高银耳子实体多

糖提取效率的有效处理方式;沸腾水浴提取和超声波辅助沸腾水浴提取 6h,多糖提取率分别为 10.7%、10.9%,而微波回流提取 2.5h 和高温提取 2h 的多糖提取率则达 23.6% 和 27.3%,从这个结果看,银耳多糖提取率与温度效应成正相关,超出 100℃ 的高温有利于多糖的浸出,微波通过辐射导致银耳内的水分子吸收微波能,产生大量的热量,使提取的材料温度迅速上升,水汽化的瞬间产生局部高温和压力将多糖分子溶出,通过外加热提高提取温度更有利于多糖分子的溶出;超声波的空化作用和机械振动可一定程度上加速多糖的溶出速率,但对提高银耳多糖提取率作用不明显。

3.3 综上所述,本研究确定以银耳多糖提取率为目标的提取工艺为: a. 银耳子实体用 8 倍的水吸涨 2h 后,经对辊挤压 2~3 次; b. 料(以银耳干重计):液 = 1:50; c. 高温高压提取(0.105Mpa, 121℃) 2.0h。应用高温提取银耳多糖较沸腾水浴提取极大提高了提取率,缩短了提取时间。

3.4 一般情况下,长时间高温提取可能对多糖的结构和性能产生影响,本研究高温提取 2h 是否对银耳多糖的结构和性能产生影响以及何种影响将通过进一步的研究来揭示。

### 参考文献

- [1] 崔蕊静,李凤英,李春华. 银耳多糖的提取及其在饮料中的应用[J]. 中国食用菌, 2003, 23(2): 39-41.
- [2] 聂伟,张永祥,周金黄. 银耳多糖的药理学研究概况[J]. 中药药理与临床, 2000, 16(4): 44-46.
- [3] 郑建仙. 功能性食品[M]. 北京: 中国轻工出版社, 1995: 124-130.
- [4] 林宇野,杨虹. 酶法提取银耳多糖的研究[J]. 食品与发酵工业, 1995(1): 13-17.
- [5] 吴琼,郑成,宁正祥. 微波辅助萃取银耳多糖的研究[J]. 食品科技, 2006(9): 109-111.
- [6] 张惟杰. 糖复合物生化研究技术[M]. 浙江: 浙江大学出版社, 1999.
- [7] 赵凯,许鹏举,谷广焯. 3,5-二硝基水杨酸比色法测定还原糖含量的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(8): 534-536.
- [8] 张昌军,原方圆,邵红兵. 超声波法在提取多糖类化合物中的应用研究[J]. 化工时刊, 2007, 21(2): 54-56.

(上接第 82 页)

Composition and antioxidant activity of olive leaf extracts from Greek olive cultivars [J]. Journal of the American Oil Chemists' Society 2010, 87: 369-376.

[6] Mariod A A, Ibrahim R M, Ismail M, et al. Antioxidant activity of the phenolic leaf extracts from *Monechma ciliatum* in stabilization of corn oil [J]. Journal of the American Oil Chemists' Society 2010, 87: 35-43.

[7] 贾长虹,常丽新,赵京,等. 月季果中黄酮的提取及其对自由基清除作用的研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(1): 168-170.

[8] 董捷,尹策,张红城,等. 杏花粉中苦杏仁苷的抗氧化性研究[J]. 食品科学, 2007, 28(8): 65-68.

[9] Monica Seordino, Alfio Di Mauro, Amedeo Passerini, et al.

Adsorption flavonoids on resins, hesperidin [J]. Journal of Agriculture and food Chemist 2003, 51(24): 6998-7004.

[10] Siddhuraju P, Becker K. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea seed (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) extracts [J]. Food Chem 2007, 101(1): 10-19.

[11] 潘黎明,姚开,贾冬英,等. 大孔树脂吸附大豆异黄酮特性的研究[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29: 15-18.

[12] 张燕平,戴志远,陈肖毅. 紫苏提取物体外清除自由基能力的研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(10): 67-70.

[13] 孙瑾,王宗举,陈岗,等. 橄榄中多酚类物质体外抗氧化活性研究[J]. 中国食品添加剂, 2010(3): 69-73.

[14] 张英,丁霄霖. 竹叶有效成分和抗活性氧自由基效能的研究[J]. 竹子研究汇刊, 1996(7): 17-24.