

白牛肝菌多糖脱色工艺的优化及其抗氧化活性

朱 静¹, 贾毓宁^{2*}

(1. 南京中医药大学翰林学院, 江苏 泰州 225300; 2. 扬子江药业集团北京海燕药业有限公司, 北京 102206)

摘要: 目的 优化白牛肝菌多糖脱色工艺, 并评价其抗氧化活性。方法 在单因素试验基础上, 以脱色温度、树脂量、多糖质量浓度、脱色时间为影响因素, 脱色率、多糖回收率为评价指标, 正交试验优化脱色工艺。再通过 Fe²⁺ 螯合能力、羟基自由基清除活性、还原能力试验测定抗氧化活性。结果 最佳条件为脱色温度 30 ℃, S8 树脂量 7.5 g/100 mg 多糖, 多糖质量浓度 1 g/L, 脱色时间 2 h, 脱色率 89.34%, 多糖回收率 49.26%。多糖具有较强的 Fe²⁺ 螯合能力与羟基自由基清除活性, 但其还原 Fe³⁺ 能力较弱。结论 该方法稳定可靠, 可用于脱色白牛肝菌多糖, 并且该成分具有良好的抗氧化活性。

关键词: 白牛肝菌; 多糖; 脱色; 抗氧化活性; 正交试验

中图分类号: R284.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2018)04-0825-06

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2018.04.011

Decolorization technique optimization for *Boletus edulis* polysaccharides and the antioxidant activity

ZHU Jing¹, JIA Yu-ning^{2*}

(1. Hanlin College, Nanjing University of Chinese Medicine, Taizhou 225300, China; 2. Yangtze River Pharmaceutical Group Beijing Haiyan Pharmaceutical Co., Ltd., Beijing 102206, China)

ABSTRACT: **AIM** To optimize the decolorization technique for *Boletus edulis* polysaccharides and to evaluate the antioxidant activity. **METHODS** With decolorization temperature, resin consumption, polysaccharide concentration and decolorization time as influencing factors, decolorization rate and polysaccharide recovery rate as evaluation indices, orthogonal test was applied to optimizing the decolorization technique on the basis of single factor test. Then the antioxidant activity was determined by Fe²⁺ chelating power, hydroxyl free radical scavenging activity and reducing power tests. **RESULTS** The optimal conditions were determined to be 30 ℃ for decolorization temperature, 7.5 g/100 mg polysaccharides for S8 resin consumption, 1 g/L for polysaccharide concentration, and 2 h for decolorization time, the decolorization rate and polysaccharide recovery rate were 89.34% and 49.26%, respectively. The polysaccharides demonstrated strong Fe²⁺ chelating power and hydroxyl free radical scavenging activity with weak Fe³⁺ reduction power. **CONCLUSION** This stable and reliable method can be used for the decolorization for *Boletus edulis* polysaccharides with good antioxidant activity.

KEY WORDS: *Boletus edulis*; polysaccharides; decolorization; antioxidant activity; orthogonal test

白牛肝菌又称大脚菇、美味牛肝菌, 主要分布于我国河南、黑龙江、四川、云南、贵州、西藏、内蒙古、福建等地^[1-3], 其菌盖呈扁半球形或稍平坦, 光滑, 四周钝, 颜色为褐色; 菌肉与菌管白

收稿日期: 2017-11-08

基金项目: 江苏省高校自然科学研究项目 (15KJB350004)

作者简介: 朱 静 (1986—), 女, 博士, 讲师, 研究方向为生物大分子结构与功能。Tel: (0523) 80639898, E-mail: jingxier_312@163.com

* 通信作者: 贾毓宁 (1985—), 男, 博士, 主管药师, 从事药品质量标准研究。Tel: (0523) 80728999-6988, E-mail: fisherlouis@163.com

色；子实体中等至大型^[4-5]，同时菌肉厚而细软，可食用，味道鲜美，是品种优良的野生食用菌，亦可入药^[6]。白牛肝菌中含有丰富的营养物质，如蛋白质、氨基酸、可溶性多糖、粗纤维、脂肪、多种矿物质元素等^[7-9]，其中多糖具有抗氧化、免疫调节、抗肿瘤、抗疲劳、抗炎等多种生物活性^[10-18]。

由于在制备过程中色素对多糖的纯度有较大影响，并且有些本身具有一定药理活性，对相关评价产生了干扰。因此，本实验将针对白牛肝菌多糖制备过程中色素较多的问题，对其脱色工艺进行优化以提高纯度，然后对该成分的抗氧化活性进行研究。

1 仪器与试剂

1.1 仪器 电子天平（上海精科天美科学仪器有限公司，JH1102）；恒温水浴锅（江苏省金坛市医疗仪器厂，HH-W420）；旋转蒸发仪（上海亚荣生化仪器厂，RE-52）；紫外-可见分光光度计（上海美谱达仪器有限公司，UV-1100）；循环水式多用真空泵（上海锦赋实验仪器设备有限公司，SHZ-DⅢ）；离心机（上海安亭科学仪器厂，TGL-16C）；真空干燥箱（北京中仪泓瑞公司，DZF-2ASB）；电子分析天平（梅特勒-托利多仪器有限公司，ME104E/02）；电热恒温鼓风干燥箱（上海新苗医疗器械制造有限公司，OHG-9143B5-Ⅲ）；Multiskan 酶标仪（美国 Thermo Fisher 公司）。

1.2 试剂 白牛肝菌（云南滇峰菌业批发公司，产地云南）。S8、D061、X-5、D301R 树脂（天津波鸿树脂有限公司）。丙酮、苯酚、乙二胺四乙酸二钠盐、氯化亚铁、维生素 C、硫酸亚铁、水杨酸钠、铁氰化钾、三氯乙酸、三氯化铁、D-葡萄糖、硫酸（国药集团化学试剂有限公司）；菲洛嗪（美国 Sigma 公司）；其余试剂均为国产分析纯。

2 方法

2.1 多糖粗品制备^[19-20] 称取白牛肝菌 500 g，60℃下烘干 6 h，粉碎，称取 100 g，加入 30 倍体积的蒸馏水，80℃下搅拌浸提 2 h，过滤，收集滤液，滤渣进行二次浸提，合并滤液，离心后浓缩至 200 mL，加 3 倍体积无水乙醇，4℃沉淀过夜，离心，沉淀依次用乙醇、丙酮洗涤，减压干燥，即得。

2.2 脱色工艺

2.2.1 大孔树脂类型筛选^[21] 称取粗品 100 mg，各 4 份，配制成 1 mg/mL 溶液，加入 S8、D301R、

X-5、D061 大孔树脂各 10 g，37℃下搅拌脱色 1.5 h，得脱色液，在 200~750 nm 波长范围内进行紫外-可见全波长扫描，测定曲线下面积 AUC_{200-750 nm}，并采用硫酸-苯酚法测定多糖含量^[22]，按下式计算脱色率与多糖回收率，选择脱色效果最佳的大孔树脂。

$$\text{脱色率} = \frac{\text{AUC}_{\text{脱色前}} - \text{AUC}_{\text{脱色后}}}{\text{AUC}_{\text{脱色前}}} \times 100\%$$

$$\text{多糖回收率} = \frac{\text{多糖含有量}_{\text{脱色后}}}{\text{多糖含有量}_{\text{脱色前}}} \times 100\%$$

2.2.2 单因素试验

2.2.2.1 脱色温度 固定多糖质量浓度 1 mg/mL，树脂量 10 g/100 mg 多糖，脱色温度 25、30、35、40、45℃，脱色时间 60 min，在搅拌下脱色，抽滤，计算脱色前后的脱色率与多糖回收率。

2.2.2.2 脱色时间 固定多糖质量浓度 1 mg/mL，树脂量 10 g/100 mg 多糖，脱色温度 35℃，脱色时间 15、30、60、90、120、150 min，在搅拌下脱色，抽滤，计算脱色前后的脱色率与多糖回收率。

2.2.2.3 树脂量 固定多糖质量浓度 1 mg/mL，树脂量 2.5、5、7.5、10、12.5 g/100 mg 多糖，脱色温度 35℃，脱色时间 60 min，在搅拌下脱色，抽滤，计算脱色前后的脱色率与多糖回收率。

2.2.2.4 多糖质量浓度 固定树脂量 10 g/100 mg 多糖，脱色温度 35℃，脱色时间 60 min，多糖质量浓度 0.25、0.5、1、2、3、4 mg/mL，在搅拌下脱色，抽滤，计算脱色前后的脱色率与多糖回收率。

2.2.3 正交试验 根据单因素试验结果，选择脱色温度（A）、树脂量（B）、多糖质量浓度（C）、脱色时间（D）作为影响因素，脱色率、多糖回收率作为评价指标，每个因素均为 3 个水平，采用 L₉(3⁴) 表进行正交试验，因素水平见表 1。

表 1 因素水平

Tab. 1 Factors and levels

试验号	A 脱色温度/ ℃	B 树脂量/ (g·100 mg 多糖 ⁻¹)	C 多糖/ (g·L ⁻¹)	D 脱色时间/ h
1	25 (1)	7.5 (1)	0.5(1)	1.5(1)
2	25 (1)	10 (2)	1(2)	2 (2)
3	25 (1)	12.5(3)	2(3)	2.5 (3)
4	30 (2)	7.5 (1)	1(2)	2.5 (3)
5	30 (2)	10 (2)	2 (3)	1.5(1)
6	30 (2)	12.5(3)	0.5(1)	2(2)
7	35 (3)	7.5 (1)	2(3)	2 (2)
8	35 (3)	10 (2)	0.5 (1)	2.5(3)
9	35 (3)	12.5(3)	1(2)	1.5(1)

2.3 抗氧化活性实验

2.3.1 亚铁离子螯合能力^[23] 在酶标板上, 每孔依次加入 0.08、0.16、0.32、0.63、1.25、2.5 mg/mL待测液各 50 μL、EDTA-2Na 溶液(以蒸馏水为空白)、氯化亚铁 5 μL、水 160 μL, 每种质量浓度设 6 个平行, 室温下混匀 5 min, 前 3 组加入 10 μL 菲洛嗪钠, 后 3 组加入 10 μL 水作为对照, 室温下混匀 10 min 后酶标仪扫描, 在 562 nm 波长下测定吸光度 A , 按下式计算螯合能力 (A_0 为空白吸光度, A_1 为样品吸光度, A_2 为不加菲洛嗪时的吸光度)。

$$\text{螯合力} = \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_0}\right) \times 100\%$$

2.3.2 羟基自由基清除活性^[24] 在酶标板上, 每孔依次加入待测液或维生素 C 溶液(质量浓度同“2.3.1”项, 以蒸馏水为空白) 100 μL、1.5 mmol/L 硫酸亚铁溶液 50 μL、6 mmol/L 过氧化氢溶液 35 μL, 每种质量浓度设 6 个平行, 室温下混匀 10 min, 前 3 组加入 2 mmol/L 水杨酸钠溶液 50 μL, 后 3 组加入水作为对照, 室温下混匀 10 min, 避光置于 37 °C 培养箱中孵育 50 min, 在 562 nm 波长下测定吸光度 A , 按下式计算清除率 (A_0 为空白吸光度, A_1 为样品吸光度, A_2 为除去水杨酸钠后的溶剂空白吸光度)。

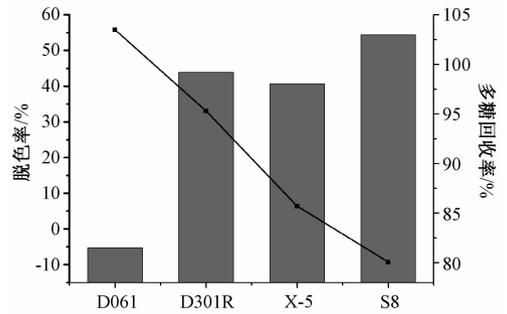
$$\text{清除率} = \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_0}\right) \times 100\%$$

2.3.3 还原能力^[25] EP 管中依次加入待测液或维生素 C 溶液(质量浓度同“2.3.1”项, 以蒸馏水为空白) 100 μL、磷酸盐缓冲液 100 μL、1% 铁氰化钾 100 μL, 混匀后于 50 °C 恒温水浴中反应 20 min, 再加入 10% 三氯乙酸 100 μL, 混匀, 取 100 μL 于酶标板上, 设 6 个平行, 前 3 组加入 20 μL 三氯化铁和 100 μL 水, 后 3 组加入 120 μL 水作为对照, 混匀后酶标仪扫描, 在 700 nm 波长下测定吸光度 A (总还原能力较强具有较大的吸光度, 故选择 700 nm 波长)。

3 结果

3.1 大孔树脂类型筛选 图 1 显示, 不同型号树脂的脱色效果有明显差异, 以 S8 树脂脱色率最高, 可达 55%, 虽然其多糖回收率最低, 但仍保持在 80% 左右, 故最终选择 S8 大孔树脂进行优化。

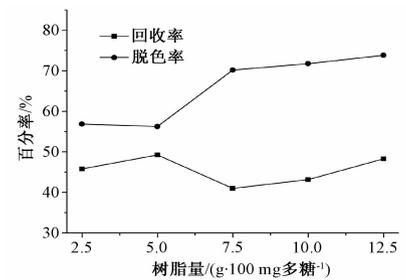
3.2 单因素试验 由图 2A 可知, 随着树脂量增加脱色率逐渐增大, 并在 10 g/100 mg 多糖时相对稳定; 多糖回收率随着树脂量增加呈先增加后减少



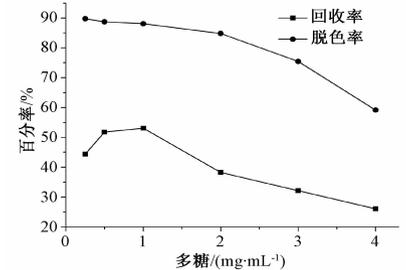
注: 柱状图表示脱色率, 折线图表示多糖回收率

图 1 不同大孔树脂对脱色效果的影响

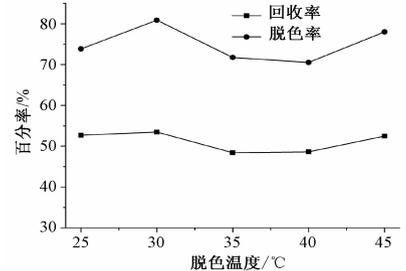
Fig. 1 Effects of different macroporous resins on decolorization effect



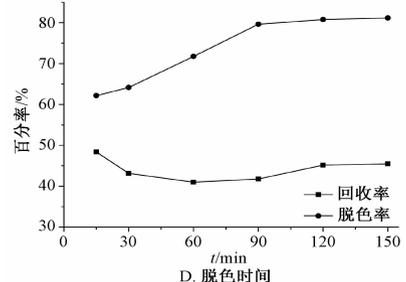
A. 树脂量



B. 多糖质量浓度



C. 脱色温度



D. 脱色时间

图 2 单因素试验结果

Fig. 2 Results of single factor tests

再增加的趋势，大于 10 g/100 mg 多糖时相对稳定，故选择 10 g/100 mg 多糖作为最佳树脂量。

由图 2B 可知，随着多糖质量浓度增加脱色率逐渐降低，而多糖回收率随着时间延长先增加后降低，在 1 mg/mL 时达到最大，故选择 1 mg/mL 作为最佳质量浓度。

由图 2C 可知，脱色温度对脱色率与多糖回收率均无明显影响，在 30 °C 时效果相对较佳，同时大孔树脂在温度大于 45 °C 时易发生结构变化，故选择 30 °C 作为最佳脱色温度。

由图 2D 可知，随着脱色时间增加脱色率逐渐增大，在 120 min 时趋于稳定，而多糖回收率随时

间延长先降低后增加，故选择 120 min 作为最佳脱色时间。

3.3 正交试验 表 2 显示，各因素对脱色率的影响程度依次为 C > D > B > A，最优条件为 A₂B₃C₁D₃；对多糖回收率的影响程度依次为 B > A > C > D，最优工艺为 A₂B₁C₂D₂；对脱色率与多糖回收率乘积的影响程度依次为 B > C > A > D，最优工艺为 A₂B₁C₂D₂。结合实验条件及经济便捷的原则，最终确定最优脱色工艺为 A₂B₁C₂D₂，即脱色温度 30 °C，S8 树脂量 7.5 g/100 mg 多糖，多糖质量浓度 1 g/L，脱色时间 2 h。

表 2 试验设计与结果

Tab. 2 Design and results of tests

试验号	A 脱色温度/ °C	B 树脂量/ (g·100 mg 多糖 ⁻¹)	C 多糖/ (g·L ⁻¹)	D 提取时间/ h	脱色率/ %	多糖回收率/ %	(脱色率×多糖 回收率)/%
1	25 (1)	7.5 (1)	0.5(1)	1.5(1)	90.33	48.50	43.81
2	25 (1)	10 (2)	1(2)	2 (2)	86.94	49.76	43.26
3	25 (1)	12.5(3)	2(3)	2.5 (3)	84.12	34.18	28.76
4	30 (2)	7.5 (1)	1(2)	2.5 (3)	89.03	56.69	50.47
5	30 (2)	10 (2)	2 (3)	1.5(1)	79.18	44.32	35.10
6	30 (2)	12.5(3)	0.5(1)	2(2)	91.69	45.66	41.87
7	35 (3)	7.5 (1)	2(3)	2 (2)	82.71	44.69	36.96
8	35 (3)	10 (2)	0.5 (1)	2.5(3)	91.92	42.38	38.95
9	35 (3)	12.5(3)	1(2)	1.5(1)	88.30	36.50	32.23
脱色率	k ₁	261.39	262.06	274.57	257.81		
	k ₂	260.54	258.04	264.26	261.97		
	k ₃	262.93	264.75	246.02	265.07		
	R	0.80	2.24	9.52	2.42		
多糖回收率	k ₁	132.44	149.88	136.54	129.32		
	k ₂	146.67	136.46	142.94	140.11		
	k ₃	123.56	116.34	123.20	133.25		
	R	7.70	11.18	6.58	3.60		
脱色率×多糖 回收率	k ₁	115.82	131.24	124.92	111.13		
	k ₂	127.72	117.31	125.95	122.38		
	k ₃	108.14	103.14	100.82	118.18		
	R	6.53	9.37	8.38	3.75		

3.4 验证试验 应用“3.3”项下最优脱色工艺进行 3 批验证试验，结果见表 3，可知该工艺稳定可靠。

表 3 验证试验结果 (n=3)

Tab. 3 Results of verification tests (n=3)

试验号	脱色率/%	多糖回收率/%
1	89.78	47.53
2	89.01	48.54
3	89.23	57.71
平均值	89.34	49.26
RSD/%	0.39	2.18

3.5 抗氧化活性实验 图 3 显示，多糖对 Fe²⁺ 的螯合能力随着其质量浓度增加而逐步上升，在

0.08 ~ 1.25 mg/mL 范围内增长趋势明显；在 1.25 mg/mL 时，对 Fe²⁺ 的螯合能力接近 EDTA-2Na；在 2.5 mg/mL 时，对 Fe²⁺ 的螯合能力略高于 EDTA-2Na。同时，它还具有良好的清除 OH· 能力，低质量浓度下更强，高质量浓度下与维生素 C 相当，但在 0 ~ 2.5 mg/mL 范围内还原能力不明显。另外，该成分还原 Fe³⁺ 能力不显著。

4 讨论与结论

白牛肝菌中含有大量色素，故去除这些杂质是其多糖制备过程中需要解决的关键问题。大孔树脂可以从溶液中有选择性地吸附有机物质，从而实现初步分离提纯的目的。本实验通过 S8 大孔树脂对

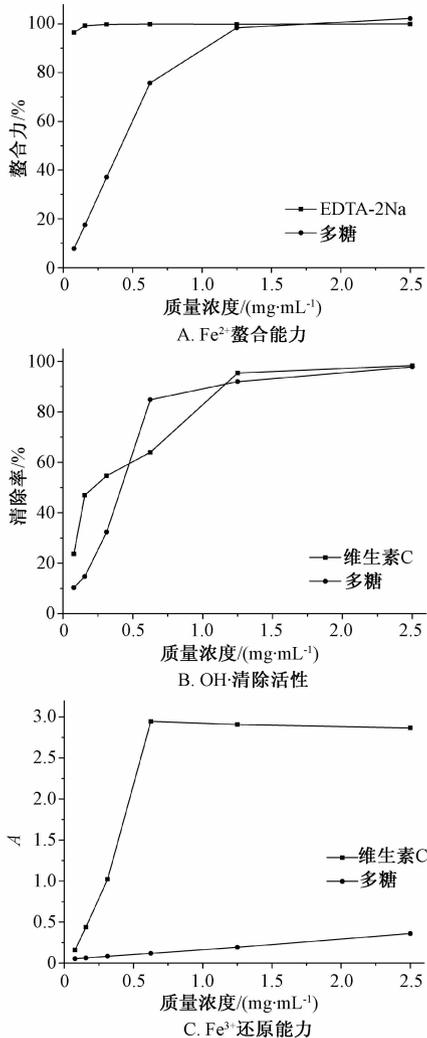


图3 抗氧化活性实验结果

Fig. 3 Results of antioxidant activity tests

粗品进行脱色, 并对工艺进行优化, 同时体外抗氧化活性实验显示, 其多糖具有较强的 Fe²⁺ 螯合能力与羟基自由基清除活性, 其抗氧化活性与干预便秘等药理作用可能存在一定关联性, 具体机制有待深入研究。综上所述, 本实验可为深入研究白牛肝菌药理作用、构效关系、资源开发提供依据。

参考文献:

[1] 李泰辉, 宋 斌. 中国食用牛肝菌的种类及其分布[J]. 食用菌学报, 2002, 9(2): 22-30.
 [2] 王正春, 李继晖, 蒋海艳, 等. 美味牛肝菌人工保护促繁技术[J]. 重庆林业科技, 2011(1): 38-40.
 [3] Hall I R, Lyon A J E, Wang Y, et al. Ectomycorrhizal fungi with edible fruiting bodies-2. *Boletus edulis* [J]. *Econ Bot*, 1998, 52(1): 44-56.
 [4] 周 强, 马德英, 林辰壹, 等. 新疆额尔齐斯河沿岸野生牛肝菌菌种的分离与鉴定[J]. 新疆农业科学, 2016, 53(1):

176-184.
 [5] 张新妍, 林传燕, 朱 静, 等. 美味牛肝菌多糖的药理活性研究进展[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(16): 4-5.
 [6] 邓百万, 陈文强. 美味牛肝菌营养菌丝体与野生子实体品质分析[J]. 中国食用菌, 2004, 23(5): 44-45, 48.
 [7] 邓百万, 陈文强, 李新生. 美味牛肝菌菌丝体与野生子实体营养成分的比较分析[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 255-258.
 [8] 江 洁, 李学伟, 金怀刚, 等. 美味牛肝菌菌丝体与子实体蛋白质营养价值的评价[J]. 食品科学, 2013, 34(3): 253-256.
 [9] 邢 博, 张 霁, 李杰庆, 等. ICP-MS 法测定云南省 8 种野生牛肝菌中矿质元素含量[J]. 食品科学, 2016, 37(12): 89-94.
 [10] Chen W, Wang W P, Zhang H S, et al. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of water-soluble polysaccharides from *Boletus edulis* mycelia using response surface methodology[J]. *Carbohydr Polym*, 2012, 87(1): 614-619.
 [11] Zhang A, Xiao N, He P, et al. Chemical analysis and antioxidant activity *in vitro* of polysaccharides extracted from *Boletus edulis* [J]. *Int J Biol Macromol*, 2011, 49(5): 1092-1095.
 [12] Wang D, Sun S Q, Wu W Z, et al. Characterization of a water-soluble polysaccharide from *Boletus edulis* and its antitumor and immunomodulatory activities on renal cancer in mice[J]. *Carbohydr Polym*, 2014, 105(1): 127-134.
 [13] Lemieszek M K, Cardoso C, Ferreira Milheiro Nunes F H, et al. *Boletus edulis* biologically active biopolymers induce cell cycle arrest in human colon adenocarcinoma cells [J]. *Food Funct*, 2013, 4(4): 575-585.
 [14] Luo A, Luo A, Huang J, et al. Purification, characterization and antioxidant activities *in vitro* and *in vivo* of the polysaccharides from *Boletus edulis* bull. [J]. *Molecules*, 2012, 17(7): 8079-8090.
 [15] 曹培让, 齐玲敏, 王淑芳, 等. 金针菇与美味牛肝菌多糖的提取及抗炎研究[J]. 中国食用菌, 1991(2): 42.
 [16] Guo Y J, Deng G F, Xu X R, et al. Antioxidant capacities, phenolic compounds and polysaccharide contents of 49 edible macro-fungi[J]. *Food Funct*, 2012, 3(11): 1195-1205.
 [17] Grzybek J, Czarniecki R, Szafranek J, et al. Evaluation of anti-inflammatory and vasoprotective actions of the polysaccharides isolated from fruit bodies of *Boletus edulis* [J]. *Planta Med*, 1992, 58(Suppl 1): 641.
 [18] 肖楠楠. 白牛肝菌子实体多糖的分离纯化、结构鉴定及抗氧化活性研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2012.
 [19] 杜敏华, 张英君, 刘明星, 等. 野生牛肝菌多糖提取工艺的优化及其对自由基的清除作用[J]. 食品工业科技, 2012, 33(22): 292-295, 302.
 [20] Zhu J, Liu W, Yu J, et al. Characterization and hypoglycemic effect of a polysaccharide extracted from the fruit of *Lycium barbarum* L. [J]. *Carbohydr Polym*, 2013, 98(1): 8-16.
 [21] 吴玉和. 大孔树脂对中药多糖的分离纯化[D]. 天津: 天津大学, 2009.

- [22] Dubois M, Gilles K A, Hamilton J K, *et al.* Colorimetric method for determination of sugars and related substances[J]. *Anal Chem*, 1956, 28(3): 350-356.
- [23] 肖月娟, 李润丰, 郑立红, 等. 斑鲮鱼蛋白控制酶解及其酶解物抗氧化活性研究[J]. 中国食品学报, 2010, 10(5): 91-97.
- [24] Jin L, Guan X, Liu W, *et al.* Characterization and antioxidant activity of a polysaccharide extracted from *Sarcandra glabra* [J]. *Carbohydr Polym*, 2012, 90(1): 524-532.
- [25] 温新宝, 苗芳, 周乐, 等. 苍耳七提取物的体外抗氧化活性研究(英文)[J]. 中国天然药物, 2012, 10(3): 190-195.

金钗石斛中生物碱与多糖联合酶提工艺的优化

敖娇¹, 鲍家科^{2*}, 夏玉吉³

(1. 贵阳中医学院, 贵州 贵阳 550002; 2. 贵州省食品药品审评查验中心, 贵州 贵阳 550004; 3. 四川省食品药品检验检测院, 四川 成都 611731)

摘要: 目的 优化金钗石斛中生物碱与多糖的联合酶提工艺。方法 以加酶量、酶解温度、酶解时间、料液比为影响因素, 石斛碱、总生物碱、多糖含量为评价指标, 正交试验优化联合酶提工艺。结果 木瓜蛋白酶提取的最佳条件为加酶量 0.10 g, 酶解温度 45 ℃, 酶解时间 2 h, 料液比 1:50, 石斛碱、总生物碱、多糖含量分别为 3.495 5、4.341 8、35.898 7 mg/g; 纤维素酶提取的最佳条件为加酶量 0.30 g, 酶解温度 50 ℃, 酶解时间 2 h, 料液比 1:40, 3种成分含量分别为 3.514 8、4.351 3、36.331 2 mg/g; 果胶酶提取的最佳条件为加酶量 0.45 g, 酶解温度 55 ℃, 酶解时间 2.5 h, 料液比 1:40, 3种成分含量分别为 3.524 4、4.452 8、26.324 2 mg/g。结论 该方法稳定、可靠、快速, 可用于联合酶提金钗石斛中生物碱与多糖。

关键词: 金钗石斛; 生物碱; 多糖; 联合酶提; 正交试验

中图分类号: R284.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2018)04-0830-05

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2018.04.012

Optimization of combined enzymatic extraction for alkaloids and polysaccharides from *Dendrobium nobile*

AO Jiao¹, BAO Jia-ke^{2*}, XIA Yu-ji³

(1. Guiyang College of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550002, China; 2. Guizhou Provincial Food and Drug Evaluation and Inspection Center, Guiyang 550004, China; 3. Sichuan Provincial Institute for Food and Drug Control, Chengdu 611731, China)

ABSTRACT: **AIM** To optimize the combined enzymatic extraction for alkaloids and polysaccharides from *Dendrobium nobile* Lindl. **METHODS** With enzyme consumption, enzymolysis temperature, enzymolysis time and solid-liquid ratio as influencing factors, contents of dendrobine, total alkaloids and polysaccharides as evaluation indices, orthogonal test was applied to optimizing the combined enzymatic extraction. **RESULTS** The optimal conditions for papain extraction were determined to be 0.10 g for enzyme consumption, 45 ℃ for enzymolysis temperature, 2 h for enzymolysis time, and 1:50 for solid-liquid ratio, the contents of dendrobine, total alkaloids and polysaccharides were 3.495 5, 4.341 8 and 35.898 7 mg/g, respectively. The optimal conditions for cellulase extraction were determined to be 0.30 g for enzyme consumption, 50 ℃ for enzymolysis temperature, 2 h for enzymolysis time, and 1:40 for solid-liquid ratio, the contents of three constituents were 3.514 8, 4.351 3 and 36.331 2 mg/g, respectively. The optimal conditions for pectinase extraction were determined to be 0.45 g for enzyme consumption, 55 ℃ for

收稿日期: 2017-07-27

基金项目: 贵州省中药标准化技术研究中心项目(黔科合社字[2008]5002)

作者简介: 敖娇(1990—), 女, 硕士生, 从事中药及民族药质量控制及新药研究。Tel: 15519014220, E-mail: 747767518@qq.com

*通信作者: 鲍家科(1955—), 男, 主任药师, 从事中药及民族药质量控制技术研究。Tel: 13985430537, E-mail: bjck2005@163.com