

# 双酶法提取褐蘑菇水溶性膳食纤维研究

刘莹,周伟

(辽宁工程技术大学理学院,辽宁阜新123000)

**摘要:**为了给褐蘑菇深加工提供理论依据,采用酶法制备褐蘑菇水溶性膳食纤维,选择物料比、酶处理时间、酶解温度作为试验因素进行研究。结果表明:酶法提取褐蘑菇水溶性膳食纤维的最佳提取条件为料液比1:10、酶处理时间1.0 h、酶解温度60℃,此条件下水溶性膳食纤维产率为36.1%。

**关键词:**褐蘑菇;水溶性膳食纤维;酶法

**中图分类号:**TS239;S567.3<sup>+</sup>9

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2012)01-0099-03

膳食纤维(DF)是指能抗人体小肠消化吸收的植物存储或植物细胞壁结构多糖<sup>[1]</sup>。根据其溶解性的不同,可以分为总膳食纤维(TDF)、水溶性膳食纤维(SDF)和水不溶性膳食纤维(IDF)。水溶性膳食纤维是指不被人体消化道消化,但可溶于温水或热水,且其水溶液又能被其4倍体积的乙醇再沉淀的那部分膳食纤维。膳食纤维不易被消化酶分解,主要化学成分是抗人体内酶水解的非淀粉多糖、木质素以及其它植物细胞壁成分。过去几十年对膳食纤维的研究证明,膳食纤维具有抗肿瘤、降血压、降血浆胆固醇、改善肠道功能、预防肥胖症等功效,人体摄入足够的膳食纤维对于保持健康和防治疾病有积极作用<sup>[2]</sup>。

该文采用酶法制备褐蘑菇(*Agaricus bisporus*)<sup>[3]</sup>水溶性膳食纤维,选择物料比、酶处理时间、酶解温度作为试验因素进行研究,旨在为褐蘑菇的深加工利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料为褐蘑菇(辽宁田园公司提供)、丙酮、MES/TRIS缓冲液、 $\alpha$ -淀粉酶、NaOH、HCl、糖化酶、乙醇(以上试剂均为国产分析纯)。所用仪器设备有JPSD-100粉碎机、恒温振荡器、澳柯玛冰箱、超净工作台(洁净等级100)、循环水式多用真空泵、恒温鼓风干燥箱GZX-9140MB、TD5A-WS台式低速离心机。

### 1.2 提取工艺

1.2.1 工艺流程 参照文献[4]的流程进行。褐

蘑菇→粉碎→过筛→加MES/TRIS缓冲液→搅拌→水浴→加 $\alpha$ -淀粉酶→水浴→调pH→加糖化酶→水浴→乙醇沉淀→过滤→干燥→水溶性膳食纤维。

1.2.2 操作要点 称取10 g样品放入500 mL的锥形瓶中,加入MES/TRIS缓冲液搅拌,置于80℃恒温振荡器中。添入 $\alpha$ -淀粉酶,低速搅拌10 min,置于恒温振荡器中1 h。调pH在4.3~5.0。加入糖化酶,重新封口,置于恒温振荡器保持1 h。往样品中加入预热至60℃的95%乙醇水溶液,抽滤,用78%乙醇清洗烧杯,真空抽滤清洗滤渣数次,之后用95%的乙醇和丙酮抽滤。将滤渣收集到培养皿中。在50~60℃恒温干燥箱烘制5 h,将干燥的产品进行磨碎即为水溶性膳食纤维。

### 1.3 酶法提取水溶性膳食纤维的单因素试验

以水溶性膳食纤维的提取率为指标,分别对料液比(A)、酶处理时间(B)、酶解温度(C)进行单因素试验<sup>[5]</sup>。

1.3.1 料液比对酶法产率的影响 取10 g粉碎褐蘑菇,放入500 mL的锥形瓶中,分别选择料液比为1:8、1:9、1:10、1:11、1:12加入MES/TRIS缓冲液,置于80℃水浴锅搅拌1 h,冷却到50℃,调pH,先后加入 $\alpha$ -淀粉酶和糖化酶搅拌1 h,根据体积比1:4加入60℃的95%乙醇,78%乙醇清洗锥形瓶,用95%乙醇和丙酮抽滤,水洗,过滤,干燥,计算水溶性膳食纤维产率。

1.3.2 酶处理时间对酶法产率的影响 方法同1.3.1,以料液比1:10加入MES/TRIS缓冲液,分别选择搅拌时间0.5、1.0、1.5、2.0和2.5 h,计算水溶性膳食纤维产率。

1.3.3 酶解温度对酶法产率的影响 方法同1.3.1,酶解温度分别为40、50、60、70和80℃,计

收稿日期:2011-08-05

第一作者简介:刘莹(1970-),男,辽宁省阜新市人,硕士,副教授,从事生物化学研究。E-mail:liuyingfx02@126.com。

算水溶性膳食纤维产率。

#### 1.4 正交试验

在单因素试验的基础上,选取料液比、酶处理

时间、酶解温度 3 个因素,采用三因素三水平  $L_9(3^3)$  正交试验,对酶法分离提取褐蘑菇水溶性膳食纤维的最佳工艺条件进行优化(见表 1)。

表 1 正交试验因素水平

Table 1 Orthogonal test factor level

水平 Level	因素 Factor		
	A 物料比 Materials ratio	B 酶处理时间/h Enzyme treatment time	C 酶解温度/℃ Enzymolysis temperature
1	1:9	0.5	50
2	1:10	1.0	60
3	1:11	1.5	70

## 2 结果与分析

### 2.1 料液比对酶法提取产率的影响

在预处理 1 h,酶解温度 50℃的条件下,分别选择料液比为 1:8、1:9、1:10、1:11、1:12,研究料液比对酶法产率的影响。可知,开始时产率随着料液比的增大而增加,但当料液比大于 1:10 时产率增加缓慢,且当料液比再增加时,产率几乎不再增加。因此料液比大一些有利于水溶性膳食纤维的提取,但料液比过大,则在后面的浓缩中造成能量及时间上的浪费。因此,选用料液比 1:9、1:10、1:11 作为正交试验料液比因素的水平。

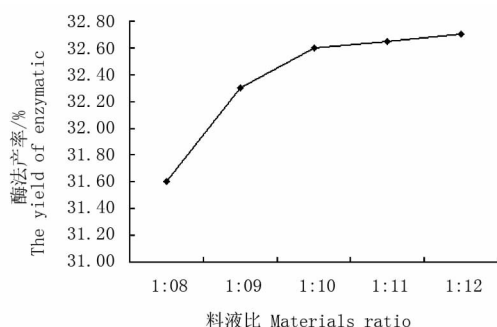


图 1 物料比对酶法产率的影响

Fig. 1 Effect of materials ratio on yield of enzymatic

### 2.2 酶处理时间对酶法提取产率的影响

选择酶处理时间为 0.5、1.0、1.5、2.0 和 2.5 h,然后在料液比 1:10,酶解温度 50℃条件下,研究酶处理时间对酶法产率的影响(见图 2)。可知,酶处理时间在 1.0 h 时,水溶性膳食纤维提取率随着时间的增加而增加,但在 1.0~2.5 h 提取率基本没有增加。故酶处理时间在 1.0 h 左右为宜。因此,选用酶处理时间 0.5、1.0、1.5 h 作为正交试验酶处理时间因素的水平。

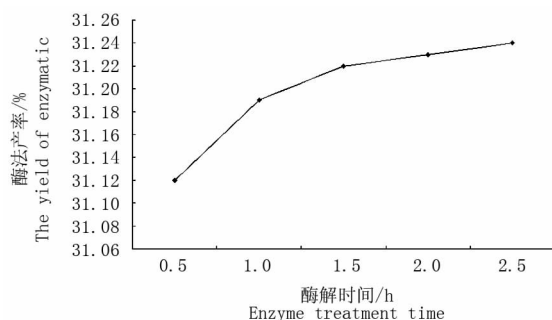


图 2 酶处理时间对酶法产率的影响

Fig. 2 Effect of enzyme treatment time on the yield of enzymatic

### 2.3 酶解温度对酶法产率的影响

在料液比 1:10,预处理 1.0 h 条件下,分别设定温度为 40、50、60、70 和 80℃,研究酶解温度对酶法产率的影响(见图 3)。可知,酶解温度与酶法产率成非正比关系。随着温度的升高酶活性增加,酶解越彻底;但温度过高会使部分酶失活,影响酶解效果。所以选择 50、60 和 70℃作为正交试验酶解温度因素的水平。

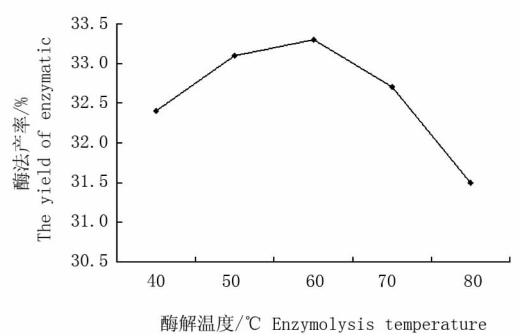


图 3 酶解温度对酶法产率的影响

Fig. 3 Effect of enzymolysis temperature on yield of enzymatic

2.4 酶法正交试验

由表 2 可知,各因素对酶法产率影响的主次顺序为:酶解温度>酶处理时间>料液比。酶法

提取褐蘑菇水溶性膳食纤维的最佳提取工艺是:  
A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>,即料液比 1:10、酶处理时间 1.0 h、酶解  
温度 60℃。

表 2 L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>)正交试验结果  
Table 2 L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>) orthogonal test results

水平 Level	因素 Factor			产率/% Yield
	A 料液比 Materials ratio	B 酶处理时间/h Enzyme treatment time	C 酶解温度/℃ Enzymolysis temperature	
1	1	1	1	29.5
2	1	2	2	32.6
3	1	3	3	28.3
4	2	1	2	36.1
5	2	2	3	29.3
6	2	3	1	28.4
7	3	1	3	29.6
8	3	2	1	27.9
9	3	3	2	31.8
K <sub>1</sub>	30.1	31.7	28.6	
K <sub>2</sub>	31.3	29.9	33.5	
K <sub>3</sub>	29.8	29.5	29.1	
R	1.5	2.2	4.9	

3 结论

酶法提取褐蘑菇水溶性膳食纤维的最佳工艺组合为料液比 1:10、酶处理时间 1.0 h、酶解温度 60℃。此条件下水溶性膳食纤维产率为 36.1%。

参考文献:

[1] 刘伟,刘成梅,林向阳,等.膳食纤维的国内外研究现状与发展趋势[J].粮食与食品工业,2003,12(4):25-27.

[2] 陈燕卉,陈敏,张绍英,等.膳食纤维在食品加工中的应用与研究进展[J].食品科学,2004(Z1):251-255.

[3] 刘莹,张丽萍.褐蘑菇多糖脱蛋白方法研究[J].广东农业科学,2008,221(8):114-115.

[4] 张赞彬,缪存铅,陈小琴.酶解法提取甘薯渣中水溶性膳食纤维的研究[J].粮油加工,2008(1):122-124.

[5] 陈亮,谢明勇,田颖刚,等.车前子可溶性膳食纤维不同测定方法的比较[J].食品科学,2008,29(9):538-541.

Study of Dual Enzymatic on Extraction of  
Water-soluble Dietary Fiber from Brown Mushrooms

LIU Ying,ZHOU Wei

(Biological Science and Engineering College of Liaoning Engineering Technology University,  
Fuxin,Liaoning 123000)

**Abstract:** In order to provide theoretical basis for deep processing brown mushroom,dual enzymatic was used to prepare brown mushroom water-soluble dietary fiber. Materials ratio,enzyme treatment time and enzymolysis temperature were chosen as test factors to conduct the study. The results showed that the best extraction conditions to get water-soluble dietary fiber were liquid ratio 1:10,enzyme treatment time 1.0 h,enzymolysis temperature 60℃. The yield rate was 36.1% under the best extraction conditions.

**Key words:** brown mushroom; water-soluble dietary fiber; enzymatic