

# 微波提取碎米中蛋白质的工艺研究

朱建华, 邹秀容, 陈侠涛

(韶关学院英东食品科学与工程学院, 广东韶关 512005)

**摘要:**本文以食用品质较差的稻谷加工业副产物碎米为原料,采用考马斯亮蓝染色测定水溶性蛋白法将经过预设液固比、pH调整、微波场处理和离心工艺提取的可溶性蛋白含量进行测定,研究了料液pH值、微波时间、微波功率和固液比对碎米中蛋白提取率的影响,结果表明:碱性条件下微波提取碎米中蛋白的最优条件为:pH为10、提取时间为120s、微波功率为390W、固液比1:10,该条件下碎米蛋白提取率可达71.2%。

**关键词:**碎米; 蛋白; 微波; 提取

文章编号: 1673-9078(2013)2-294-296

## Study on the Microwave Extraction of Protein from Broken Rice

ZHU Jian-hua, ZOU Xiu-Rong, CHEN Xia-Tao

(Yingdong College of Food Science and Technology, Shaoguan University, Shaoguan 512005, China)

**Abstract:** The effects of pH, microwave time, microwave power, solid/liquid ratio (*m/V*) on the extraction rate of protein from cereal industry by-product broken rice were investigated with coomassie brilliant blue stain protein method. Results showed that the optimal parameters with microwave treatment were as follows: pH 10.0, extracting for 120 s at 390 W power by microwave and solid to liquid ratio of 1:10, under which the protein extraction rate was 71.2%.

**Key words:** broken rice; protein; microwave; extraction

稻米是我国居民特别是南方地区居民最主要的食物来源。我国每年生产约1.85亿吨稻谷。稻谷碾制过程和优质大米的生产中,不同程度产生约10%~35%左右的碎米<sup>[1-2]</sup>。碎米含有80%的优质大米淀粉及8%的大米蛋白。大米蛋白是人们膳食中重要的蛋白来源,其必需氨基酸构成比较完整,与WHO/FAO推荐的理想营养模式非常接近<sup>[3]</sup>。在谷物蛋白中,大米蛋白含有较高的赖氨酸,不含任何抗营养因子,具有良好的消化性和高的营养价值。大米蛋白的抵抗原性是其另一项突出特点,这对婴幼儿是十分有利的<sup>[4]</sup>。大米蛋白在学前儿童体内的消化率、生物价和净蛋白质利用率分别为88.8%、90.0%、79.9%,尤其适用于儿童食品<sup>[5]</sup>。因此大米蛋白的开发利用日益受到重视。微波提取技术因其操作方便、提取效率高、能耗小等特点,已被广泛应用到食品原料及天然产物中目标功效成分的提取<sup>[6]</sup>。微波提取原理主要涉及在微波场中均匀加热并使被提取成分从基质中分离出来,进入到介电常数较小、微波吸收能力相对较差的溶剂中,从而

收稿日期: 2012-08-01

基金项目: 韶关市科技计划项目[韶科(管)2010-02]; 广东省教育部产学研结合项目(2011B090600027)

作者简介: 朱建华(1978-)男, 博士, 副教授, 研究方向: 粮食、油脂及植物蛋白加工副产物增值利用

达到将目标成分富集提取的目的。本文选取料液pH值、微波功率、微波时间、固液比作为单因素条件进行试验,并结合正交实验以确定出微波提取碎米中蛋白最优条件,实验结果以期对实际生产提供一定的参考作用。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验材料、试剂及仪器设备

碎米,广东金友集团有限公司提供,蛋白含量为8.32%;其余试剂均为市售分析纯。主要仪器设备有G80F20 CNIL-DC(WO)微波炉,佛山顺德格兰仕微波炉电器;pHS-25型酸度计,上海精密科学仪器有限公司;HH-S28S型恒温水浴锅,金坛恒丰仪器厂;722型紫外可见分光光度计,上海佑科仪器仪表;JB90-H型磁力搅拌机,上海精密电子仪器有限公司。

#### 1.2 实验方法

##### 1.2.1 碎米中蛋白质提取

称取适量米粉于烧杯中,根据试验固液比条件加去离子水,混合均匀调节pH值,在预设功率和时间的微波场中进行提取,提取完毕后迅速取出并冷却至室温,然后离心,取上清液进行采用722型分光光度计进行测定,并测出碎米提取液中的蛋白质含量。

##### 1.2.2 碎米及上清液中蛋白质的含量测定

碎米中蛋白质含量采用凯氏定氮法测定，参照 GB5009.5-85。上清液中蛋白质含量的测定采用考马斯亮蓝法，以牛血清蛋白为标准。

### 1.2.3 蛋白质提取率及纯度的计算

大米蛋白提取率 (%) = 上清液蛋白质克数 / 原料中蛋白质克数 \* 100%

### 1.2.4 微波提取碎米蛋白工艺流程

碎米 → 碾粉 → 称量米粉 → 液固比调配 → pH 调整 → 微波场提取 → 离心 → 考马斯亮蓝染色及测定

## 2 结果与讨论

### 2.1 样液 pH 对碎米中蛋白提取率的影响

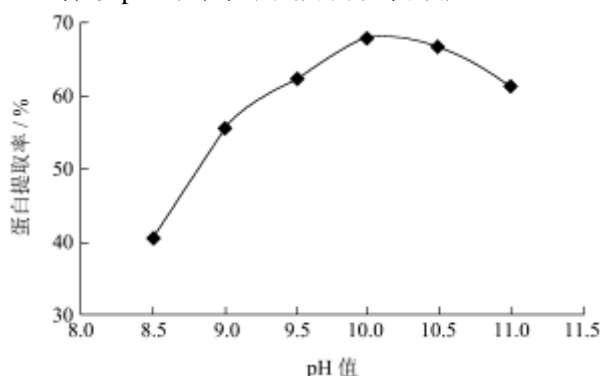


图 1 样液 pH 值对碎米中蛋白提取率的影响

Fig.1 Effect of solution pH values on the protein extraction yield from broken rice

选取 pH 值梯度为 8.5、9、9.5、10、10.5 和 11。提取过程其他条件如下：固液比 1:9、微波功率 390 W、微波时间为 120 s。由图 1 所知，随着 pH 值的升高，碎米中蛋白的提取率也随之增加。碎米中蛋白质与淀粉结合较为紧密，NaOH 溶液作为溶剂可使蛋白和淀粉溶胀，减弱蛋白与淀粉分子内及分子间的作用，另 NaOH 溶液对维系蛋白质分子结构的次级键特别是氢键有破坏作用，此两种作用两种天然生物大分子紧密相互作用的结构疏松化，从而使蛋白质与淀粉分离富集。

### 2.2 微波时间对碎米中蛋白提取率的影响

分别选取 60 s、80 s、100 s、120 s、140 s、160 s 的提取时间进行试验，其他条件为：固液比 1:9、微波功率 390 W、样液 pH 值为 10。由图 2 可知，时间在 60~120 s 内，碎米中蛋白的提取率增加趋势明显，此现象可能由以下原因引起：微波提取过程中除产生热效应外，还伴随非热生物效应，由于提取体系蛋白-多糖-水三相体系中的溶剂水是极性分子，在微波场中因交变电磁场作用而引起强烈的震荡，导致维系原有淀粉蛋白耦合的分子间氢键断裂并使结构破裂，加速了溶剂分子对基质的溶胀渗透和目标提取成分的溶剂

化，因而此过程随时间的增加提取率得以提高。但提取时间增至 120 s 后，提取率不增反减，主要因为过长的微波时间使得淀粉发生糊化，提取溶液体系粘度迅速增加阻止了蛋白质与淀粉的分离所致。

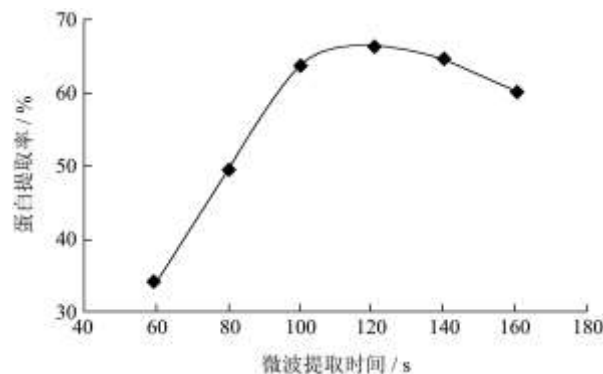


图 2 微波时间对碎米中蛋白提取率的影响

Fig.2 Effect of microwave treatment time on protein extraction yield from broken rice

### 2.3 功率对碎米中蛋白提取率的影响

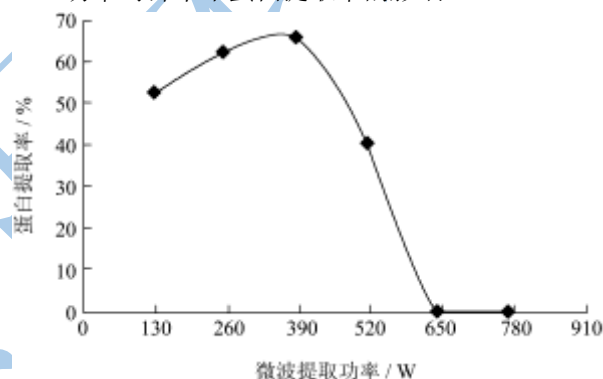


图 3 微波功率对碎米中蛋白提取率的影响

Fig.3 Effect of microwave treatment power on protein extraction yield from broken rice

分别选取 130 W、260 W、390 W、520 W、650 W 和 780 W 进行试验，其他提取条件为固液比 1:9，样液 pH 值为 10，微波时间为 120 s。由图 3 可知，随着微波功率的提高，碎米蛋白提取率也随之增加，到 390 W 时，达到最大为 65.7%，此后，随着微波功率的提高，提取率反而下降，是因为微波功率过高，导致淀粉糊化，粘度增加，蛋白质变性等，使碎米蛋白提取率下降。对比微波时间和微波功率提取碎米中蛋白的变化趋势发现随微波时间或功率的增加引起蛋白提取率的变化趋势非常类似，主因增加功率和延长均可增加震荡扰动效应所致。

### 2.4 固液比对碎米中蛋白提取率的影响

分别选取 1:6、1:7、1:8、1:9、1:10 和 1:11 固液比进行试验，其他条件为：加酶量 1.0% (w/w)，温度 55 °C，pH=7.6，时间 3 h，由图 4 可知随着水量的增加，蛋白的提取率不断增加，当达到 1:9 之后，蛋白

质的提取率提高并不明显。说明此条件能将碎米中蛋白完全浸提，所以，固液比为 1:9 时，提取率达到最佳，此结果主因大米胚乳内部蛋白质与淀粉颗粒的包络结合紧密，适当的固液比更有利于给定微波强度下溶剂进入蛋白淀粉结合体基质内部扩散溶胀，并引起提取率增加所致。

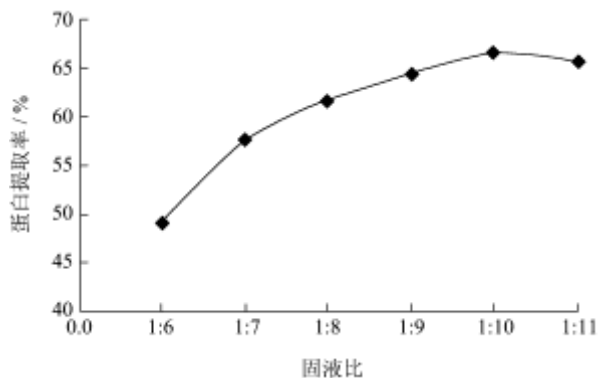


图 4 固液比对碎米中蛋白提取率的影响

Fig.4 Effect of solid to liquid ratio on protein extraction yield from broken rice

### 2.5 正交试验

为了研究不同条件对蛋白提取率的影响和确定最佳蛋白提取工艺，根据以上的单因素实验选择了对提取率影响较大的样液 pH 值、微波功率、微波时间、固液比四个因素水平（表 1），采用  $L_9(3^4)$  正交表进行试验，以蛋白提取率（%）为指标，结果见表 2。

表 1 正交实验水平因素表

Table 1 Orthogonal experimental level factors

水平	A (样液 pH 值)	B (微波时间/s)	C (微波功率/W)	D (固液比)
1	9	100	130	1:8
2	10	120	260	1:9
3	11	140	390	1:10

从极差分析结果可以看出，各因素对蛋白质提取率影响的大小次序是：C微波功率>B微波时间>A料液 pH 值>D固液比。以蛋白质提取率为指标优化的理论最佳提取工艺因素水平组合为  $A_2B_2C_3D_3$ ，即 pH 值为 10、提取时间为 120 s、微波功率为 390 W、液固比 1:10。此条件下碎米蛋白的提取率最高。参照此最佳组合条件实施平行试验，测定出碎米蛋白提取率为 71.2%。

### 3 结论

在碱性条件下利用微波场提取碎米中蛋白实验过程中，发现影响碎米蛋白提取率的主次因素依次为微波功率>微波时间>pH>固液比。通过正交试验优化出微波辅助提取碎米蛋白条件为：pH 值为 10、提取时间为 120 s、微波功率为 390 W、固液比 1:10，该条件下碎米蛋白提取率可达 71.2%。

表 2 微波法提取碎米中蛋白  $L_9(3^4)$  正交试验设计表及结果

Table 2  $L_9(3^4)$  orthogonal experiment results for protein extraction yield with microwave treatment

编号	A	B	C	D	提取率/%
1	1	1	1	1	51.5
2	1	2	2	2	67.1
3	1	3	3	3	67.6
4	2	1	2	3	67
5	2	2	3	1	69.7
6	2	3	1	2	53.9
7	3	1	3	2	62.6
8	3	2	1	3	55.7
9	3	3	2	1	64.6
K1	62.1	60.4	53.7	61.9	
K2	63.5	64.1	66.2	61.2	
K3	61	62	66.6	63.4	
R	2.5	3.7	12.9	2.2	

### 参考文献

- [1] 刘宜锋,翁幸颖,碎米应用开发[M],福建:福建省粮油科学技术研究所,2006
- [2] 阳仲秋,林亲录,刘星等,大米蛋白的提取及其产品开发[J]中国食物与营养,2009,(3):27-29
- [3] 胡旭波.粮食副产品的综合利用[M].武汉:武汉工业学院,1992
- [4] 熊尉杰,吴卫国.大米蛋白的研究进展[J].粮食与油脂,2009,(4)7-9
- [5] 郭兴凤,张娟娟.大米蛋白功能性研究进展[J].粮食与油脂,2008,3:1-3
- [6] 汪园.微波萃取技术在食品工业中的应用[J].中国食品添加剂,2008,6:136-139