

# 大米淘洗过程中 7 种矿物元素损失研究

谢涛, 罗艳\*, 李健, 班雁华, 陈桂奎 (广西壮族自治区分析测试研究中心, 广西南宁 530022)

**摘要** [目的] 研究稻米淘洗次数与微量元素含量关系, 评价大米清洗过程矿物成分损失情况。[方法] 根据稻米的淘洗过程, 测定不同淘洗次数下大米的各种营养成分含量。[结果] 试验得出, 各种营养成分在大米中不是均匀分布的, 在淘洗过程中, 营养成分将不同程度地流失, 且淘洗次数越多, 损失越大。[结论] 大米在淘洗过程中各种营养成分均有不同程度损失, 因此改进大米的加工过程, 生产和食用清洁米, 对于有效保留大米中营养成分具有重要意义。

**关键词** 大米; 淘洗; 微量元素; 流失

中图分类号 S511 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)28-11499-02

## Study on Loss of Seven Mineral Elements during Rice Elutriation Process

XIE Tao et al (Guangxi Center of Analysis and Test Research, Nanning, Guangxi 530022)

**Abstract** [Objective] To study on the relationship between rice elutriation times and mineral element contents, evaluate loss of mineral components during elutriation. [Method] The content of element was determined in different elutriation degree. [Result] The result shows that with the more times to elutriate, the more to lose. [Conclusion] Various nutrients were lost in washing process. So improvement of rice processing, production and consumption of clean rice has significance on effectively retaining nutrient elements in rice.

**Key words** Rice; Elutriation; Mineral elements; Loss

我国是水稻生产和消费大国, 产量居世界第一, 有 60% 的人口以大米为主食。大米中除含有人体必需的基础营养物质外, 还具有丰富的氨基酸、维生素、钙、铁、锌等微量元素<sup>[1-4]</sup>。因此, 稻米在我国人民膳食构成中占有突出的地位。大米无论是煮粥还是做米饭, 一般在烹调前都要淘洗, 但淘洗会造成营养元素的损失, 所以应尽量减少洗米的次数。搓洗的次数越多、洗的水温越高或在水中泡的时间越长, 营养元素的损失就会越多。

笔者利用现代分析仪器设备对市售大米在淘洗中的营养成分损失情况进行测定分析, 将不同清洗程度的大米的微量元素含量进行检验对比, 评价大米淘洗过程中营养成分流失情况, 以探究合理的清洗程度, 并为提高粮食综合利用率提供参考<sup>[5-6]</sup>。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 供试样品为市售大米。主要试剂: 硝酸、盐酸、高氯酸, 均为优级纯。标准溶液均为国家有证标准, 含量为 1 000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 。主要仪器: IRIS Intrepid II XSP 型全谱直读等离子体光谱仪, 美国 Thermo Elemental 公司; CEM 高压密闭微波消解系统, 美国培安公司; Cascada 型超纯水仪, 美国 PALL 公司。

**1.2 仪器工作条件** RF 发生器功率: 1 150 W; 雾化压力: 170 kPa; 积分时间: 短波 5 s、长波 20 s; 积分次数: 2; 观察高度: 14 mm; 冷却气流量: 14 L/min; 辅助气流量: 0.5 L/min; 样品溶液进样速率: 1.8 ml/min。

**1.3 方法** 按照大米食用前淘洗的常规方法, 称量约 50 g 大米, 用 5~10 倍的水量, 分别淘洗 1、2、3 次, 淘洗后的大米经自然晾干粉碎均匀后作为微量元素成分分析用样本。

精密称取 1 g (精确到 0.1 mg) 粉碎后样本于聚四氟乙烯

消化罐内, 加入 (1+1) 硝酸 10 ml、1 ml 双氧水, 于微波炉转盘中, 按预先设定好的消解程序加热消解, 将消解液转移至 50 ml 比色管中, 定容混匀。同时进行空白试验<sup>[7-14]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 微波消解程序选择** 试验分别对淘洗前后大米进行微波消解, 通过多次试验确定了最佳消化条件, 消解程序设置为功率 1 600 W, 压力 0.3 MPa, 温度 120  $^{\circ}\text{C}$  保持 5 min; 功率 1 600 W, 压力 0.6 MPa, 温度 150  $^{\circ}\text{C}$  保持 5 min; 功率 1 600 W, 压力 0.6 MPa, 温度 180  $^{\circ}\text{C}$  保持 15 min 可使样品消解完全。

**2.2 谱线波长确定** 综合考虑线性和准确度等指标, ICP-AES 用于大米样品中矿质元素含量的测定所用谱线波长分别为: Ca (317.9 nm), Fe (259.9 nm), K (766.4 nm), Mg (279.5 nm), Na (589.5 nm), P (253.5 nm), Zn (213.8 nm)。

**2.3 线性与检出限** 以待测元素计数值为纵坐标, 浓度为横坐标, 绘制 7 种元素的标准曲线, 并考察线性相关系数 ( $r$ )。试验得出, 所有元素的  $r$  均大于 0.999 6 (表 1)。

取 11 次测定空白溶液的结果及 3 次平行测定一定浓度各元素标准溶液的结果, 得出 ICP-AES 对 7 种元素的检出限都在 0.003  $\mu\text{g}/\text{L}$  以下。

表 1 7 种元素线性方程、检出限和稳定性 ( $n=11$ )

元素	校正曲线	相关系数	检出限	RSD
			$\mu\text{g}/\text{L}$	%
Ca	$y=3\ 782.6x+384.0$	0.999 8	0.003 0	1.3
Fe	$y=1\ 235.2x+1\ 431.4$	0.999 8	0.001 0	1.6
K	$y=438.76x+2.015\ 6$	0.999 9	0.001 0	1.9
Na	$y=315.37x+286.90$	0.999 8	0.000 1	2.0
Mg	$y=789.74x+85.278$	0.999 6	0.000 2	2.2
P	$y=780.03x+101.87$	0.999 8	0.001 0	2.6
Zn	$y=203.35x+57.189$	0.999 9	0.003 0	3.0

**2.4 精密度与回收率** 以淘洗前大米和 1 次淘洗后大米为代表考察加标回收率。在样品中加入标准溶液, 按样品处理方法进行消解与测定, 平行试验 7 次。各元素的加标回收率

**作者简介** 谢涛 (1966-), 男, 广西柳州人, 高级工程师, 从事无机检测分析与食品安全研究。\* 通讯作者, E-mail: luoyan915@126.com。

**收稿日期** 2013-09-18

和相对标准偏差见表2。

表2 各元素的回收率和精密度试验

元素	RSD//%		回收率//%	
	淘洗前	1次淘洗后	淘洗前	1次淘洗后
Ca	2.6	2.1	96.6	102.1
Fe	2.8	2.9	96.8	101.6
K	3.1	2.4	95.6	102.6
Na	2.5	1.9	97.8	98.2
Mg	3.9	3.5	93.6	92.8
P	2.8	2.0	98.1	101.3
Zn	3.6	3.8	102.8	96.6

2.5 清洗次数对微量元素含量的影响 稻谷在加工过程中,上述7种元素均有明显的流失(表3),为了比较和分析稻谷在加工过程中微量元素流失变化的规律,把大米清洗前后微量元素流失率相比较,见表4。

表3 不同清洗次数微量元素含量 mg/kg

处理	Ca	Fe	Zn	K	Na	Mg	P
清洗前大米	123.0	16.6	5.2	1 260	30.0	548	1 180
1次清洗米	62.3	11.1	3.7	1 190	23.8	489	1 110
2次清洗米	59.0	10.1	2.0	878	21.1	373	992
3次清洗米	55.5	10.0	1.8	827	18.9	370	902

表4 不同清洗次数微量元素的流失率 %

处理	Ca	Fe	Zn	K	Na	Mg	P
1次清洗米	49.3	33.1	28.8	5.6	20.7	10.8	5.9
2次清洗米	52.0	39.2	61.5	30.3	29.7	31.9	15.9
3次清洗米	54.9	39.8	65.4	34.4	37.0	32.5	23.6

结果表明,大米在淘洗中各种微量元素均有损失,清洗次数越多,损失越大。经过3次淘洗后,微量元素损失约5%~65%。同样的清洗过程导致的流失率随元素而异,这是由于各种微量元素在稻谷中的分布不一致的原因。

### 3 讨论

大米在淘洗过程中各种营养元素均有不同程度的损失,从食品、营养与健康的角度来说,是一个极大的浪费,尤其K

和P在大米中的含量非常丰富,是对人体十分有益的成分。目前在人们追求精细食物的同时,往往忽略了对营养元素的需求,导致各种疾病的发生。因此,改进大米的加工过程,生产清洁米,让人们在食用前可不经淘洗,尽量减少营养元素的流失是大米加工工艺的一个重要研究课题,对于有效地保留大米中营养元素具有重要意义。

### 参考文献

- [1] 王瑞元,朱永义,谢健,等.我国稻谷加工业现状与展望[J].粮食与饲料工业,2011(3):1-5.
- [2] 南京中医药大学.中药大辞典[K].上海:上海科技出版社,2006.
- [3] 刘化,王辉.稻谷的生产和加工技术[J].粮食与饲料工业,2011(5):28-30.
- [4] 姚惠源.粮食加工科学与技术发展研究[J].粮食与饲料工业,2011(5):1-6.
- [5] 符文英,陈俊.稻米营养品质研究综述[J].海南大学学报:自然科学版,1997(15):70-71.
- [6] 陆勤丰.大米营养强化工艺研究[J].粮食加工,2007,32(6):40-43.
- [7] 应波.微波消解 ICP-MS 测定粮食、蔬菜中 8 种元素[J].卫生研究,2007,36(4):495-497.
- [8] 杨丽君,刘敏,贾树松.微波消解与 ICP-AES 联用测定果汁中 8 种元素[J].预防科学论坛,2007,9(13):823-825.
- [10] 陈国友.微波消解 ICP-MS 法同时测定蔬菜中 14 种元素[J].分析测试学报,2007,26(5):742-745.
- [11] MEI E W,JIANG Z C,LIAO Z H. Determination of trace amounts of rare earth and other elements in rice samples by ICP-AES with sample introduction by tungsten-coil electrothermal vaporization[J]. Fresenius' J Analytical Chemistry,1992,344(1/2):54-58.
- [12] 诸堃,王君.微波消解-ICP-AES/ICP-MS 测定大米中微量元素[J].光谱实验,2010,36(1):54-56.
- [13] 文国英,苏效东.建立饮用水痕量汞和砷的微波消解 ICP-AES 测定法[J].青海医学院学报,2010,31(1):56-58.
- [14] 孙建刚,何松涛.微波消解 ICP-AES 法测定测定铁矿 P 和 S[J].光谱实验室,2002,19(5):654-657.
- [15] LI Y F,HE Y,ZOU Z H. Bioinformatics analysis on B cell epitopes of Rice Allergen RAG1[J]. Agricultural Science & Technology,2012,13(2):304-306.
- [16] 林静,孙宝霞,方先文,等.富含抗性淀粉稻米淀粉特性研究[J].华北农学报,2013(1):58-61.
- [17] 盛志佳,林亲禄,肖华西.大米淀粉的提取及纯化方法研究[J].湖南农业科学,2011(7):80-84.

(上接第 11460 页)

气象台的指导预报以及综合分析,结合当地的气象要素演变,作出望谟未来 24 h 多云转阴有雷阵雨、雨量大到暴雨、部分乡镇有暴雨的预报。并于 17:30 前制作暴雨专题预报报送县委、县政府等有关部门和领导,同时通过手机短信、传真等方式向公众及相关部门发布。天气实况是望谟县国家基本气象站 10 日 20:00~11 日 20:00 降雨量 73.6 mm;全县 17 个乡镇除昂武乡降大雨外其余 16 个乡镇均普降暴雨,其中有 5 个乡镇降大雨,以蔗香乡的降雨量 114.3 mm 为最大。此次暴雨预报准确及时服务到位,预报与服务均很成功。

### 5 小结

(1)这次暴雨天气过程主要是由于 850 hPa 低涡切变及地面辐合线与西南低空急流共同影响造成的。

(2)暴雨产生前望谟处于西南低空急流西北侧与 850 hPa 低涡切变南部的范围内,这对预报望谟暴雨具有指示性。

(3)在西南低空急流与贵州西北面的低涡切变的影响系统配置下各种物理量场指标与望谟暴雨的关系如何有待进

一步研究。

### 参考文献

- [1] 陶诗言.中国之暴雨[M].北京:科学出版社,1980:51-64.
- [2] 陈晓燕,李莉群,张辉,等.黔西南州“6.25”大暴雨天气分析[J].广西气象,2006,27(S3):20-33.
- [3] 金巍,曲岩,姚秀萍,等.一次大暴雨过程中低空急流演变与强降水的关系[J].气象,2007,33(12):31-38.
- [4] 万雪丽,杨静.低空急流对贵州夏季暴雨的作用分析[J].贵州气象,2007,31(3):16-18.
- [5] 池再香,白慧,黄红,等.夏季黔东南州局地暴雨与西太副高环流的关系[J].高原气象,2008,27(1):176-182.
- [6] 孙旭东,杨静,万雪丽.与低空急流相伴的一次暴雨天气过程诊断分析[J].广西气象,2006,27(S3):7-8.
- [7] 陈习伦,何依遥,谭猛,等.贵州省 2011 年 5 月 11 日暴雨天气过程分析[J].贵州气象,2012,36(3):19-23.
- [8] 凌燕,蒙涛,顾欣,等.高低空急流对黔东南地区一次强对流天气作用分析[J].贵州气象,2007,31(5):6-9.
- [9] 张文龙,董剑希,王昂生,等.中国西南低空急流和西南低层大风对比分析[J].气候与环境研究,2007,12(12):199-210.
- [10] 李登文,杨静,乔琪.2006-06-13 贵州省望谟县大暴雨的诊断分析[J].南京气象学院学报,2008,31(4):511-519.
- [11] 许美玲,段旭,孙绩华,等.与低空急流相伴的暴雨天气诊断分析[J].云南大学学报:自然科学版,2004,26(4):320-324.
- [12] 成秋影.天气诊断分析[M].北京:北京气象学院,1987:33-132.
- [13] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理和方法[M].北京:气象出版社,2000:420-638.