响应面法优化亚临界水萃取黑木耳多糖工艺

包怡红[1,2]，　邓　启[1]

（1. 东北林业大学 林学院，黑龙江 哈尔滨 150040；2. 林下经济资源研发与利用协同创新中心，黑龙江 哈尔滨 150040）

摘要：利用响应面法对亚临界水萃取法提取木耳多糖的工艺条件进行优化。以木耳粉末为材料，研究温度、时间、液料比、压力对木耳多糖提取率的影响，用苯酚-硫酸法检测木耳多糖的含量，基于单因素试验结果，采用 Box-Behnken 试验设计，最终确定木耳多糖的最佳提取工艺，并与其他提取方法进行比较。经过响应面试验优化，最佳提取条件为：温度 152℃，时间 26 min，液料比 131:1 (mL/g)，提取压力 1.0 MPa，此条件下木耳多糖提取率为 24.51%。利用亚临界水萃取法，木耳多糖提取率得到大幅提高，与传统的热水浸提法相比提高了 3.82 倍，为木耳多糖的工业化生产提供了一种高效环保技术。

关键词：黑木耳；多糖；亚临界水；响应面法；提取

中图分类号：S 759　**文献标志码：**A　**文章编号：**1673—1689(2016)010—1053—08

Optimization of Subcritical Water Extraction of Polysaccharides from *Auricularia auricular* by Response Surface Methodology

BAO Yihong[1,2]，　*DENG Qi*[1]

（1. School of Forestry，Northeast Forestry University，Harbin 150040，China；2. Collaborative Innovation Center for Development and Utilization of Forest Resources，Harbin 150040，China）

Abstract： The optimization of subcritical water extraction of polysaccharides from *Auricularia auricular* was investigated by response surface methodology (RSM). The effect of extraction condition on the yield of polysaccharies in *Auricularia auricular* powder was studied，including temperature，extraction duration，liquid-solid ratio and pressure. The content of polysaccharide was determined using phenol-sulfuric acid colorimetry. A Box-Behnken design was used to achieve the best extraction procedure based on the results of single-factor experiments. The comparison of different extraction methods was also done. The optimized extraction procedure was performed by 131 :1 of liquid-solid ratio at 152 ℃ for 26 min under the pressure of 1.0 MPa with the polysacchariesn yield of 24.51%. The yield of polysacchariesn was significantly increased using the proposed subcritical water extraction procedure，which was 3.82 fold of that extracted by traditional hot water method. This study provides a high-efficiency and eco-friendly method for industrial production of polysaccharides from *Auricularia auricular*.

收稿日期：2015-01-30

基金项目：国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD34B04)。

作者简介：包怡红(1970—)，女，黑龙江哈尔滨人，工学博士，教授，主要从事林下经济资源研究。E-mail：baoyihong@163.com

Keywords: *Auricularia auricular*, polysaccharies, subcritical water, response surface methodology, extraction

黑木耳(*Auricularia auricular*)俗称云耳、木耳等,是我国珍贵的药食两用菌,含有人体不可缺少的营养物质,具有益气强身,防治动脉硬化、高血压和眼底出血,防治缺铁性贫血等功效[1-2]。木耳多糖作为黑木耳的主要生物活性成分,具有抗溃疡、延缓衰老、降低血脂、抗肝炎、抗突变、抗肿瘤、增强蛋白质和核酸代谢,及促进机体免疫等功能[3-4]。有研究表明,黑木耳多糖可以作为药物的有效成分而单独使用或作为辅助药物使用,因此利用黑木耳多糖开发功能性食品、保健品和药物有着广阔的前景。

近年来,关于黑木耳多糖提取方法及其生物活性的研究较多,其中黑木耳多糖的提取方法主要包括:热水浸提法、稀碱浸提法、酶解提取法、超声波提取法和微波辅助提取法。但以上提取黑木耳多糖的方法,大多有耗时长、产量低、成本高的缺点,无法满足市场需求。亚临界水萃取技术(subcritical water extraction,SWE)是近几年发展起来的一种新兴的提取分离技术。亚临界水是指在一定的压力下,将水加热到 100 ℃以上、374 ℃以下,水仍然保持液体状态(低于临界压力 22 MPa)[5-6],其基本原理是在亚临界状态下,不仅可以降低固液相界面的液膜强度,还能改善动力学特征,降低表面张力及黏度,增加有机活性物质在水中的溶解度,从而提高萃取率。亚临界水萃取与传统方法相比具有提取时间短、提取效率高、能量消耗较少,并且绿色环保无污染等优势[7-8],此外亚临界水还会使蛋白质、淀粉等变性,给后续的分离、纯化带来便利。目前,国内外关于亚临界水萃取法的研究多集中于提取植物精油,而用于提取植物多糖的研究较少。娄冠群等人利用亚临界水提取香菇多糖,提取率达到 15.7%,与热水恒温浸提法相比,明显降低提取时间和提高香菇多糖得率[9]。本课题研究中以黑木耳为原料,采用亚临界水萃取法,研究温度、时间、压力及液料比对多糖提取率的影响,结合响应面法优化提取工艺,为黑木耳多糖的综合利用及工业化生产提供了理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

黑木耳,黑龙江省海林市北味黑木耳。主要试剂:蒸馏水、石油醚、硫酸、苯酚、葡萄糖、体积分数30%过氧化氢溶液、氯仿、正丁醇、丙酮,以上试剂均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

KCFD05-03 型亚临界反应釜,烟台高新区科立自控设备研究所研制;恒温水浴锅,上海普渡生化科技有限公司制造;DHG-9240 型鼓风干燥箱,上海一恒科技有限公司制造;PC20E-G 电磁炉,上海奔腾企业有限公司制造;JA2003 型电子天平,上海良平仪器仪表有限公司制造;721 型分光光度计,上海精密科学仪器有限公司制造;TDL-40B-W 台式低速大容量离心机,河南星科科学仪器有限公司制造;RE-5205 型旋转蒸发器,上海亚荣生化仪器厂制造。

1.3 方法

1.3.1 木耳多糖的提取方法 黑木耳洗净,干燥粉碎,过 80 目筛,石油醚脱脂 24 h。称取 2.5 g 脱脂黑木耳粉于反应釜,按一定的液料比、提取温度、提取时间、提取压力,对黑木耳进行多糖提取。提取液于 4 000 r/min 离心 20 min,取上清液 55 ℃浓缩至原体积 1/5 后,加入 5 倍体积的体积分数 95%乙醇,静置 24 h 后离心(4 000 r/min,20 min)得到多糖沉淀,然后利用 Sevage 法[10]除去蛋白质,利用体积分数30%的过氧化氢进行脱色,得到木耳多糖粗品。

1.3.2 多糖含量的测定 精确吸取 0,0.4,0.6,0.8,1.0,1.2,1.4,1.6 mL 100 μg/mL 的葡萄糖溶液于试管中,并用蒸馏水将其补至 2.0 mL。加入质量分数6%苯酚 1.0 mL,迅速滴加浓硫酸 5.0 mL,摇匀振荡均匀后于沸水浴中 15 min,冷却 5 min,在 490 nm 处测定吸光度[11-12]。以 2.0 mL 蒸馏水按照相同显色操作(作为空白试验)。绘制葡萄糖标准曲线,计算回归方程。

1.3.3 多糖提取率的计算 测定方法同 1.3.2,根据得到的吸光值,利用葡萄糖标准曲线计算木耳多糖含量 C,然后利用如下方程计算多糖提取率 Y。

$$Y=\frac{C\times V}{W}\times 100\% \quad (1)$$

式(1)中,Y 为多糖提取率,%;C 为多糖质量浓度,g/mL;V 为提取液体积,mL;W 为木耳粉质量,g。

1.3.4 单因素试验

1)液料比对木耳多糖提取率的影响:准确称取 2.0 g 脱脂木耳粉,按液料比 50:1,75:1,100:1,125:1,150:1,175:1(mL/g)加入蒸馏水,在温度 120 ℃,压力 1.0 MPa 条件下提取 25 min,将提取液离心取上清液,测定多糖提取率。

2)温度对木耳多糖提取率的影响:准确称取 2.0 g 脱脂木耳粉,按液料比 125:1(mL/g)加入蒸馏水,分别在温度 110、120、130、140、150、160 ℃,压力 1.0 MPa 条件下提取 25 min,将提取液离心取上清液,测定多糖提取率。

3)时间对木耳多糖提取率的影响:准确称取 2.0 g 脱脂木耳粉,按液料比 125:1(mL/g)加入蒸馏水,在温度 150 ℃,压力 1.0 MPa 条件下分别提取 5、10、15、20、25、30 min,将提取液离心取上清液,测定多糖提取率。

4)压力对木耳多糖提取率的影响:准确称取 2.0 g 脱脂木耳粉,按液料比 125:1(mL/g)加入蒸馏水,在温度 150 ℃,压力分别为 0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4 MPa 条件下提取 25 min,将提取液离心取上清液,测定多糖提取率。

1.3.5 响应面分析试验 根据单因素试验结果,应用响应面分析法对提取工艺参数进行优化。选取对木耳多糖提取率影响较大的 3 个因素:温度、时间及液料比。通过 Design Expert 8.0 软件,根据 Box-Behnken 试验设计原理,对提取工艺进行响应面分析。分析因素和水平设计如表 1 所示。

表 1 响应面分析试验因素与水平

Table 1 Factors and levels used in response surface analysis

水平	A 时间/min	B 液料比/(mL/g)	C 温度/℃
1	30	150:1	160
0	25	125:1	150
−1	20	100:1	140

2 结果与分析

2.1 葡萄糖标准曲线的建立

利用苯酚-硫酸法测得的葡萄糖的标准曲线见图 1。

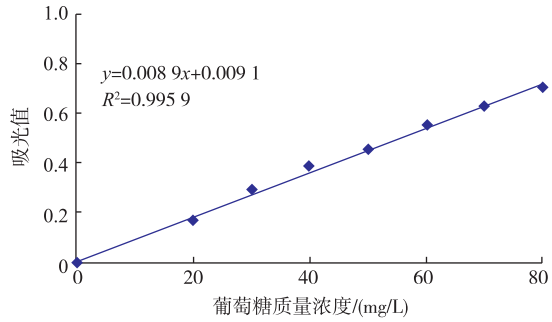


图 1 葡萄糖标准曲线

Fig. 1 Glucose standard curve

回归方程为:y=0.008 9x+0.009 1,方程的拟合度 R^2=0.995 9,在 0~80 mg/L 内满足线性关系。

2.2 单因素试验

2.2.1 液料比对多糖提取率的影响 由图 2 可知,随着液料比的升高,多糖的提取率也随之增加,当液料比达到 125 (mL/g)时,多糖提取率为 7.45%,之后液料比升高对多糖提取率的影响较小。这是因为适宜的液料比有利于萃取过程的顺利进行,液料比太小会导致物料密度较大,不利于与提取溶剂的接触,理论上随着液料比的增加,物料与提取溶剂的接触面积增加,提取率随之增高,但是当液料比增加到一定程度,降低了提取液的固形物含量,不利于以后的分离,且加重了工业生产的后续工艺。

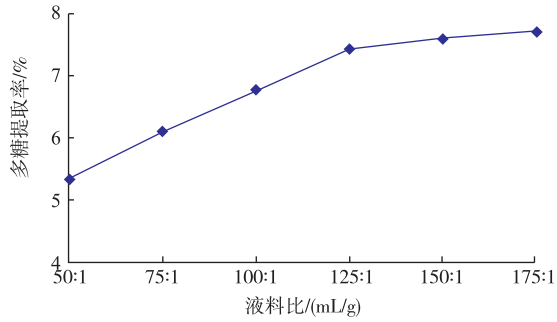


图 2 液料比对多糖提取率的影响

Fig. 2 Effect of liquid-solid ratio on the yield of polysaccharide

2.2.2 提取温度对多糖提取率的影响 由图 3 可知,随着温度的升高,多糖的提取率显著增加,这与

Li B,应丽亚等人的研究结果一致,温度是亚临界水萃取技术中影响最大的参数[13-14]。当温度达到150 ℃时,多糖提取率达到最高22.18%。这是因为亚临界水作为萃取剂,在一定压力下其极性随着温度的升高而降低,黏度降低,表面张力减小,所以出现了随着温度的升高,多糖提取率逐渐增加的现象。但当温度达到150 ℃以上时,多糖提取率反而下降,可能是由于温度太高导致多糖降解,降低了多糖提取率。

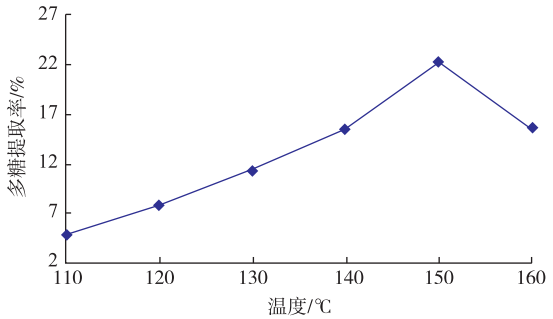


图3 温度对多糖提取率的影响

Fig. 3 Effect of temperature on the yield of polysaccharide

2.2.3 提取时间对多糖提取率的影响 由图4可知,在时间5~25 min之内,多糖的提取率有较大幅度提升,在25 min之后,曲线趋于平缓,提取率仅从24.51%提高至24.75%,增长幅度较小。这是由于亚临界水在高温和高压下具有强烈的溶解能力,可以在短时间内完成提取过程,延长提取时间不会明显增加溶质的量,反而可能导致多糖物质分解。

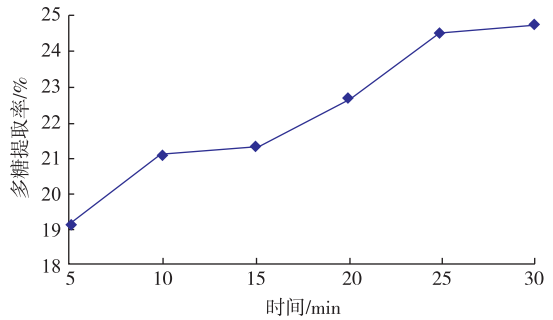


图4 提取时间对多糖提取率的影响

Fig. 4 Effect of extraction time on the yield of polysaccharide

2.2.4 提取压力对多糖提取率的影响 亚临界水萃取的压力远远低于超临界萃取所需的高压要求,只需要维持在使水保持液体状态即可。由图5可知,随着压力的升高,多糖的提取率整体呈先增加后减少的趋势,在压力为1.0 MPa时,多糖提取率达到最高为20.16%,但是压力的变化对多糖提取率的影响较小,这是因为在亚临界水提取过程中,压力只是用来让水处于液体状态,它的变化对水的极性影响很小,所以压力对提取效果影响不大,这与之前相关的研究结果一致[15-16]。

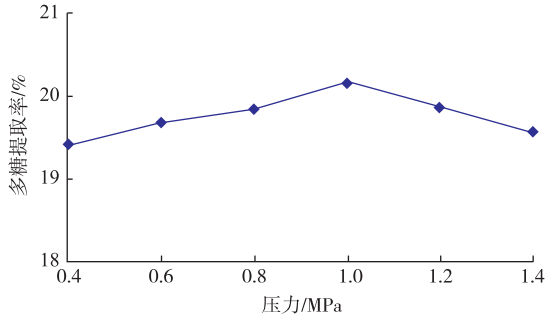


图5 压力对多糖提取率的影响

Fig. 5 Effect of extraction pressure on the yield of polysaccharide

2.3 响应面优化工艺条件

试验设计及结果见表2,其中试验号2、7、8、11、17为中心试验,其余为析因试验。以多糖提取率(Y)为响应值,各因素经回归拟合后,得二次多项回归方程为

$$Y\ (\%)=24.26+0.50A+0.72B+1.04C+0.10AB+0.31AC-0.099BC-1.40A^2-1.55B^2-2.36C^2 \quad (2)$$

表2 Box-Behnken试验设计方案及结果

Table 2 Design and results of Box-Behnken experiments

试验号	A	B	C	Y/%
1	0	−1	−1	18.50
2	0	0	0	24.22
3	1	1	0	22.70
4	−1	−1	0	20.13
5	−1	0	−1	19.31
6	−1	0	1	20.57
7	0	0	0	24.52
8	0	0	0	23.92
9	1	−1	0	20.81
10	1	0	1	22.31
11	0	0	0	24.19
12	−1	1	0	21.60
13	0	1	1	22.00
14	0	−1	1	21.00
15	0	1	−1	19.90
16	1	0	−1	19.81
17	0	0	0	24.42

表 3 为回归模型方差分析结果,从中可以看出该模型回归显著(P<0.000 1),R^2=0.992 9,失拟项不显著,说明该模型与实际实验拟合程度较好,可用上述回归方程描述各因子与响应值的关系,对木耳多糖提取率进行预测。各项的 P 值(A:0.000 8,B:<0.000 1,C:<0.000 1)可以说明各因子对多糖提取率影响显著;从各项的 F 值(A:32.06,B:65.92,C:138.77)可以看出,在所选的各因素水平范围内,对木耳多糖提取率影响大小的顺序为:温度>液料比>提取时间。

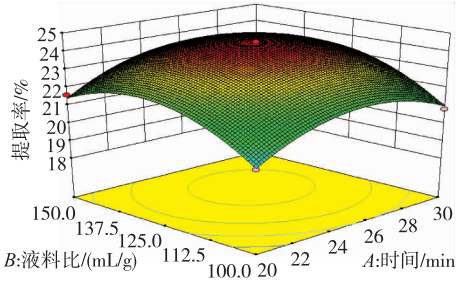
表 3 回归模型方差分析结果

Table 3 Analysis of variance for the fitted regression model

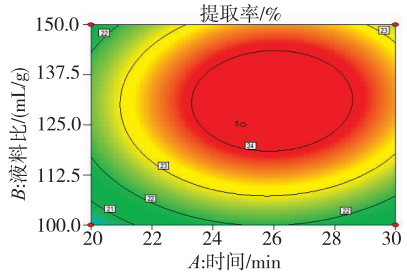
来源	自由度	平方和	均方	F 值	P 值
模型	61.61	9	6.85	108.96	< 0.000 1
A	2.01	1	2.01	32.06	0.000 8
B	4.14	1	4.14	65.92	< 0.000 1
C	8.72	1	8.72	138.77	< 0.000 1
AB	0.043	1	0.043	0.69	0.433 1
AC	0.39	1	0.39	6.2	0.041 5
BC	0.039	1	0.039	0.62	0.455 4
A^2	8.21	1	8.21	130.62	< 0.000 1
B^2	10.09	1	10.09	160.56	< 0.000 1
C^2	23.44	1	23.44	373.07	< 0.000 1
残差	0.44	7	0.063		
失拟项	0.22	3	0.075	1.39	0.367
净误差	0.22	4	0.054		
总误差	62.05	16		R^2=0.992 9	

注:P<0.01 为极显著 **;P<0.05 为显著。

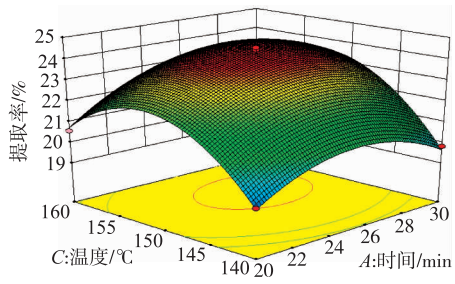
根据图 6(a)(d),可以从图形的弧面及等高线变化的密集程度看出液料比对多糖提取率的影响比提取时间的影响明显,且液料比与提取时间不存在明显的相互作用,即 1 个因素对多糖提取率的影响作用并不会随着另一因素的变化而变化。从图 6(b)(e)可以看出,提取温度对多糖提取率的影响大于提取时间,且两因素之间存在较强的相互作用。从图(c)(f)可以看出,提取温度对多糖提取率的影响高于液料比,且两者不存在明显的相互作用。



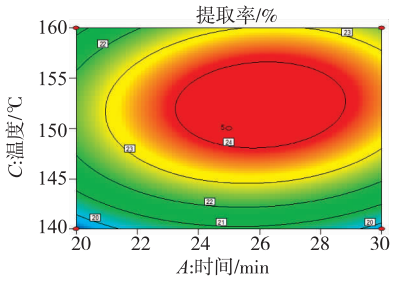
(a)时间和液料比对多糖提取率影响的曲面图



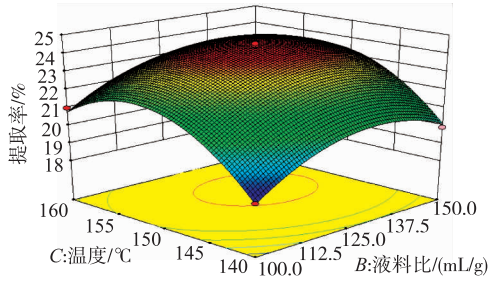
(b)时间和液料比对多糖提取率影响的等高线图



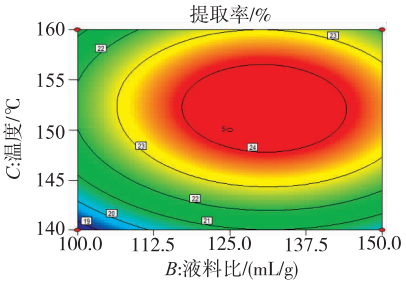
(c)时间和温度对多糖提取率影响的曲面图



(d)时间和温度对多糖提取率影响的等高线图



(e)温度和液料比对多糖提取率影响的曲面图



(f)温度和液料比对多糖提取率影响的等高线图

图 6　各因素交互作用的响应面图

Fig. 6　Response surface plots for the effects of three process conditions on the extraction yield of polysaccharide

结合回归模型分析结果可知,亚临界水萃取法提取木耳多糖的最佳工艺条件为:提取温度152.31 ℃,提取时间 26.07 min,液料比 130.79:1 (mL/g),提取压力 1.0 MPa,木耳多糖提取率为 24.51%。为验证此方法的结果,并考虑实际可操作性,将最佳工艺参数修正为:提取温度 152 ℃,提取时间 26 min,料液比 131 (mL/g),提取压力 1.0 MPa 进行多糖提取的验证试验,经 3 次平行试验,实际得率分别为 24.22%、24.16%及 24.32%,实际得率平均值为 24.23%,实验结果与模型符合良好,说明该模型能较好地预测木耳多糖得率。

2.4　亚临界水萃取法与不同提取方法对比试验

参照前人的研究方法,在本实验室进行验证实验,结果见表 4。可以看出,利用亚临界水萃取法得到的多糖提取率显著高于其他提取方法,分别比水浸提法提高了 382%,比酶提取法提高144%,比微波辅助法提高 49%,比超声波辅助法提高 48%;而一般的复合方法,例如超声波协同酶解法得到的多糖提取率为 16.8%[21],超声波微波协同辅助热水浸提法的多糖提取率为 31.92%[22],虽然多糖提取率较高,但是复合方法的提取工序复杂繁琐,成本高,不利于工业化大规模生产,从而限制了木耳多糖的开发利用。综上,经过优化的亚临界水萃取法是提取木耳多糖的最佳方法。

3　结　语

将亚临界水萃取技术应用于黑木耳多糖的提取,并用响应面法优化提取工艺,采用合理的实验设计,依据回归分析确定各因素对多糖得率的影响,最终确定了木耳多糖的最佳提取工艺:提取温度 152 ℃,提取时间 26 min,液料比 131:1 (mL/g),提取压力 1.0 MPa。在此工艺条件下,木耳多糖的实际提取率为 24.23%。与之前关于木耳多糖提取的研究相比,节能省时,大幅度提高了提取率,为木耳多糖的进一步开发和研究奠定了基础,是一种极具发展空间的绿色技术。

表 4　亚临界水萃取法与其他提取法提取率对比

Table 4　Comparison of Sub-critical water extraction and different extraction methods

主要方法	木耳粉质量/g	提取温度/℃	提取时间/min	液料比/(mL/g)	其他	多糖提取率/%
亚临界水萃取	2	152	26	131:1	–	24.23±0.12
水浸提法[17]	2	60	150	40:1	–	5.03±0.05
酶提取法[18]	2	85	120	50:1	–	9.95±0.10
微波辅助法[19]	2	95	25	20:1	微波功率 860 W	16.24±0.09
超声波辅助法[20]	2	100	199	132:1	超声功率 520 W	16.32±0.14

参考文献:

[1] 李琦,侯丽华,刘鑫,等. 黑木耳黑色素鉴定及提取工艺优化[J]. 食品科学,2010,31(16):87-92.
LI Qi,HOU Lihua,LIU Xin,et al. Identification and extraction technology of melanin from *Auricularia auricula* [J]. **Food Science**,2010,31(16):87-92.(in Chinese)

[2] 张立娟,于国萍. 黑木耳多糖酶法提取条件的优化及脱蛋白工艺的研究[J]. 食品工业科技,2005,26(5):109-111.
ZHANG Lijuan,YU Guoping. Study on optimization conditions of enzymatic extraction and deproteinization from polysaccharide of *Auricularia auricular*[J]. **Science and Technology of Food Industry**,2005,26(5):109-111.(in Chinese)

[3] 韩春然,唐娟,马永强. 黑木耳多糖的酶法提取、纯化及性质研究[J]. 食品科学,2007,28(2):53-55.
HAN Chunran,TANG Juan,MA Yongqiang. Study on isolation,purification and characteristics of polysaccharides from *Auricularia auricula*[J]. **Food Science**,2007,28(2):53-55.(in Chinese)

[4] 于颖,徐桂花. 黑木耳多糖生物活性研究进展[J]. 中国食物与营养,2009(2):55-57.
YU Ying,XU Guihua. Advances in biological activity of polysaccharide of *Auricularia auricular* [J]. **Food and Nutrition in China**,2009(2):55-57.(in Chinese)

[5] RAMOS L,KRISTENSON E M,BRINKMAN U A T. Current use of pressurised liquid extraction and subcritical water extraction in environmental analysis[J]. **Chromatogr**,2002,975:3-29.

[6] 纪丽丽,于丹梅. 亚临界水萃取技术在植物提取方面的应用潜力[J]. 中国林副特产,2013(2):91-92.
JI Lili,YU Danmei. Potential for extraction from plants by subcritical water extraction technology [J]. **Forest By-Product and Speciality in China**,2013(2):91-92.(in Chinese)

[7] 徐曼旭,于国萍,付饶,等. 薏米多糖亚临界水萃取工艺的优化[J]. 食品工业,2014,35(1):94-97.
XU Manxu,YU Guoping,FU Rao,et al. Optimization of extracting technology for polysaccharide of coix Seed by subcritical water[J]. **Journal of Food Industry**,2014,35(1):94-97.(in Chinese)

[8] HERRERO M,CIFUENTES A,IBANEZ E. Sub-and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources:Plants,food-by-products,algae and microalgae-a review[J]. **Food Chem**,2006(98):136-148.

[9] 娄冠群,张永忠,李振艳,等. 亚临界水提取香菇多糖的工艺研究[J]. 东北农业大学学报,2010,41(2):138-142.
LOU Guanqun,ZHANG Yongzhong,LI Zhenyan,et al. Research on sub-critical water extraction of lentinan [J]. **Journal of Northeast Agricultural University**,2010,41(2):138-142.(in Chinese)

[10] 余华. 海带多糖提取条件的优化和脱蛋白研究[J]. 中国食品添加剂,2006(3):39-43.
YU Hua. Study on optimization conditions of extraction and deproteinization from polysaccharide of laminaria japonica[J]. **China Food Additives**,2006(3):39-43.(in Chinese)

[11] 徐曼旭. 薏米多糖亚临界水萃取、纯化及其体外降血脂的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2014.

[12] Suzanne Nielsen S. Phenol-Sulfuric acid method for total carbohydrates [M]. [S.I.]:Food Analysis Laboratory Manual,2010:47-53.

[13] LI B,YANG Y,GAN Y X,et a1. On-line coupling of subcritical water extraction with high-performance liquid chromatography via solid-phase trapping[J]. **J Chromatogr A**,2000,873(2):l75-l84.

[14] 应丽亚,苏平. 亚临界水萃取技术在植物精油提取中的应用潜力[J]. 食品与发酵工业,2011,37(5):142-145.
YING Liya,SU Ping. Potential for essential oil extraction from plants by subcritical water extraction technology [J]. **Food and Fermentation Industries**,2011,37(5):142-145.(in Chinese)

[15] 郭娟,丘泰球,杨日福,等. 洋葱精油的亚临界水提取[J]. 华南理工大学学报(自然科学版),2009,37(4):143-148.
GUO Juan,QIU Taiqiu,YANG Rifu,et al. Extraction of essential oil in onion by subcritical water [J]. **Journal of South China University of Technology(Natura l Science Edition)**,2009,37(4):143-148.(in Chinese)

[16] So to Ayala R,Luque de Castro M D. Continuous subcritical water extraction as a useful tool for isolation of edible essential oils [J]. **Food Chemistry**,2001,75(1):109-113.

[17] 陆雯,蔡振优,鲜乔,等. 黑木耳多糖提取工艺条件的研究[J]. 中国食品添加剂,2010(6):99-102.
LU Wen,CAI Zhenyou,XIAN Qiao,et al. Optimization of extraction conditions of *Auricularia auricula* polysaccharides [J]. **China Food Additives**,2010(6):99-102.(in Chinese)

[18] 何伟峰,何杰民,陈萍,等. 黑木耳多糖的酶法提取工艺优化[J]. 食用菌,2013(6):67-69.

HE Weifeng,HE Jiemin,CHEN Ping,et al. Optimization of enzymatic extraction conditions of *Auricularia auricular* polysaccharides[J]. **Edible Fungi**,2013(6):67-69.(in Chinese)

[19] 曾维才,张曾,贾利蓉. 响应面法优化微波辅助提取黑木耳多糖工艺的研究[J]. 食品与发酵科技,2011,47(5):45-48.
ZENG Weicai,ZHANG Zeng,JIA Lirong. Optimization of microwave-assisted extraction of polysaccharides from *Auricularia auricular* with response surface methodology[J]. **Food and Fermentation Technology**,2011,47(5):45-48.(in Chinese)

[20] 王雪,王振宇. 响应面法优化超声波辅助提取黑木耳多糖的工艺研究[J]. 中国林副特产,2009(3):1-5.
WANG Xue,WANG Zhenyu. Optimization of the ultrasonic wave assisted extraction condition of *Auricularia auricular* polysaccharides using response surface analysis[J]. **For est By-Product and Speciality in China**,2009(3):1-5.(in Chinese)

[21] 王广慧,王佩华,王鹏. 黑木耳多糖提取条件的研究[J]. 吉林农业科学,2010,35(5):54-57.
WANG Guanghui,WANG Peihua,WANG Peng. Studies on the extractive conditions of polysaccharide from *Auricularia auricular*[J]. **Journal of Jilin Agricultural Sciences**,2010,35(5):54-57.(in Chinese)

[22] 李冠楠. 黑木耳多糖的提取及工业技术研究[D]. 长春:吉林大学,2011.

科　技　信　息

欧盟拟批准甜菜红用于儿童特殊医疗用途食品发布安全意见

2016 年 5 月 26 日，据欧盟食品安全局（EFSA）消息，应欧委会要求，欧盟食品安全局就食品着色剂甜菜红(E162)用于儿童特殊医疗用途食品发布意见。

目前欧盟禁止色素用于婴幼儿食品,这包括儿童特殊医疗用途食品。

经过专家组评估,欧盟食品安全局认为,按照 20 毫克/升(最终稀释浓度)的使用限量,将甜菜红(E 162)用于 1–3 岁儿童特殊医疗用途的食品不会有安全问题。

[信息来源]食品伙伴网. 欧盟拟批准甜菜红用于儿童特殊医疗用途食品发布安全意见[EB/OL]. (2016–6–2). http://news.foodmate.net/2016/05/381686.html

欧盟就钙磷酸盐寡糖用于食品、食品补充剂、特殊医学用途食品发布意见

据欧盟食品安全局(EFSA)消息,欧盟食品安全局就钙磷酸盐寡糖(POs–Ca) 作为钙来源用于食品、食品补充剂、特殊医学用途食品发布意见。

POs–Ca 是土豆淀粉源磷酸寡糖的钙盐。在口香糖、硬糖、无糖软糖果与苹果汁生产过程当中的温度与 pH 条件下,POs–Ca 保持稳定。

经评估,欧盟食品安全局专家组认为,钙磷酸盐寡糖(POs–Ca) 作为钙来源用于食品、食品补充剂、特殊医学用途食品是安全的,是一种较好的钙补充剂。

[信息来源]食品伙伴网. 欧盟就钙磷酸盐寡糖用于食品、食品补充剂、特殊医学用途食品发布意见 [EB/OL]. (2016–6–22). http://news.foodmate.net/2016/06/384631.html