

菌草栽培猴头菌子实体多糖的研究

蔡杨星^{1,2}, 曹秀明^{1,2}, 林冬梅^{1,2}, 罗海凌^{1,2}, 林辉^{1,2}, 林占熿^{1,2}

(1. 福建农林大学 国家菌草工程技术研究中心, 福建 福州 350002; 2. 福建农林大学 菌草研究所, 福建 福州 350002)

摘 要:以菌草栽培和木屑栽培的猴头菌子实体为试材, 采用 $L_9(3^4)$ 正交实验设计方法对 2 种猴头菌子实体粗多糖进行提取, 研究了不同浸提次数、料液比、浸提时间和温度对猴头菌子实体粗多糖得率的影响; 用 DEAE SepHarose Fast Flow 离子柱层析法和 SepHadex G-100 凝胶柱层析色谱法对提取出的粗多糖进行初步分离和纯化, 以期得到几个组分, 且每组分具有单一对称峰的多糖。结果表明: 猴头菌子实体粗多糖提取的最佳条件是, 浸提 2 次, 料液比 1 : 25 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 浸提时间 4 h, 温度 90 $^{\circ}\text{C}$ 。菌草栽培猴头菌子实体多糖得到 3 个组分, 分别记为 cHEP1、cHEP2、cHEP3; 木屑栽培猴头菌的子实体多糖纯化后只得到 2 个组分, 分别记为 sHEP1、sHEP2。对分离出的 cHEP2、cHEP3 和 sHEP2 纯度鉴定结果表明, 3 种组分均显示为单一对称峰。

关键词:猴头菌; 多糖; 粗多糖提取条件优化; 分离纯化

中图分类号:S 646.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)21-0140-06

猴头菌(*Hericium erinaceus* (Bull.) Pers), 别名猴头、猴头菇、刺猬菌等, 在其子实体生长发育过程中大致可分为 3 个时期: 菌蕾期、成熟期和衰老期^[1]。该菌性平、味甘、利五脏、助消化、抗癌、滋补, 能够治疗神经衰弱^[2]。国内已经广泛用于治疗消化不良、胃溃疡、胃癌、食道癌、十二指肠癌、贲门癌等消化系统的疾病与肿瘤^[3]。国内外研究报道最多的是猴头菌多糖, 具有提高免疫力、抗肿瘤、抗溃疡、抗衰老、降血糖和抗辐射等作用^[4]。赵金芬^[5]通过单因素试验和正交实验, 研究了猴头菌菌丝粉细度、加水倍数、提取温度对多糖提取率的影响。得出提取的最佳工艺条件为: 细度 65 目的菌丝粉, 提取温度为 95 $^{\circ}\text{C}$, 料液比 1 : 8 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 提取时间为 4 h, 分 2 次提取。崔玉海^[6]通过对猴头菌子实体粗多糖分离纯化, 再经柱层析得到精品多糖 HEP, 进行免疫活性研究。结果表明, 精品多糖 HEP 均一, 分子量为 5.5×10^4 , 可明显增强细胞因子 IL-2 的生物活性。杜志强等^[7]利用“水提醇沉”的方法对发酵生产的猴头菌菌丝进行多糖

的初步提取、除杂、柱层析分离纯化。结果表明, 猴头菌丝多糖主要含有 D-木糖和 D-果糖, 并且多糖分子容易发生酯化反应而表现出抗病毒作用。

现主要通过猴头菌子实体菌蕾期、成熟期和孢子期 3 个时期的多糖含量比较以及木屑栽培和菌草栽培的猴头菌子实体多糖组分的初步分离纯化分析, 探寻菌草栽培猴头菌的优势, 以期对菌草栽培食药两用菌的深加工提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试猴头菌菌株由福建农林大学菌草研究所提供, 菌株号为 HE-01。供试菌草粉: 芒萁(*Dicranopteris dictyota*)、类芦(*Neyraudia reynaudiana*) 2 种草粉混合, 由福建农林大学菌草研究所提供^[8]; 传统木屑培养料: 杂木屑粉由福建农林大学菌草研究所提供; 离子交换柱: 阴离子琼脂糖凝胶柱 DEAE SepHarose Fast Flow, 分离范围为 3 000~80 000 Da; 纯度鉴定: SepHadex G-100 凝胶柱, 分离范围为 4 000~150 000 Da。

1.2 试验方法

1.2.1 样品采集 采用简单随机抽样的方法分别采集不同培养料栽培、同一培养料栽培不同生长发育时期的猴头菌子实体。将采集的子实体分装好, 置于鼓风干燥箱中在 55 $^{\circ}\text{C}$ 下烘干, 用粉碎机粉碎, 过 40 目筛(0.45 mm), 备用。取样时, 根据国家标准 GB/T 12530-90 食用菌取样方法^[9], 采用对角线定位法称取所需的样品, 每个处理分为 3 组, 每组分别取样测定。

第一作者简介:蔡杨星(1985-), 男, 硕士, 助理实验师, 现主要从事菌草技术研究及应用与推广的辅助教学和科研工作。E-mail: ccx5835963@163.com。

责任作者:林占熿(1943-), 男, 研究员, 博士生导师, 菌草技术发明人, 国家菌草工程技术研究中心首席科学家, 现主要从事菌草技术研究与应用及菌草产业发展的教学与科研工作。E-mail: lzxjuncao@163.com。

基金项目:福建省农业生物资源保藏资助项目(FJZZZY-1536)。

收稿日期:2016-07-25

1.2.2 粗多糖提取条件的优化 采用热水浸提法提取猴头菌粗多糖,选取浸提次数、料液比、浸提时间和温度4个因素并根据 $L_9(3^4)$ 正交设计进行四因素三水平的正交实验,因素水平见表1。通过对猴头菌粗多糖和多糖提取率的比较,选取最佳提取条件。考虑菌草栽培猴头菌子实体多糖的提取条件与木屑栽培猴头菌子实体多糖差异不大,因此木屑栽培猴头菌子实体多糖的提取参照菌草栽培猴头菌子实体多糖的提取条件。

表1 正交实验设计因素与水平(n=3)

Table 1 Factor and level of orthogonal design experiments

水平 Level	因素 Factor			
	浸提次数 Extraction times	料液比 Ratio of solid material to liquid/(g·mL ⁻¹)	浸提时间 Extraction time/h	温度 Temperature /℃
1	1	1:15	4	85
2	2	1:20	6	90
3	3	1:25	8	95

1.2.3 粗多糖的提取方法 取猴头菌子实体粉末5g(精确到0.0001),根据上述提取条件,按表1提取粗多糖,提取完成后抽滤除去滤渣,收集洗涤液和滤液,用旋转蒸发仪减压浓缩,再用3倍体积的无水乙醇沉淀过夜,经4000 r·min⁻¹离心10 min后去上清液,沉淀物分别用丙酮和乙醚各洗涤1次,放入恒温鼓风干燥箱中55℃恒温烘干,恒重后密封保存,即得猴头菌子实体粗多糖。

1.2.4 多糖含量的测定 标准曲线中葡萄糖的浓度和吸光值见表2。葡萄糖曲线的回归方程是: $y=0.0102x-0.009$,系数 $R^2=0.9992$ (y 表示吸光值, x 表示葡萄糖的浓度),标准曲线见图1。取20 mg猴头菌粗多糖样品,用蒸馏水充分溶解,定容于50 mL容量瓶中,摇匀后用移液枪吸取1 mL溶液,按照国家标准方法测定其吸光值,通过葡萄糖标准曲线查得样品溶液中多糖含量,以质量分数 W 计,单位为g·L⁻¹,按照公式计算样品中多糖的含量。 $W=m_1v_1/m_2v_2\times0.9\times10^{-3}$ 。式中, $m_1(\mu\text{g})$:通过葡萄糖标准曲线查得样品溶液的含糖量; $m_2(\text{g})$:样品的质量; $v_1(\text{mL})$:样品定容的体积; $v_2(\text{mL})$:比色测定时测定液的体积;0.9:葡萄糖换算成葡聚糖的校正系数。

表2 葡萄糖浓度和吸光度

Table 2 Concentration and absorbency of glucose

标号 No.	葡萄糖浓度 Glucose concentration/(mg·L ⁻¹)	吸光度 Absorbency (A)
1	0.00	0.000
2	20.00	0.192
3	40.00	0.388
4	60.00	0.614
5	80.00	0.796
6	100.00	1.024

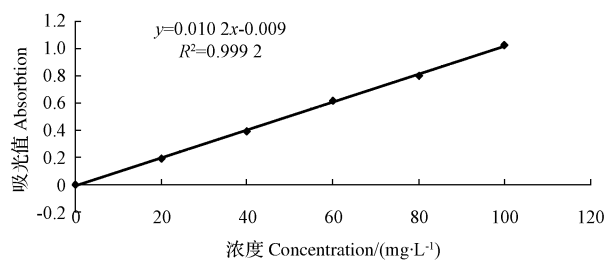


图1 葡萄糖标准曲线

Fig. 1 Glucose standard curve

1.2.5 猴头菌多糖的初步分离纯化 1)猴头菌粗多糖干品醇沉除杂;2)透析法除小分子物质;透析袋的分子截留量为14 000 Da,先用自来水透析样品溶液48 h,然后换蒸馏水静置透析12 h,以除去样品溶液中的小分子杂质。猴头菌子实体多糖干品的制备。

1.2.6 离子交换柱层析 离子交换柱层析采用的是阴离子琼脂糖凝胶柱层析,所使用的凝胶是DEAE SepHarose Fast Flow。分离范围为3 000~80 000 Da。1)加样和洗脱:取猴头菌子实体多糖干品0.25 g,溶于25 mL蒸馏水中,定容成10 mg·mL⁻¹的多糖溶液,4 000 r·min⁻¹离心10 min,取上清液进行DEAE SepHarose Fast Flow离子凝胶柱层析;猴头菌子实体多糖溶液的上样量为10 mL,以0~2 mol·L⁻¹的NaCl溶液进行梯度洗脱,控制恒流泵流速为0.8 mL·min⁻¹;设置自动收集器参数,每管收集约5 mL,每7 min收集一管。2)收集并检测:收集的洗脱液用苯酚-硫酸法,在波长为490 nm下检测,记录各管的吸光值,以洗脱时间进程为X轴,吸光度为Y轴制作洗脱曲线图。

1.2.7 猴头菌多糖的纯度鉴定 采用SepHdexG-100凝胶柱层析色谱法对经DEAE SepHarose Fast Flow离子柱层析分离得到的组分进行进一步的纯度鉴定,分离范围为4 000~150 000 Da。

1.3 数据分析

试验数据采用Excel 2003整理并制作图表,用DPS 7.05数据处理系统进行数据统计分析和多因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 猴头菌子实体粗多糖的提取条件优化

由表3菌草栽培猴头菌粗多糖提取条件优化结果可以看出,当浸提2次,料液比为1:25 g·mL⁻¹,浸提时间为4 h,温度为90℃时,粗多糖的得率最高,为15.82%,多糖的含量为3.413%。菌草栽培猴头菌子实体粗多糖提取的最佳条件是 $A_2B_3C_1D_2$;根据表4方差分析结果可以看出,浸提时间和浸提温度对粗多糖的得率的影响有显著性差异,多糖得率也有显著差异。浸提次数和料液比对粗多糖和多糖得率的影响均无明显差异。

表 3

正交实验设计结果(n=3)

Table 3

Results of orthogonal design experiment (n=3)

	试验次数 No.	A 浸提次数 Extraction times	B 料液比 Ratio of solid material to liquid	C 浸提时间 Extraction time/h	D 温度 Temperature/℃	粗多糖得率 Extraction rate of coarse polysaccharide/%	多糖含量 Content of polysaccharide/%
	1	1	1	1	1	11.99	2.957
	2	1	2	2	2	11.41	3.201
	3	1	3	3	3	12.14	2.696
	4	2	1	2	3	10.34	3.138
	5	2	2	3	1	10.21	2.450
	6	2	3	1	2	15.82	3.413
	7	3	1	3	2	12.29	2.895
	8	3	2	1	3	12.82	3.384
	9	3	3	2	1	8.24	2.975
粗多糖得率 Extraction rate of coarse polysaccharide	K1	11.847	11.540	13.543	10.147		
	K2	12.123	11.480	9.997	13.173		
	K3	11.117	12.067	11.547	11.767		
	R	1.006	0.587	3.546	3.026		
多糖含量 Content of polysaccharide	K1	2.951	2.997	3.251	2.794		
	K2	3.000	3.012	3.105	3.170		
	K3	3.085	3.028	2.680	3.073		
	R	0.134	0.031	0.571	0.376		

表 4

不同培养料栽培的猴头菌子实体粗多糖得率方差分析(n=2)

Table 4

Variance analysis of the yield of crude polysaccharide in *H. erinaceus* with JUNCAO and sawdust (n=2)

菌草栽培 Cultivated with JUNCAO					
因素 Factor	偏差平方和 DEVSQ	自由度 Degree of freedom	F 比 Rate of F	F 临界值 Critical value of F	显著性 Significance
浸提次数 Extraction times	1.623	2	2.597	19.000	
料液比 Ratio of solid material to liquid	0.625	2	1.000	19.000	
浸提时间 Extraction time	18.968	2	30.349	19.000	*
温度 Temperature	13.764	2	22.022	19.000	*
误差 Error	0.63	2			
木屑栽培 Cultivated with sawdust					
因素 Factor	偏差平方和 DEVSQ	自由度 Degree of freedom	F 比 Rate of F	F 临界值 Critical value of F	显著性 Significance
浸提次数 Extraction times	0.027	2	17.000	19.000	
料液比 Ratio of solid material to liquid	0.001	2	1.000	19.000	
浸提时间 Extraction time	0.528	2	528.000	19.000	*
温度 Temperature	0.228	2	228.000	19.000	*
误差 Error	0.00	2			

注:选择对该试验影响最小的一项作为误差项,“*”表示差异显著。

Note: Choice a minimum impact as an error, “*” indicates significant difference.

2.2 猴头菌子实体多糖含量的研究

从表 5 可以看出,菌草栽培猴头菌子实体在成熟期

2.2.1 猴头菌不同生长发育时期子实体的粗多糖含量

时,其粗多糖的含量达到最大,与其它 2 个时期相比较

表 5

猴头菌不同生长发育时期子实体的粗多糖含量(n=3)

Table 5

Crude polysaccharide content of *H. erinaceus* fruit body among different development stages (n=3)

	时期 Growth stage	粗多糖含量 Content of coarse polysaccharide/(g · L ⁻¹)	粗多糖得率 Extraction rate of coarse polysaccharide/%	标准差 Standard deviation/%	显著性水平 Significance level a=0.05	a=0.01
菌草栽培 Cultivated with JUNCAO	菌蕾期	0.407 9	9.64	0.001 1	b	B
	成熟期	0.691 0	15.57	0.002 7	a	A
	衰老期	0.417 9	9.70	0.002 1	b	B
木屑栽培 Cultivated with sawdust	菌蕾期	0.399 9	9.13	0.002 7	a	A
	成熟期	0.395 2	9.12	0.002 1	a	A
	衰老期	0.383 8	9.08	0.001 1	a	A

有极显著差异($P<0.01$)。衰老期时粗多糖含量下降,与菌蕾期的含量相比较无显著性差异。木屑栽培猴头菌子实体在生长发育过程中,其粗多糖含量无明显差异,菌蕾期时多糖含量最高。

2.2.2 猴头菌不同生长发育时期子实体的多糖含

表 6

猴头菌不同生长发育时期子实体的多糖含量(n=3)

Table 6

Polysaccharide content of *H. erinaceus* fruit body among different development stages (n=3)

	时期 Growth stage	粗多糖含量 Content of coarse polysaccharide/(g·L ⁻¹)	粗多糖得率 Extraction rate of coarse polysaccharide/%	标准差 Standard deviation/%	显著性水平 Significance level	
					a=0.05	a=0.01
菌草栽培 Cultivated with JUNCAO	菌蕾期	78.99	3.54	0.037 9	a	A
	成熟期	42.94	3.12	0.034 2	b	B
	衰老期	62.88	2.74	0.110 2	c	C
木屑栽培 Cultivated with sawdust	菌蕾期	83.63	3.33	0.050 9	a	A
	成熟期	76.52	3.10	0.190 2	a	A
	衰老期	70.10	3.28	0.175 5	a	A

2.3 猴头菌子实体多糖的初步分离纯化

2.3.1 猴头菌子实体多糖的 DEAE-SepHarose Fast Flow 离子交换柱层析 采用 DEAE-Sep Harose Fast Flow 离子交换柱色谱法对菌草栽培猴头菌子实体多糖进行初步分离,分步收集,洗脱曲线如图 2,可以看出,经过离子交换柱层析梯度洗脱后,出现了 3 个多糖含量相对较高峰位的洗脱峰,保留时间分别为 56、28、28 min。用苯酚-硫酸法检测洗脱后得 3 个组分,记为 cHEP1、cHEP2、cHEP3;对木屑栽培猴头菌子实体多糖进行初

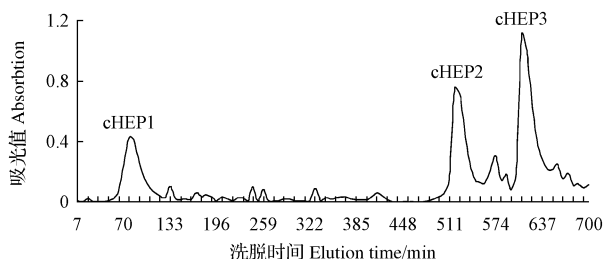


图 2 菌草栽培猴头菌子实体多糖洗脱曲线

Fig. 2 Elution curve of cHEP on DEAE-SepHarose Fast Flow Chromatographic column

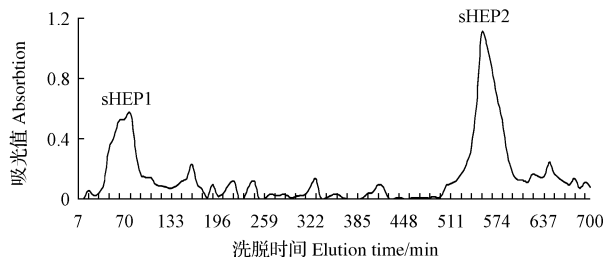


图 3 木屑栽培猴头菌子实体多糖洗脱曲线

Fig. 3 Elution curve of sHEP on DEAE-SepHarose Fast Flow Chromatographic column

量 从表 6 可以看出,菌草栽培猴头菌子实体在菌蕾期多糖含量最高,在成熟期和衰老期时,多糖含量下降,菌蕾期与后 2 个时期相比较有极显著差异($P<0.01$)。木屑栽培猴头菌子实体在菌蕾期时多糖含量最高。3 个时期其多糖的含量无显著性差异。

步分离,洗脱曲线如图 3,可以看出,经过离子交换柱层析梯度洗脱后,出现了 2 个多糖含量相对较高峰位的洗脱峰,保留时间分别为 56、70 min。用苯酚-硫酸法检测洗脱后得 2 个组分,记为 sHEP1、sHEP2。

2.3.2 猴头菌子实体多糖的纯度鉴定 cHEP1 和 sHEP1 的洗脱时间和保留时间相对较一致,同时也是在蒸馏水洗脱部分出现的峰,猜测可能是同一组分,因此不考虑进行进一步纯化。采用 SepHdex G-100 凝胶柱层析色谱法对经 DEAE SepHarose Fast Flow 离子柱层析分离得到的组分 cHEP2、cHEP3 和 sHEP2 进行纯度鉴定,上样体积为 10 mL,以 0.05 mol·L⁻¹ 的 NaCl 溶液进行洗脱,控制流速为 1 mL·min⁻¹,用苯酚-硫酸法测定结果,洗脱曲线见图 4、5、6。从图 4 可以看出,在 168~196 min 处有一较高峰位的洗脱峰,保留时间为 28 min;在 140~154 min 有 1 个峰值,由于峰值太小且保留的时间少,认为可以忽略不计,因此 cHEP2 为单一对称峰。从图 5 可以看出,在 63~105 min 处有一较高峰位的洗脱峰,且为单一对称峰,保留时间为 42 min;从图 6 可以看出,在 70~119 min 处有一较高峰位的洗脱峰,且为单一对称峰,保留时间为 49 min。

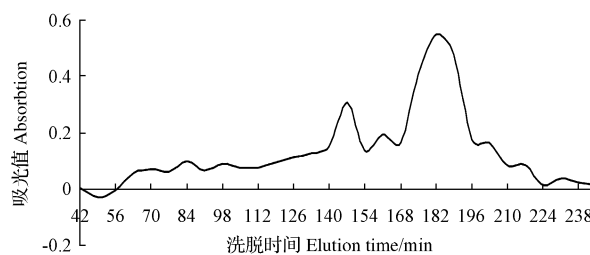


图 4 菌草栽培猴头菌子实体多糖 cHEP2 洗脱曲线

Fig. 4 Elution curve of cHEP2 on SepHdex G-100 Chromatographic column

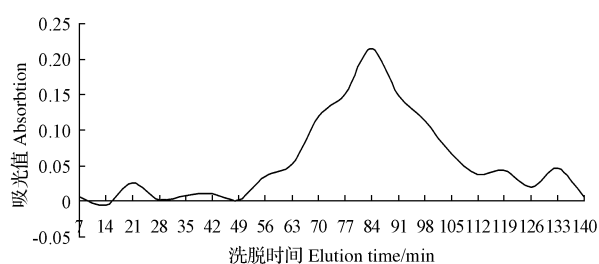


图5 菌草栽培猴头菌子实体多糖组分 cHEP3 洗脱曲线

Fig. 5 Elution curve of cHEP3 on SepHadex G-100 Chromatograph column

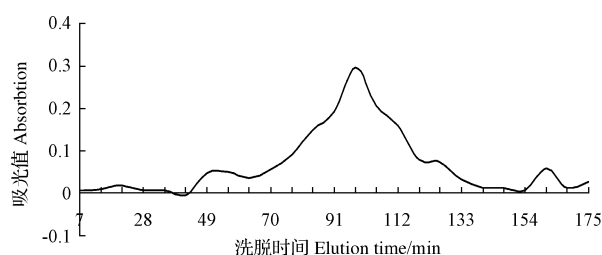


图6 木屑栽培猴头菌子实体多糖组分 sHEP2 洗脱曲线

Fig. 6 Elution curve of sHEP2 on SepHadex G-100 Chromatograph column

3 结论与讨论

3.1 猴头菌子实体粗多糖提取的条件优化

该试验采用热水浸提法提取猴头菌子实体粗多糖,结果表明,不同浸提时间和不同浸提温度对粗多糖的得率有显著性差异,多糖得率也有显著差异。浸提次数和料液比对粗多糖和多糖得率的影响均无明显差异。该试验获得了猴头菌子实体粗多糖的最佳提取条件:浸提2次,料液比 $1:25\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$,浸提时间4 h,浸提温度 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。浸提次数超过2次,粗多糖的提取率未见明显升高,同时会花费更多的时间和成本,因此认为浸提2次最符合实际生产,这与赵金芬^[5]的试验结果基本

相同;浸提温度选择 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 是最适合的,分析原因可能是当浸提温度超过 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,容易造成糖苷键的断裂,导致粗多糖的得率下降。

3.2 猴头菌多糖的初步分离纯化

采用 DEAE SepHarose Fast Flow 离子交换柱色谱法对菌草栽培猴头菌和木屑栽培子实体多糖进行初步分离纯化,得到菌草栽培猴头菌多糖3个组分,分别是cHEP1、cHEP2、cHEP3;木屑栽培猴头菌多糖得到2个组分,分别是sHEP1、sHEP2。考虑组分cHEP1和sHEP1的出峰时间和保留时间大体相同,故该试验未对该2组分进行下一步鉴定,只对组分cHEP2、cHEP3和sHEP2进行进一步的纯度鉴定,采用 SepHadex G-100 葡聚糖凝胶色谱法,结果显示,cHEP2、cHEP3和sHEP2均为单一对称峰;由于时间和试验条件的限制,以上猴头菌子实体多糖各组分的分子量尚未测定,cHEP2、cHEP3或sHEP23个组分的分子量是否相同有待进一步深入研究。

参考文献

- [1] 徐锦堂. 中国药用真菌学[M]. 北京:北京医科大学和中国协和医科大学联合出版社,1997:448-449.
- [2] 黄年来,林志彬,陈国良. 中国食用菌学[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,2010(下):739-750.
- [3] 樊伟伟,黄惠华. 猴头菇多糖研究进展[J]. 食品科学,2008(1):355-358.
- [4] 刘梅森,陈海晏,孙红斌. 猴头菌的药用价值概述[J]. 中国食用菌,1999,18(1):24-25.
- [5] 赵金芬. 猴头菌菌丝多糖提取工艺的研究[J]. 中国医药导刊,2009,11(7):1242-1243.
- [6] 崔玉海. 猴头菌多糖的分离纯化及活性探讨[J]. 黑龙江医药科学,2004,27(4):18-19.
- [7] 杜志强,王建英. 猴头菌菌丝多糖的分离纯化及其性质研究[J]. 食品研究与开发,2011(10):128-130.
- [8] 林占熿. 菌草学[M]. 3版. 北京:国家行政学院出版社,2013:285-292.
- [9] 国家技术监督局. GB/T12530-199 食用菌取样方法[S]. 北京:中国标准出版社,1990.

Study on Polysaccharides in the Fruit Body of *Hericium erinaceus* Cultivated With JUNCAO

CAI Yangxing^{1,2}, CAO Xiuming^{1,2}, LIN Dongmei^{1,2}, LUO Hailing^{1,2}, LIN Hui^{1,2}, LIN Zhanxi^{1,2}

(1. National Engineering Research Center of JUNCAO Technology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002; 2. JUNCAO Research Institute, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract: Using the fruit bodies of *Hericium erinaceus* which cultivated with JUNCAO and sawdust as test materials, the effect of coarse polysaccharide's extraction rate from two kinds of fruit bodies on extraction condition such as extraction times, ratio of solid material to liquid, extraction time and temperature were investigated by $L_9(3^4)$ orthogonal experimental design method; the coarse polysaccharides were isolated and purified preliminary by DEAE SepHarose Fast Flow column chromatography method and SepHadex G-100 Gel chromatography method. Some components with single

不同包装材料对平菇保鲜效果的影响

范林林, 夏春丽, 史君彦, 王 清, 高丽朴, 左进华

(北京市农林科学院 蔬菜研究中心, 果蔬农产品保鲜与加工北京市重点实验室, 农业部华北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 农业部都市农业(北方)重点实验室, 北京 100097)

摘 要:以新鲜平菇为试材, 将不同包装材料保鲜的平菇置于 3 ℃ 冷库贮藏, 研究了上海膜、纳米膜和 0.03 mm PE 膜包装袋对平菇保鲜效果的影响。结果表明:上海膜包装能维持平菇较高的感官评分, 防止平菇水分的损失, 抑制相对电导率、MDA 含量的增加, 抑制 PPO、LOX 活性的上升, 提高 POD、CAT 活性, 对平菇的保鲜效果最佳, 其次是纳米膜包装, 最后是 0.03 mm PE 膜包装。

关键词:平菇; 上海膜; 纳米膜; PE 膜; 包装材料

中图分类号:S 646.1⁺4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)21-0145-05

平菇(*Pleurotus ostreatus*) 属真菌门担子菌纲伞菌目白蘑科侧耳属, 又名侧耳、糙皮侧耳、蚝菇、黑牡丹菇, 台湾又称秀珍菇, 是我国食用最广泛的食用菌之一。平菇中含有大量的蛋白质、氨基酸、维生素及多种矿物质, 可以改善人体新陈代谢、增强免疫力, 还有追风散寒、舒筋活络的功效, 可治腰腿疼痛、手足麻木、经络不适等症^[1-4]。

鲜平菇含水量较高, 组织脆嫩, 极易造成损伤, 倘若保存不当容易腐烂变质, 造成很大的损失。而且蘑菇仔保存过程中菇色极易出现变褐, 菌帽出现卷边、边缘开裂, 出现大量气生菌丝, 产生异味等问题, 从而影响外观, 降低品质, 失去商品性。因此, 如何延长其贮藏期或货架寿命, 是生产中亟待解决的问题。

第一作者简介:范林林(1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向为农产品贮藏加工与食品资源开发。E-mail: fanlinlin0418@163.com.

责任作者:左进华(1982-), 男, 博士, 助理研究员, 现主要从事农产品贮藏与加工等研究工作。E-mail: zuojinhua@126.com.

基金项目:国家大宗蔬菜产业体系建设资助项目(CARS-25); 西北非耕地园艺作物生态高效生产技术与示范资助项目(201203095); 北京市农林科学院青年基金资助项目(201404)。

收稿日期:2016-05-05

自发气调贮藏(MA)又称简易气调或限气贮藏, 是在相对密闭的环境中(如塑料薄膜密闭), 依靠贮藏产品自身的呼吸作用和塑料膜具有一定程度的透气性, 自发调节贮藏环境中的氧气和二氧化碳浓度的一种气调贮藏方法^[5-6]。该试验采用特定的薄膜包装采后的平菇, 利用平菇呼吸消耗氧气、产生二氧化碳的特性, 降低保鲜袋内氧气浓度, 同时维持保鲜袋内一定的二氧化碳浓度, 从而达到延缓平菇衰老、延长保鲜期的目的。保鲜袋内氧气和二氧化碳的浓度是否符合平菇贮藏保鲜的要求, 与保鲜膜的透气性有直接的关系。保鲜膜的透气性是由膜材料的性质决定的。为此, 该试验采用 3 种不同包装材料包装平菇, 研究其保鲜效果, 以期为提高平菇贮藏品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试平菇:“平菇金农一号”, 挑选菇体完整、朵形一致、菇色正常、无病虫害的平菇子实体, 去除菇体根部基质以及菇柄基部老化部分备用。

供试包装材料:80 cm×80 cm 型上海专用保鲜袋, 简称为“上海”(为商业途径购买得到相同商品名称的保

symmetrical peak were expected to obtain. The results showed that the optimize extract conditions of *Hericium erinaceus* fruit body's polysaccharides were extract two times, ratio of material to water 1 : 25 g · mL⁻¹, time of 4 hours and temperature of 90 ℃. Three components were obtained from *Hericium erinaceus* fruit body's polysaccharide under JUNCAO cultivation, there were cHEP1, cHEP2 and cHEP3; and only two components were obtained from the polysaccharide under traditional sawdust cultivation, there were sHEP1 and sHEP2. Purity identification showed that they were all single symmetrical peak.

Keywords: *Hericium erinaceus*; polysaccharide; optimum condition of extraction; separation and purification