

苦荞米与苦荞粉加工中营养成分的评价及利用

左光明¹, 谭斌², 王金华³, 秦礼康^{1,*}

(1. 贵州大学生命科学学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 国家粮食局科学研究院, 北京 100037;
3. 安顺学院, 贵州 安顺 561000)

摘要: 苦荞米与苦荞粉加工中各组分主要营养功能性成分的对比分析结果表明, 传统制粉工艺中, 营养功能性成分主要富集于麸皮, 蛋白质和黄酮含量分别高达 23.88% 和 6.58%, 但利用率仅为 34.57% 和 13.65%, 而按蒸谷米工艺加工的苦荞香米和全营养苦荞米, 其营养成分含量显著($p < 0.01$)高于苦荞粉, 蛋白质和黄酮的利用率可达 78.95%~89.58% 和 66.44%~77.78%, 同时还形成了较多的抗性淀粉, 含量分别为 4.68% 和 6.84%。因此, 苦荞米比苦荞粉具有更佳的营养价值和保健功能。

关键词: 苦荞; 苦荞米; 苦荞粉; 营养功能成分

Direction and Utilization Evaluation of Nutritional and Functional Components in Processing of Tartary Buckwheat Rice and Flour

ZUO Guang-ming¹, TAN Bin², WANG Jin-hua³, QIN Li-kang^{1,*}

(1. College of Life Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037, China; 3. Anshun University, Anshun 561000, China)

Abstract: Tartary buckwheat rice and traditionally milled flour as well as the processing by-products were analyzed for their main nutritional and functional components and the utilization ratios of these components in the two tartary buckwheat products were evaluated. The results showed that in the milling processing, the nutritional and functional components were mainly concentrated in the tartary buckwheat bran, and the contents of protein and flavonoids were 23.88% and 6.58%, respectively, while their utilization ratios were only 34.57% and 13.65%, respectively. The tartary buckwheat rice obtained by producing technique of parboiled rice significantly contained more nutritional and functional components than tartary buckwheat flour ($p < 0.01$), the utilization ratios of protein and flavonoids of which reached 78.95% - 89.58% and 66.44% - 77.78%, respectively, meanwhile a large amount of resistant starch was produced in the processing of two tartary buckwheat rices (water soaking and wetting were adopted in the processing respectively), accounting for 4.68% and 6.84%. These results demonstrate that tartary buckwheat rice is superior to tartary buckwheat flour in nutritional value and health care function.

Key words: tartary buckwheat; tartary buckwheat rice; tartary buckwheat flour; nutritional and functional components
中图分类号: R151.3 文献标识码: A 文章编号: 1002-6630(2009)14-0183-05

荞麦, 又名乌麦、三角麦, 属双子叶蓼科(Polygonaceae)荞麦属(*Fagopyrum* Mill)^[1]。它主要分布在东亚和欧美, 前苏联种植最多, 占世界种植面积的60%。我国也是荞麦生产大国, 面积和产量均居世界第二位, 是世界上最大的荞麦出口国, 南方和北方都有

种植。甜荞主要分布在内蒙古、甘肃、山西等省; 苦荞主要分布在西南地区的云南、四川、贵州等省, 尤其是贵州与四川(凉山)是两个最集中的产区。

苦荞麦作为一种重要的农作物, 具有很多其他农作物无法比拟的优点, 现在已经越来越受到食品营养界的

收稿日期: 2008-11-19

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划子项目(2006BAD02B01-08); 六盘水市科技局项目(52020-07-008);

贵州省委组织部“科技兴村行动”计划项目(Z083176); 贵州大学研究生创新基金项目(校研农 2007010)

作者简介: 左光明(1981-), 男, 硕士研究生, 研究方向为食品质量与安全控制。E-mail: 0701311@163.com

* 通讯作者: 秦礼康(1965-), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品营养与安全。E-mail: likangqin@126.com

广泛关注。苦荞麦风味独特、营养价值高,并且具有很好的保健食疗作用,被誉为“长寿食品”,并且已经得到广泛应用。据《本草纲目》记载,苦荞麦有益气力、利耳目、降气、宽肠、健胃等功效,能治疗痢疾、咳嗽、水肿、喘息、烧伤等疾病^[2]。

现代分析及研究结果表明苦荞麦有很高的营养价值和药用价值,不仅含有人体所需的多种营养成分,而且含有较多的芦丁、苦味素及部分抗性淀粉等活性成分,芦丁、苦味素具有明显的降血糖、降血脂作用,对轻型糖尿病有特殊疗效,抗性淀粉对人体的生理功能主要体现在预防直肠癌和肠道疾病、控制体重、防止糖尿病、降低总胆固醇与三酸甘油酯含量、促进维生素与矿物质的吸收等^[3-4]。近年来,荞麦蛋白的生理功能也逐渐引起许多学者的关注,如降低血液胆固醇^[5-6]、阻止7,12-二甲苯蒽诱发的乳腺癌^[7]、抑制胆结石的形成^[8]、抗衰老^[9]等,国际谷物科技学会(International Association for Cereal Science and Technology, ICC)把荞麦称之为一种新的潜在的颇具开发前景的功能性食品配料。

本实验旨在对比分析和评价新开发的苦荞米和传统苦荞粉中主要营养、功能性成分的流向及利用,从而为苦荞产业化开发和高值化的综合利用提供科学依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

苦荞为贵州威宁产新鲜籽粒;传统苦荞粉和苦荞香米 贵州六枝特区雾峰天然食品厂;全营养苦荞米根据文献^[10]按蒸谷米工艺制备。

3,5-二硝基水杨酸 国药集团化学试剂有限公司;高温 α -淀粉酶 山东隆大生物工程有限公司;淀粉葡萄糖苷酶(AMG) Megazyme 公司;胃蛋白酶 Solarbio 公司;黄酮标样(芦丁) 南京替斯艾么中药技术研究所;其他化学试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

恒温摇床 金坛市杰瑞尔电器有限公司;UV-7502PC紫外可见分光光度计 上海欣茂仪器有限公司;CGX-1电脑恒温析柜 上海沪西分析仪器厂有限公司;pH值电脑测试笔 HANNA 仪器有限公司;数显电子恒温水浴锅 天津市泰斯特仪器有限公司;LD4-2型离心机 北京医用离心机厂。

1.3 方法

1.3.1 苦荞粉、苦荞米加工工艺

苦荞粉加工工艺:苦荞→去杂→脱壳(去荞壳)→几道碾磨、筛分→分别取荞麸、荞粉和胚芽。

苦荞香米加工工艺:苦荞→浸洗(去杂)→沥干→烘干→脱壳(去荞壳)→精碾→苦荞香米。

全营养苦荞米加工工艺:苦荞→精选(去杂)→浸

渍^[10]→加压汽蒸→烘干→脱壳(去荞壳)→精碾→全营养苦荞米。

浸洗(去杂):将苦荞籽粒按液比1:5~1:10(g/ml)放入清水中,除去上浮的杂质及不饱满的籽粒,并浸泡6~8h。

浸渍:将用风力去杂后的苦荞籽粒按液比1:1(g/ml)放入清水中,直到清水被苦荞籽粒吸干^[10]。

加压汽蒸:将浸渍后的苦荞籽粒放入压热反应器中在130℃条件下进行高温蒸煮60min^[10]。

1.3.2 营养成分测定

粗蛋白质:参考GB/T5009.5—2003;粗脂肪:参考GB/T 5512—85;灰分含量:参考GB/T5505—85;水分:参考GB/T5497—1985;碳水化合物:根据文献^[11]、^[12]报道的“差值法”,按下式进行计算。

$$\text{碳水化合物}(\%) = \left(1 - \frac{\text{水分} + \text{蛋白} + \text{脂肪} + \text{灰分}}{\text{样品质量}}\right) \times 100$$

1.3.3 主要功能成分的测定

1.3.3.1 黄酮测定^[13-15]

精密称取芦丁标准品50mg(在120℃干燥至恒重)至50ml容量瓶,加无水乙醇使其溶解,用30%乙醇溶液定容。准确量取芦丁标准液0.00、0.10、0.20、0.30、0.40、0.50ml分别置于10ml容量瓶中,用30%乙醇溶液定容,在波长510nm处测定其吸光度,制作标准曲线。

将待测样品置于碾钵中碾碎,精密称量样品粉末1.000g(100目)置入三角瓶中,按液比1:15(m/V)加入75%乙醇,在85℃水浴中浸提2h,离心,收集上清液,再加溶剂于残渣,继续提取,重复4次,最后混合上清液,用溶剂定溶于100ml容量瓶,再量取提取液5ml置于50ml容量瓶中,用溶剂稀释至刻度。取稀释液、蒸馏水各1ml于10ml刻度试管,加入蒸馏水4ml,然后加入5%亚硝酸钠溶液0.3ml,振荡摇匀,放置10min。加入10%硝酸铝溶液0.3ml,摇匀,再放置10min。加入4%氢氧化钠溶液4ml,用蒸馏水稀释至刻度,摇匀,放置15min。取澄清的溶液于波长510nm处测定吸光度,以未加样品的试剂为空白对照,其计算公式如下:

$$X(\%) = \frac{m \times n}{M \times 1000} \times 100$$

式中: m 为查曲线所得黄酮含量(mg); M 为待测样品干基的质量(g); n 为样品提取液测定时稀释的倍数, $n=20$ 。

1.3.3.2 抗性淀粉测定

准确称取 80℃ 烘干至恒重的分析纯葡萄糖 100mg 于 100ml 容量瓶中, 用蒸馏水稀释至刻度。准确量取 0.0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2ml 分别置于 20ml 容量瓶中, 蒸馏水定容, 在波长 510nm 处测定其吸光度, 按照 3,5-二硝基水杨酸法测还原糖含量并制作标准曲线。

抗性淀粉测定参照 Goni 法^[16]并进行适当改进, 具体步骤如下: 称取待测样品粉末 1.000g(100 目), 加入 10ml HCl-KCl 缓冲溶液(pH1.5)和 10mg 胃蛋白酶, 40℃ 保持 60min(不断振荡), 自然冷却至室温; 用 2mol/L HCl 和 0.5mol/L NaOH 调 pH6.0~6.4, 加入 1ml 耐热 α-淀粉酶溶液, 95℃ 恒温 30min(不断振荡), 冷却至室温; 调整 pH4.0~4.5 后, 加入 1ml 淀粉葡萄糖苷酶工作液, 60℃ 保持 60min(不断振荡), 自然冷却至室温, 加 4ml 95% 乙醇, 混合均匀, 离心(4000r/min, 30min), 弃去上清液, 醇洗重复 3 次; 将沉淀物溶解于 4mol/L KOH 溶液中, 用盐酸溶液调 pH4.0~4.5 后, 加入 1ml 淀粉葡萄糖苷酶工作液, 60℃ 恒温 60min(不断振荡), 4000r/min 离心, 30min, 收集上清液, 同时作淀粉葡萄糖苷酶工作液空白实验。对沉淀物至少水洗 3 次, 离心后合并上清液, 用蒸馏水定容至 100ml, 然后用 3,5-二硝基水杨酸法测还原糖, 乘以 0.9, 即为抗性淀粉(resistant starch, RS)质量。

$$RS(\%) = \frac{(A_1 - A_0) \times V_0 \times 0.9}{V_i \times M \times 1000} \times 100$$

式中: A_1 为查曲线所得样品还原糖含量(mg); A_0 为查曲线所得空白葡萄糖苷酶工作液还原糖含量(mg); V_0 为提取液总体积(ml); V_i 为测定时取用液($V_i=20ml$); M 为测样干基质量(g)。

1.3.4 苦荞加工后各组分得率计算方法

$$X(\%) = \frac{m}{M - N} \times 100$$

式中: X 为加工后的相应组分得率; m 为加工后得到相应组分的质量(kg); M 为加工前苦荞总质量(kg); N 为加工前苦荞含杂质质量分数(%)。

1.3.5 营养成分利用率计算方法

$$X(\%) = \frac{m \times n}{M} \times 100$$

式中: X 为加工后得到相应组分营养成分利用率; m 为加工后得到相应组分营养成分百分含量; n 为加工后各组分得率; M 为加工前苦荞籽粒营养成分百分含量。

1.3.6 统计分析

数据采用 SPSS11.5 统计软件进行差异性分析。

2 结果与分析

2.1 芦丁、葡萄糖标准曲线的绘制

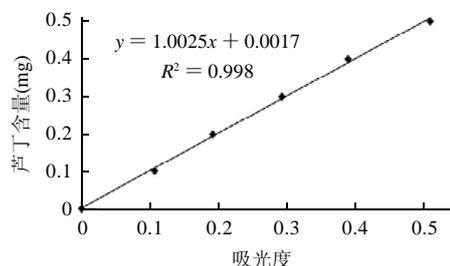


图1 芦丁标准曲线

Fig.1 Standard curve for total flavonoids determination with rutin as reference substance

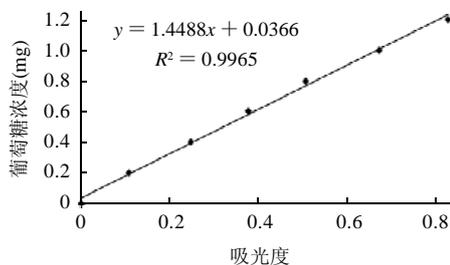


图2 葡萄糖标准曲线

Fig.2 Standard curve for glucose determination

芦丁、葡萄糖标准曲线见图 1、2, 其回归方程分别为 $y = 1.0025x + 0.0017$ ($R^2 = 0.998$) 和 $y = 1.4488x + 0.0366$ ($R^2 = 0.9965$)。

2.2 苦荞粉、苦荞香米和全营养苦荞米加工中营养成分的流向分布分析资料表明, 苦荞富含的蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质以及黄酮等营养功能性成分在籽粒中的分布极不均匀。表 1 结果显示, 经传统制粉加工后, 产品组分主要为荞粉、胚芽、荞麸和荞壳, 得率分别为 43.88%、4.71%、16.00% 和 31.76%。从营养功能性成分在各组分的相对含量或流向分布来看, 除苦荞粉和胚芽中黄酮含量差异不显著外, 其他成分在不同组分中的含量差异均达到极显著水平($p < 0.01$)。其中, 碳水化合物和天然抗性淀粉在荞粉组分中含量分布最高, 分别为 70.07% 和 3.82%; 脂肪主要富集于胚芽中, 含量达 6.83%; 蛋白质和黄酮在苦荞麸皮中含量最高, 分别为 23.88% 和 6.58%, 分别高出苦荞粉的 154.15% 和 854.45%, 可作为蛋白质和黄酮提取的主要原料, 具有极佳的高值化开发前景。

从表 2 和表 3 结果可看出, 在厂家的苦荞香米加工工艺中, 可食用的香米产品得率达 63.65%, 且较大限度地保留了苦荞籽粒中的营养、功能性成分, 其中蛋白质和碳水化合物含量分别为 14.82% 和 70.12%, 黄酮

表1 苦荞传统制粉中各组分得率及主要营养成分的含量(%, 以干基计)

Table 1 Contents of nutritional and functional components in tartary buckwheat flour and various by-products (%)

组分	组分得率(%)	粗蛋白	粗脂肪	碳水化合物	灰分	总黄酮	抗性淀粉
籽粒	100	11.96 ± 0.08 ^a	2.19 ± 0.08 ^a	67.22 ± 0.12 ^a	1.82 ± 0.02 ^a	2.22 ± 0.08 ^a	2.16 ± 0.09 ^a
荞壳	31.76	2.71 ± 0.06 ^b	—	—	1.98 ± 0.01 ^b	1.61 ± 0.09 ^b	—
荞粉	43.88	9.41 ± 0.07 ^c	2.67 ± 0.09 ^b	70.07 ± 0.16 ^b	0.66 ± 0.00 ^c	0.69 ± 0.07 ^c	3.82 ± 0.05 ^b
胚芽	4.71	18.82 ± 0.08 ^d	6.83 ± 0.11 ^c	55.80 ± 0.18 ^c	1.31 ± 0.01 ^d	0.45 ± 0.05 ^c	0.85 ± 0.06 ^c
荞麸	16.00	23.88 ± 0.18 ^e	3.30 ± 0.09 ^d	52.36 ± 0.04 ^d	4.24 ± 0.05 ^e	6.58 ± 0.33 ^d	—

注: 数据为样品的“平均值±标准差”; 同一列中字母不同者为差异极显著($p < 0.01$)。下同。

表2 苦荞香米加工中各组分得率及主要营养及功能成分含量(%, 以干基计)

Table 2 Contents of nutritional and functional components in tartary buckwheat rice (water soaking) and various by-products (%)

组分	组分得率(%)	粗蛋白	粗脂肪	碳水化合物	灰分	总黄酮	抗性淀粉
浸洗籽粒	100	11.37 ± 0.07 ^a	2.18 ± 0.06	74.34 ± 0.15	1.81 ± 0.03 ^a	2.20 ± 0.10 ^a	3.15 ± 0.14
荞壳	30.59	2.30 ± 0.07 ^b	—	—	1.95 ± 0.07 ^a	1.56 ± 0.06 ^b	—
苦荞香米	63.65	14.82 ± 0.08 ^c	3.05 ± 0.14	70.12 ± 0.01	1.73 ± 0.07 ^b	2.31 ± 0.11 ^a	4.68 ± 0.17
麸粉	5.76	—	—	—	—	—	—

表3 全营养苦荞米加工中各组分得率及主要营养及功能成分含量(%, 以干基计)

Table 3 Contents of nutritional and functional components in tartary buckwheat rice (water wetting) and various by-products

组分	组分得率(%)	粗蛋白	粗脂肪	碳水化合物	灰分	总黄酮	抗性淀粉
浸渍籽粒	100	11.74 ± 0.07 ^a	2.18 ± 0.06	75.43 ± 0.15	1.82 ± 0.03 ^a	2.21 ± 0.10 ^a	4.72 ± 0.11
荞壳	29.84	2.28 ± 0.07 ^b	—	—	1.95 ± 0.07 ^b	1.51 ± 0.06 ^b	—
全营养苦荞米	66.52	15.70 ± 0.10 ^c	3.10 ± 0.07	70.63 ± 0.22	1.74 ± 0.06 ^a	2.53 ± 0.06 ^c	6.84 ± 0.05
麸粉	3.64	—	—	—	—	—	—

和抗性淀粉含量分别为2.31%和4.68%, 同时因香米加工中胚芽损失少, 粗脂肪含量较高(3.05%)。在实验室的全营养苦荞米制备工艺中, 可食用的全营养苦荞米产品得率为66.52%, 其营养、功能性成分的保留相对香米有所提高, 蛋白质和黄酮含量分别为15.70%和2.53%, 抗性淀粉含量达6.84%。

2.3 全营养苦荞米、苦荞香米和苦荞粉加工中营养成分的利用率对比

表4 全营养苦荞米、苦荞香米和苦荞粉主要营养成分利用率
Table 4 Utilization ratios of nutritional and functional components in tartary buckwheat flour and two tartary buckwheat rices

加工产品	功能成分利用率(%)				
	粗蛋白	粗脂肪	碳水化合物	灰分	黄酮
苦荞粉	34.57	53.70	45.76	15.85	13.65
苦荞香米	78.95	88.88	60.08	60.58	66.44
全营养苦荞米	89.58	96.72	63.86	65.10	77.78

因加工工艺不同, 全营养苦荞米、苦荞香米和苦荞粉对各种营养、功能成分的利用率各异(表4)。与苦荞粉加工相比, 苦荞香米加工中各种营养、功能成分的利用率均大幅提高, 尤其全营养苦荞米中粗蛋白、粗脂肪、碳水化合物、灰分和黄酮的利用率分别从苦荞粉的34.57%、53.70%、45.76%、15.85%和13.65%提高到89.58%、96.72%、63.86%和77.78%, 这可能是

因为: 全营养苦荞米在苦荞香米工艺的基础上将浸洗改为浸渍, 不仅有利于促使外层水溶性成分随水分的内渗而向籽粒内部迁移, 而且最大限度减少了苦荞籽粒在吸水过程中成分的外渗, 同时增加的汽蒸工艺和进行的干燥工艺参数优化, 更有利于淀粉充分糊化, 促使抗性淀粉的生成, 提高抗性淀粉含量。因此, 全营养苦荞米和苦荞香米加工是一种苦荞食用的新工艺。

3 结论

3.1 因苦荞主要营养及功能成分主要集中在籽粒外皮层, 经传统制粉加工后, 蛋白质、矿物质、黄酮等营养及功能性成分大量集中于荞麸, 利用率较低。荞粉除了碳水化合物含量较高(70.07%)外, 其他营养及功能性成分含量显著($p < 0.01$)低于荞麸。

3.2 按蒸谷米工艺加工的全营养苦荞米和香米, 有效达到富集营养及功能成分的目的。全营养苦荞米在香米加工工艺基础上增加了汽蒸工艺, 并通过汽蒸、干燥等工艺参数优化, 富集苦荞有效成分的效果优于香米, 抗性淀粉的生成量也高于香米。

参考文献:

- [1] 林汝法. 中国荞麦[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 97-104.
- [2] 荞麦. 小米营养成分的开发和利用[J]. 粮油食品科技, 1998(1): 12-13.
- [3] RANHOTRA G S, GELROTH J A, GLASER B K. Energy value of

- resistant starch[J]. Food Sci, 1996, 58(3): 642-643.
- [4] HARALAMPU S G. Resistant starch: a review of the physical properties and biological impact of RS3[J]. Carbohydrate Polymers, 2000, 41(3): 285-292.
- [5] KAYASHITA J. Consumption of buckwheat protein lowers plasma cholesterol and raises fecal neutral sterols in cholesterol-fed rats because of its low digestibility[J]. J Nutr, 1997, 127: 1395-1400.
- [6] TOMOTAKE H. Stronger suppression of plasma cholesterol and enhancement of the fecal excretion of steroids by a buckwheat protein product than by a soy protein isolate in rats fed on a cholesterol-free diet [J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2001, 65(6): 1412-1414.
- [7] KAYASHITA J. Consumption of a buckwheat protein extract retards 7, 12-dimethylbenz[α] anthracene-induced mammary carcinogenesis in rats[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 1999, 63(10): 1837-1839.
- [8] TOMOTAKE H. A buckwheat protein product s suppression gallstone formation and plasma cholesterol more strongly than soy protein isolate in hamsters [J]. J Nutr, 2000, 130(7): 1670-1674.
- [9] 张政. 苦荞蛋白复合物的营养成分及其抗衰老作用的研究[J]. 营养学报, 1999, 21 (2) : 159-162.
- [10] 左光明, 谭斌, 秦礼康. 全营养苦荞米抗性淀粉形成的工艺参数优化[J]. 食品科学, 2008, 29(9): 130 -134.
- [11] SHIMELIS E A , RAKSHIT S K. Proximate composition and physico-chemical properties of improved dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in Ethiopia[J]. Lebensm-Wiss U -Technol, 2005, 38(4): 331-338.
- [12] LIM B T, DeMAN J M, DeMAN L, et al. Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics: calcium sulfate coagulant [J]. Journal of Food Science, 1990, 55(4): 1088-1111.
- [13] 莫开菊, 程超, 黄鹏, 等. 生姜黄酮提取纯化及结构的初步鉴定[J]. 食品科学, 2005, 26(9): 229-233.
- [14] 李洪雄, 彭晓春, 蒋剑波, 等. 银杏根中黄酮类化合物的提取与含量的测定[J]. 吉首大学学报: 自然科学版, 2004, 23(3): 56-58.
- [15] GB/T 20574 — 2003 蜂胶中总黄酮含量的测定方法 分光光度法[S].
- [16] GOÑIA I, GARCÍA-DIJA L, MAÑAS B E, et al. Analysis of resistant starch: a method for foods and product[J]. Food Chemistry, 1996, 56(4): 445-449.