

超声波法提取玉米醇溶蛋白的工艺研究

姜晓坤¹, 范杰英²

(1. 吉林农业科技学院, 吉林 吉林 132101; 2. 吉林省农业科学院, 长春 130033)

摘要:以玉米黄粉为原料,采用超声波法提取玉米醇溶蛋白,选取超声功率、提取温度、提取时间、乙醇体积分数、料液比为影响因素,以玉米醇溶蛋白提取率为指标,进行单因素试验和正交试验。得到提取的最优工艺条件为:超声功率500W、乙醇浓度75%、提取温度70℃、料液比1:9、时间1h,玉米醇溶蛋白的提取率为78.28%。

关键词:玉米蛋白粉;超声波法提取;玉米醇溶蛋白

中图分类号:TS201.2*1

文献标识码:A

Studies on Process of Ultrasonic Extraction of Zein

JIANG Xiao-kun¹, FAN Jie-ying²

(1. Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin 132101;

2. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: The study was on the extraction of zein by ultrasonic method used corn gluten meal as raw material. The factors of ultrasonic power, extraction temperature, extraction time, ethanol concentration, solid-liquid ratio and the zein extraction rate were choosed in single factor experiments orthogonal test. The results showed that the optimum conditions of extraction were ultrasonic power 500W, ethanol concentration 75%, extraction temperature 70℃, solid-liquid ratio 1:9, time 1h. The best zein extraction rate was 78.28%.

Key words: Corn gluten meal; Ultrasonic extraction; Zein

玉米是我国主要粮食作物,年产量1亿t以上,是淀粉、淀粉糖、酒精等工业生产的主要原料^[1]。玉米经湿法加工生产玉米淀粉时,其副产品约5%的玉米黄粉,也称玉米麸质粉。其主要成分含50%~60%的蛋白质(其中玉米醇溶蛋白约占68%),玉米黄色素、淀粉、少量的风味物质等^[2-3]。玉米醇溶蛋白是由平均分子量为25 000~45 000的蛋白质组成的混合物,它受肽主链上的羟基与亚氨基的氢键作用,形成 α -螺旋体,具有独特的成膜特性,防潮、隔氧、抗紫外线、保香、阻油、防静电等特性,有一定的抑菌作用,是理想的天然保鲜剂^[4-5];在医药行业用于药片的包衣剂与药物缓释剂等^[6];此外,醇溶蛋白经酶法制得生物活性多肽也可制成药物。因此,醇溶蛋白具有广泛的应用前景。

采用超声波技术提取玉米醇溶蛋白,因超声

波具有加热、均质、乳化等功能,可以减少萃取时间,提高萃取率,产品沉淀效率好、纯度高^[7]。本文以玉米黄粉为原料,研究了不同提取条件对超声波法提取玉米醇溶蛋白的影响,以期对玉米醇溶蛋白的开发和利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

玉米黄粉(吉林省吉成淀粉科技开发有限公司), α -淀粉酶(北京奥博星生物技术有限责任公司),无水乙醇、95%乙醇、淀粉、碘化钾、氢氧化钠、盐酸、硫酸铜、硫酸钾、硼酸等,以上试剂均为分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 玉米蛋白粉的制备

1.2.1.1 无水乙醇脱色

称取100g玉米黄粉,经100℃干燥后粉碎过40目筛,按料液比1:15加入无水乙醇,60℃超声40min提取玉米黄色素进行脱色^[8],1000rpm离

收稿日期:2013-07-15

作者简介:姜晓坤(1976-),女,实验师,硕士,从事食品科学实验教学与研究。

心 10 min, 分离上清液, 取沉淀用 500 mL 50℃ 热水洗涤 3 次, 100℃ 干燥后得脱色玉米蛋白粉。

1.2.1.2 淀粉酶水解

取脱色后的玉米蛋白粉, 按料液比 1:5 加水进行均质处理, 按 20 mg/g 用量添加淀粉酶, 边添加边搅拌, 55~60℃ 保温 1 h, 取 2 mL 水解液, 加入 I₂-KI 溶液检验是否还有淀粉存在, 如显蓝色, 证明淀粉没有完全水解, 继续加入淀粉酶, 重复操作至淀粉完全水解, 1000 rpm 离心 10 min, 弃掉上清液, 取沉淀用 500 mL 50℃ 热水洗涤 3 次, 100℃ 干燥得去除淀粉后的玉米蛋白粉。

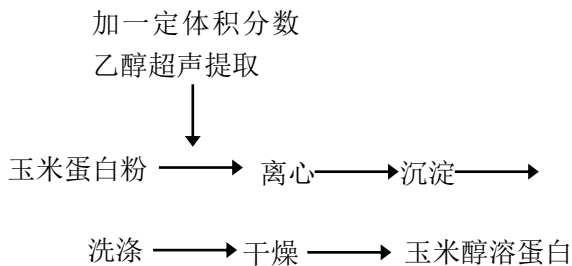
1.2.1.3 去除异味

取上述处理的玉米蛋白粉, 按料液比 1:5 加水进行均质处理, 搅拌后按 1:1 (V:V) 加入 1 mol/L 氢氧化钠溶液水浴保温 1 h, 冷却, 过滤, 水洗后加入 1 mol/L 盐酸溶液调节 pH = 7, 过滤, 水洗沉淀后 1000 rpm 离心 10 min, 100℃ 干燥沉淀得玉米蛋白粉备用。

1.2.2 玉米蛋白粉中醇溶蛋白的提取

分别采用不同的超声功率、料液比、提取温度、提取时间进行玉米醇溶蛋白的提取, 3 次重复。在单因素试验的基础上进行正交试验, 优化最佳提取工艺条件。

玉米蛋白粉中醇溶蛋白的提取工艺流程如下。



1.2.3 蛋白质的测定

采用凯氏定氮法 (GB5009.5-2010) 测定蛋白质含量。

玉米醇溶蛋白的提取率 (%) = (提取液中醇溶蛋白含量 / 玉米蛋白粉中醇溶蛋白含量) × 100%

2 结果与分析

2.1 超声波法提取玉米醇溶蛋白的单因素试验

2.1.1 超声功率对提取玉米醇溶蛋白的影响

称取 6 份按 1.2.1 处理后的玉米蛋白粉, 每份 2 g (以下同), 确定乙醇浓度为 70%, 提取温度 70℃, 提取时间 1 h, 料液比 1:10, 分别选择超声功

率为 350 W、400 W、450 W、500 W、550 W、600 W, 按 1.2.2 进行玉米醇溶蛋白的提取, 结果见图 1。

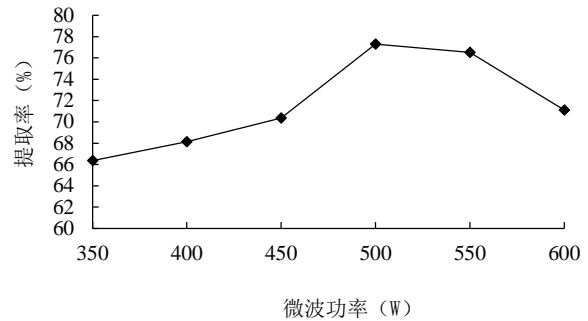


图 1 超声功率对玉米醇溶蛋白提取率的影响

由图 1 可知, 随着超声功率的增加, 提取率也逐渐提高, 当超声功率为 500 W 时, 玉米醇溶蛋白的提取率最高为 77.31%, 超声功率为 600 W 时, 提取率有下降趋势, 这也许是因为超声功率较高时, 强烈的空化效应造成有效成分破坏, 从而导致提取率降低, 而且功率过高, 对蛋白质会造成一定程度破坏, 因此选定功率为 500 W。

2.1.2 温度对提取玉米醇溶蛋白的影响

取 6 份玉米蛋白粉, 确定乙醇浓度为 70%, 超声功率 500 W, 提取时间 1 h, 料液比 1:10, 分别选择提取温度为 40℃、50℃、60℃、70℃、80℃、90℃, 按 1.2.2 进行玉米醇溶蛋白的提取, 结果见图 2。

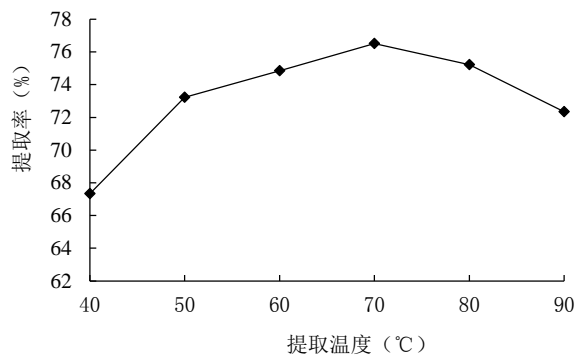


图 2 温度对玉米醇溶蛋白提取率的影响

由图 2 可知, 在 40~70℃, 随温度升高, 提取率也随之提高, 70℃ 时提取率最高为 76.52%; 然后随温度升高而缓慢下降。由于温度高于 70℃, 部分蛋白发生变性, 导致提取率下降, 而且温度高于 80℃, 乙醇挥发造成溶剂损失, 所以选择提取温度为 70℃。

2.1.3 超声时间对提取玉米醇溶蛋白的影响

取 6 份玉米蛋白粉, 确定乙醇浓度为 70%, 提取温度 70℃, 超声功率 500 W, 料液比 1:10, 分别选择超声时间为 0.5 h、1 h、1.5 h、2 h、2.5 h、3 h,

按 1.2.2 进行玉米醇溶蛋白的提取,结果见图 3。

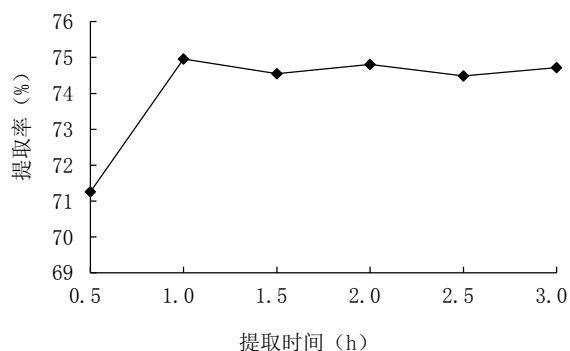


图3 超声时间对玉米醇溶蛋白提取率的影响

由图3可知,当提取时间超过1 h,醇溶蛋白的提取率变化不明显,延长时间对提取率的提高没有意义,因此,确定超声提取时间为1 h。

2.1.4 乙醇浓度对提取玉米醇溶蛋白的影响

取6份玉米蛋白粉,确定超声功率为500 W,提取温度70℃,提取时间1 h,料液比1:10,乙醇浓度分别设定为60%、65%、70%、75%、80%、85%,按1.2.2进行玉米醇溶蛋白的提取,结果见图4。

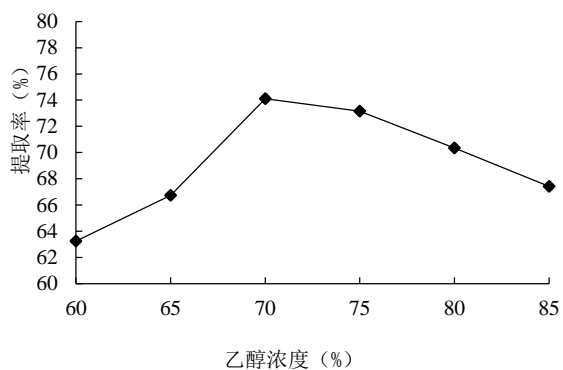


图4 乙醇浓度对玉米醇溶蛋白提取率的影响

玉米醇溶蛋白可溶于60%~85%的醇类溶剂中,由图4看出,随着乙醇浓度的增加,玉米醇溶蛋白的提取率也逐渐提高,当乙醇浓度为70%时,提取率最高为74.12%;超过80%时,乙醇在保温时挥发损失较快,提取率也随着下降,而且高浓

度的乙醇对蛋白的性质也有一定的影响。

2.1.5 料液比对提取玉米醇溶蛋白的影响

取6份玉米蛋白粉,确定超声功率为500 W,提取温度70℃,提取时1 h,乙醇浓度75%,料液比分别为1:5、1:7、1:9、1:11、1:13、1:15,按1.2.2进行玉米醇溶蛋白的提取,结果见图5。

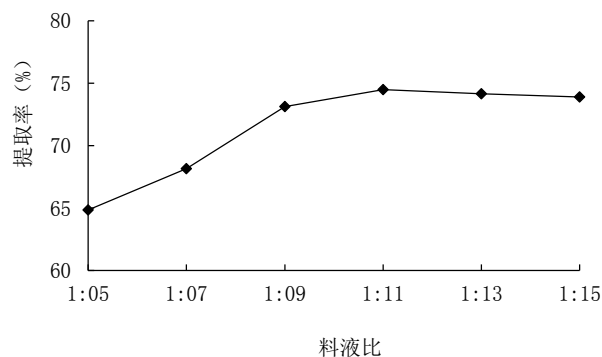


图5 料液比对玉米醇溶蛋白提取率的影响

由图5可知,料液比为1:5~1:11时,提取率逐渐提高,随后变化缓慢,但料液比过大,会造成溶剂的浪费及回收困难,因此,选定料液比为1:11。

2.2 玉米醇溶蛋白提取工艺条件优化

表1 正交试验因素水平表

水平	超声功率(A)(W)	乙醇浓度(B)(%)	提取温度(C)(℃)	料液比(D)(g : mL)
1	450	65	60	1:9
2	500	70	70	1:11
3	550	75	80	1:13

根据单因素试验结果,因为提取时间对提取率影响不明显,确定采用提取时间为1 h,选定影响醇溶蛋白提取率的主要因素超声功率(A)、乙醇浓度(B)、料液比(C)、提取温度(D)按 $L_9(3^4)$ 进行正交试验设计,因素水平见表1,以玉米醇溶蛋白提取率为指标,确定提取的工艺条件,结果见表2。

由表2可知,影响玉米醇溶蛋白提取率的主

表2 玉米醇溶蛋白提取正交试验结果

试验号	超声功率(A)(W)	乙醇浓度(B)(%)	提取温度(C)(℃)	料液比(D)(g : mL)	提取率(%)
1	1	1	1	1	65.28
2	1	2	2	2	67.42
3	1	3	3	3	68.29
4	2	1	2	3	71.07
5	2	2	3	1	72.74
6	2	3	1	2	76.37
7	3	1	3	2	69.56

续表2

试验号	超声功率(A)(W)	乙醇浓度(B)(%)	提取温度(C)(°C)	料液比(D)(g :mL)	提取率(%)
8	3	2	1	3	70.45
9	3	3	2	1	75.67
K ₁	200.99	205.91	212.10	213.69	
K ₂	220.18	210.61	214.16	213.35	
K ₃	215.68	220.73	210.59	209.81	
K ₁	67.0	68.6	70.7	71.2	A>B> D > C
K ₂	73.4	70.2	71.4	71.1	
K ₃	71.9	73.6	70.2	69.9	
R	6.4	5.0	1.2	1.3	

要因素为 :A>B>D>C ,即超声功率>乙醇浓度>料液比>提取温度 ;最佳提取组合为 A₂B₃C₂D₁ ,即当超声功率为 500W ,乙醇浓度为 75% ,提取温度为 70℃ ,料液比为 1:9 时 ,玉米醇溶蛋白的提取率最高 ,由于本组合在正交试验中没有出现 ,因此与正交表中提取率最高的组合 A₂B₃C₁D₂ 做验证试验 ,结果见表 3。验证结果表明 ,最佳组合 A₂B₃C₂D₁ 的醇溶蛋白提取率为 78.26% ,高于正交试验的 A₂B₃C₁D₂ 组合。

表3 玉米醇溶蛋白提取正交试验结果

试验号	组合	玉米醇溶蛋白提取率(%)
1	A ₂ B ₃ C ₂ D ₁	78.28
2	A ₂ B ₃ C ₁ D ₂	76.34

3 结 论

利用超声波法提取玉米醇溶蛋白 ,影响玉米醇溶蛋白提取率的主要因素为 :超声功率>乙醇

浓度>料液比>提取温度。最佳工艺条件是 :超声功率 500W ,乙醇浓度 75% ,提取温度 70℃ ,料液比 1:9 ,时间 1h ,玉米醇溶蛋白的提取率为 78.28% ;为玉米醇溶蛋白的开发和利用提供了科学依据。

参考文献 :

- [1] 李 丽 ,崔 波 . 玉米蛋白粉的综合利用及研究进展[J] . 粮食科技与经济 ,2010 ,35(3) :45-50 .
- [2] 姚艾东 . 玉米黄色素的提取及应用研究[J] . 食品工艺科技 ,2001 ,22(4) :32-34 .
- [3] 段纯明 ,董海洲 . 玉米醇溶蛋白的特性及应用研究[J] . 粮食与食品工业 ,2007 ,14(1) :27- 31 .
- [4] 王耀勇 ,张建昌 . 玉米醇溶蛋白及其在农产品保鲜中的应用[J] . 西北农业学报 ,2008 ,17(1) :307-310 .
- [5] 徐姗姗 . 玉米醇溶蛋白研究进展[J] . 中国食品添加剂 ,2007(3) :92-96 .
- [6] 上海医药工业研究院药物制剂研究室 . 药用辅料应用技术[M] . 上海 :上海科技出版社 ,1991 .
- [7] 黄国平 ,温其标 ,杨晓泉 ,等 . 超声波法提取玉米醇溶蛋白的研究[J] . 食品与发酵工业 ,2002 ,28(10) :1-5 .
- [8] 王 缈 ,赵战利 ,李 宁 ,等 . 超声提取玉米黄色素与醇溶蛋白的工艺优化[J] . 食品工业 ,2014 ,35(8) :14-19 .

(上接第 68 页)进一步研究。

参考文献 :

- [1] 杨立柱 ,林艳芝 . 葡萄酒新品种着色香的选育[J] . 中国果树 ,2012(4) :8-10 .
- [2] 赵常青 ,蔡之博 ,康德忠 ,等 . 葡萄新品种着色香在沈阳地区日光温室促成栽培技术[J] . 中外葡萄与葡萄酒 ,2013(2) :43-45 .

- [3] 杨立柱 ,王柏秋 ,王妮妮 ,等 . 着色香葡萄温室丰产栽培技术[J] . 现代农业科技 ,2012(2) :110-113 .
- [4] 郑 芳 ,霍瑞庆 ,许 丽 ,等 . 红地球果实套袋试验[J] . 北方园艺 ,2002(3) :56 .
- [5] 王秀芬 ,刘 俊 ,武亚敬 ,等 . 葡萄果实套袋技术研究[J] . 技术开发 ,2010 ,24(3) :118-120 .
- [6] 高献亭 ,胡忠慧 ,高 扬 ,等 . 红地球果实套袋观察[J] . 天津农业科学 ,2006 ,12(1) :45-47 .