

中式烹饪对马铃薯中抗性淀粉及主要营养物质的影响

孟天真, 闫永芳, 赵春江, 叶兴乾*

(浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 浙江杭州 310058)

摘要:研究了不同烹饪方式对马铃薯中的抗性淀粉及主要营养物质含量的影响,为科学评价居民膳食营养状况与选择合理的烹饪方法提供理论依据。将马铃薯清洗、去皮、切割,以炒、烧、炸、蒸、焯的方式进行烹饪,采用Akerberg AKE法测定烹饪前后马铃薯中抗性淀粉的含量变化、计算保留因子,采用国标方法分析烹饪前后马铃薯中总淀粉、蛋白质、脂肪、水分的含量变化。马铃薯经烹饪处理后,抗性淀粉含量均显著下降,其中经炒、烧处理后,抗性淀粉保留因子较高,分别为34%、30%,而经炸、蒸、焯处理后保留因子较低,其中焯制后保留因子最低,为24%;不同烹饪处理后,马铃薯的总淀粉、蛋白质含量均表现出不同程度的下降,水分、脂肪含量并没有表现出一致的下降趋势。结果表明,马铃薯经不同烹饪处理后,抗性淀粉、总淀粉、蛋白质、脂肪、水分等含量均发生变化,并且经不同烹饪方法处理后,含量变化又有很大的差异。

关键词:中式烹饪,马铃薯,抗性淀粉,营养物质

Effect of Chinese cooking on the resistant starch and other main nutrient elements in potatoes

MENG Tian-zhen, YAN Yong-fang, ZHAO Chun-jiang, YE Xing-qian*

(College of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract: The contents of resistant starch and other main nutrients in potatoes before and after five Chinese cooking methods (stir-frying, stewing after frying, deep-frying, steaming and boiling) were investigated, which provided theory evidences for Chinese residents to evaluate their daily diet nutritions and to select the right cooking methods. The potatoes were washed, pared off and sliced into pieces before cooking. The content of resistant starch was determined by Akerberg A K E method, while the quantities of starch, protein, fat and water were evaluated using GB methods. The results showed that the content of resistant starch in potatoes decreased greatly after all of the cooking methods. For the methods of stir-frying and stewing after frying the reserve factors of resistant starch were high, 34% and 30% respectively. However, in boiling procedure, the resistant starch degraded much more and the reserve factor was only 24%. The contents of total starch and protein in potatoes after cooking both decreased compared with the fresh potatoes, whereas the concentration changes of water and fat were not in the same rules with starch and protein.

Key words: Chinese cooking; potato; resistant starch; nutrients

中图分类号: TS235.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)11-0086-04

马铃薯又名土豆、山药豆、洋番薯等,是茄科茄属多年生块茎草本植物,主要生长在北纬35~50°、光照强、昼夜温差大、气候冷凉的沙质土壤带。我国马铃薯资源丰富,年产量约6000万t,是我国居民日常膳食中消费最多的食物之一。马铃薯营养价值很高,含有丰富的可消化淀粉、抗性淀粉、蛋白质、脂肪等多种营养成分^[1]。抗性淀粉(Resistant Starch, RS)是指摄食后不被健康人体小肠消化吸收的那部分淀粉及

其降解产物的总称^[2]。RS目前还没有无化学上的明确分类,大多根据淀粉的来源将抗性淀粉主要分为4类,即RS1(物理包埋淀粉, Physically Trapped Starch)、RS2(抗性淀粉颗粒, Resistant Starch Granules)、RS3(回生淀粉, Retrograded Starch)和RS4(化学改性淀粉, Chemically Modified Starch)^[3]。RS是由结晶区和无定形区组成,结晶区主要由直链淀粉双螺旋相互叠加构成,可以阻止淀粉酶靠近,并阻止淀粉酶活性基因中的结合部位与淀粉分子结合,导致淀粉不能完全被淀粉酶作用,从而产生淀粉的抗酶解性。RS被视为膳食纤维,但是与膳食纤维的功能仍有些不同,它对人体健康具有更加广泛的作用。RS不能在小肠内消化吸收,但是可以在大肠内被肠道微生物发酵,产生

收稿日期: 2011-09-26 * 通讯联系人

作者简介: 孟天真(1986-),女,硕士研究生,研究方向:食品加工工程。

基金项目: 国家科技支撑计划(2008BAD91804);浙江省重大科技计划(2010C12012);中央高效基本科研业务费专项(KYJD09033)。

短链脂肪酸和CO₂等气体,可以维持肠道的酸性环境,也促进了毒素的排出,可以有效预防便秘、肠炎、痔疮和结肠癌的发生。食用高RS含量的食物还能够降低人体餐后血糖和胰岛素应答,提高人体对胰岛素的敏感性;可以有效降低人体血清中的胆固醇和甘油三酯的含量;也能够促进人体对钙、镁、锌等矿物质离子的吸收^[4-8]。马铃薯中的总淀粉、蛋白质、脂肪等营养物质含量很丰富,但是,人们日常食用的马铃薯都是通过烹饪加工处理的,而在烹饪过程中,会发生复杂的理化反应,高温、高热的条件很容易使得多种营养物质的结构和性质发生变化。目前,马铃薯烹饪后多种营养物质的含量还缺少相关数据,而用未烹饪原料的营养素含量估算居民膳食营养素摄入量通常会造造成高估现象,因此,研究不同的烹饪方法对马铃薯中抗性淀粉以及主要营养物质含量的影响,对于更科学地优化烹饪方法具有很强的指导意义,并且可以更加科学地评价居民膳食营养状况。为此,文中研究了不同烹饪方式对马铃薯中的抗性淀粉及主要营养物质含量的影响,为准确评价膳食营养素摄入量与选择合理的烹饪方法提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

新鲜马铃薯 均购于杭州市沃尔玛超市;胃蛋白酶U/g \geq 1200、胰蛋白酶U/mg \geq 2500、 α -淀粉酶U/mg \geq 50、辣根过氧化物酶U/mg \geq 250 国药集团化学试剂有限公司;淀粉葡萄糖苷酶23U/mg、葡萄糖氧化酶G7141 Sigma公司;乙酸钠、冰乙酸、NaOH、MgCl₂、CaCl₂、异丙醇、乙醇、KOH等 均为国产分析纯。

电子分析天平(精确至0.0001g) METTLER TOLEDO公司;THZ-82型电热恒温振荡水浴槽 江苏金坛亿通电子有限公司;LD5-10型离心机 北京医用离心机厂;DHG-9240C型电热恒温干燥箱 杭州蓝天化验仪器厂;UV-2550型紫外分光光度仪 日本岛津公司;C21-ST2125美的电磁炉 广东美的生活电器制造有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 实验样品的烹饪处理 将马铃薯去皮后,用蒸馏水清洗,按日常烹饪习惯将马铃薯进行切割,混匀并分成5等份。将其中1份留作对照,其余4份按照相同的方法进行烹饪。实验用的烹饪方法是参考《中国烹饪大词典》上的标准,并按照日常烹饪习惯控制烹饪油量、用水量和烹饪时间,具体条件见表1。烹饪油使用福临门谷物调和油,烹饪时使用蒸馏水。为了避免干扰,本实验在烹饪过程中不添加盐、味精、酱油、醋等调味品。所有烹饪实验均采用美的微电脑电

磁炉,该电磁炉具有专门的控制时间和温度的装置。

1.2.2 抗性淀粉的测定方法 抗性淀粉的检测方法是参考Akerberg AKE法并略作调整^[9]。RS的含量以每100g总淀粉(Total Starch, TS)中的RS含量来表示,即计算RS占总淀粉的百分比以直观比较样品中RS的比例。具体操作如下。

1.2.2.1 抗性淀粉的测定 称量样品1~1.3g(精确至0.0001g),在37℃、pH1.5条件下用50g/L的胃蛋白酶处理30min,添加0.06mol/L的MgCl₂溶液、0.3mol/L的CaCl₂溶液、异丙醇后,在37℃、pH5.0条件下用40g/L的胰蛋白酶、1.4 \times 10⁵U/L的 α -淀粉酶溶液孵育16h,添加80%乙醇,充分摇匀后静置30min,离心弃上清,用80%乙醇洗沉淀,重复3次,将沉淀用2mol/L的KOH溶液溶解20min,调节pH5.0,在60℃条件下用140U/mL淀粉葡萄糖苷酶溶液处理45min,冷却后离心弃上清,水洗沉淀,重复3次,收集上清液。用0.1mol/L乙酸缓冲液定容至100mL,取0.5mL用葡萄糖氧化酶法测定葡萄糖的含量,乘0.9即为RS的量。

1.2.2.2 总淀粉的测定 称量样品0.4~0.5g(精确至0.0001g),添加2mol/L KOH溶液,振荡15min,在pH5.0、60℃条件下用300U/mL淀粉葡萄糖苷酶溶液水解50min,冷却后添加80%乙醇,充分摇匀并静置20min,离心并用80%乙醇洗、沉淀,重复3次,收集上清。用0.1mol/L乙酸缓冲液定容至100mL,取0.5mL用葡萄糖氧化酶法测定葡萄糖的含量,乘0.9即为总淀粉的量。

1.2.2.3 保留因子(Retention Factors, RF)^[10]

保留因子=[烹饪后食物中RS含量(g/100gTS) \times 烹饪后食物重量(g)]/[食物原料中RS含量(g/100gTS) \times 烹饪前食物重量(g)]

1.2.3 水分含量的测定方法 参考GB 5009.3-2010,采用直接干燥法测定水分含量。

1.2.4 总淀粉含量的测定方法 参考Akerberg A K E法测定总淀粉干基含量。

1.2.5 蛋白质含量的测定方法 参考GB 5009.5-2010,采用凯氏定氮法测定蛋白质干基含量。

1.2.6 脂肪含量的测定方法 参考GB/T 5009.6-2003,采用索氏抽提法测定脂肪干基含量。

1.2.7 质量控制与数据处理 每一实验样品在每一种烹饪方法下取4份平行样进行各指标的测定,结果以均值 \pm 标准差来表示,采用SPASS 11.0软件包对数据进行录入、分析。

2 结果与讨论

2.1 烹饪前后马铃薯中抗性淀粉的含量变化

由表2可以看出,马铃薯生样中的RS含量较丰富,经炒、烧、炸、蒸、焯后RS均有一定程度的损失。经不

表1 实验材料和烹饪方法

Table 1 Experiment materials and cooking methods

烹饪方法	切割形状	生料重(g)	添加油量(mL)	添加水量(mL)	温度(℃)	时间(min)
炒	丝状	200	25	-	210	4.0
烧	丝状	200	25	200	先210℃下焯炒,再在100℃下烧	炒2.0min,烧7.0min
炸	1cm厚的片状	200	600	-	210	5.0
蒸	1cm厚的片状	200	-	-	100	25.0
焯	1cm厚的片状	200	-	1000	100	3.0

同烹饪处理后,RS的保留因子存在较大差异。炒后马铃薯RS的保留因子较高,34%左右,烧和炸后的保留因子较为接近,为30%左右,蒸和焯后RS的保留因子较低,在25%左右。

表2 烹饪前后马铃薯中RS的含量及保留因子

Table 2 Contents and RFs of RS in potato during different cooking methods

烹饪方式	RS		
	生样(g/100gTS)	熟样(g/100gTS)	保留因子(%)
炒	73.08	25.26±1.45 ^a	34±4
烧	73.08	22.21±1.22 ^a	30±3
炸	73.08	21.76±1.05 ^a	29±3
蒸	69.89	18.70±1.36 ^a	26±2
焯	69.89	17.43±0.58 ^a	24±2

注:a:与生样进行比较,P<0.01。

马铃薯经过烹饪加工后,抗性淀粉损失的原因可能是淀粉结构遭到破坏,从而使 α -淀粉酶容易进入到淀粉颗粒的内部,导致抗消化能力降低。另外,马铃薯经炒、烧、炸后的RS含量高于蒸、焯后的含量,可能是由于炒、烧、炸温度较高,与Petricia等^[11]提出的高温条件可提高抗性淀粉含量的说法相一致。马铃薯在蒸、焯的过程中,水分含量比较充分,可使淀粉颗粒膨胀,也会导致抗消化能力降低。但是,马铃薯RS在不同烹饪过程中的降解机制还有待进一步研究。

2.2 烹饪前后马铃薯中水分、总淀粉、蛋白质、脂肪含量的变化

2.2.1 烹饪前后马铃薯中水分含量的变化 由图1可以看出,马铃薯生样中水分含量较为丰富。经蒸、焯后水分含量略有升高,其中焯后水分含量最高,在90%左右;而经炒、烧、炸后水分含量均有下降,其中炸后水分含量最低,接近50%,而烧后水分含量与生样较为相近。

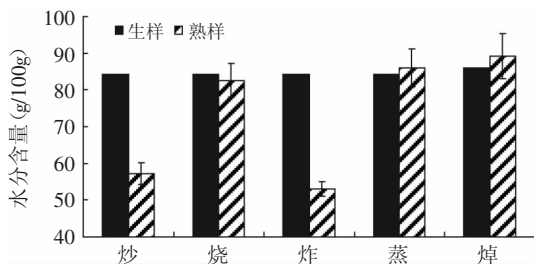


图1 烹饪方式对马铃薯中水分含量的影响

Fig.1 Contents of water in potato during different cooking methods

马铃薯在炒、烧、炸后水分的损失可能是因为高温高热导致水分吸收热能而迅速汽化,造成水分的蒸发流失,并且,马铃薯的完整性受到损伤,也会造成水分的渗出流失^[12]。其中,马铃薯在烧后水分的损失量比炒、炸后低,原因可能是在一部分水分蒸发或渗出的同时,有一部分外源的水分进入,最终表现为水分含量变化不大。另外,马铃薯在蒸和焯后水分含量均有升高,主要是因为蒸和焯的烹饪过程中提供了充足的水分,当吸收的水分量高于蒸发或渗出的损失量时,整体表现为水分含量升高。

2.2.2 烹饪前后马铃薯中总淀粉含量的变化 马铃薯经炒、烧、炸、蒸、焯后总淀粉都有一定程度的损

失。马铃薯生样中总淀粉干基含量较丰富,经不同的烹饪方式处理后,总淀粉的损失程度不同。经烧、蒸、焯处理后总淀粉干基含量较为相近,均在70%以上,其中烧后总淀粉干基含量较高,在80%左右。经炒、炸处理后总淀粉损失较多,干基含量均低于50%,其中炸后总淀粉干基含量最低,接近40%。

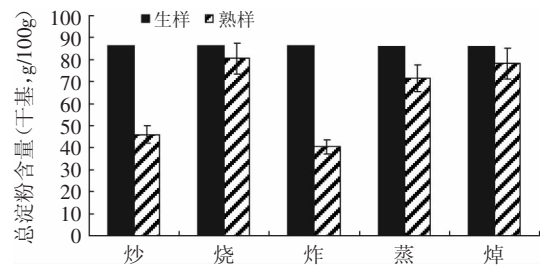


图2 烹饪方式对马铃薯中淀粉含量的影响

Fig.2 Contents of total starch in potato during different cooking methods

马铃薯总淀粉在烹饪过程中损失可能是因为马铃薯细胞的完整性受到损伤,造成淀粉的流失;也可能由于加入水分之后,淀粉容易随着菜肴汤汁被舍弃;还可能是淀粉颗粒在烹饪过程中被破坏,发生降解作用从而导致总淀粉干基含量降低^[12]。温度和时间是影响马铃薯淀粉含量的两个重要因素。根据本实验结果,炒、炸后马铃薯中的总淀粉损失较大。其原因可能是炒、炸的温度较高,高温对淀粉有直接的破坏作用^[13]。炒制后总淀粉的损失比炸制后的损失量小,原因可能是在整个炒制过程中,大部分马铃薯处在一个相对开放的烹饪条件下,只有同锅底或油接触时才有较高温度,因此炒制的加热程度远不如油炸过程。烧制后总淀粉损失相对较少,可能是因为烧制的焗炒过程时间较短,淀粉的流失较少。在蒸制马铃薯时,水蒸气的温度为100℃,淀粉损失的原因可能是被水蒸气凝结所成的水冲刷掉。而焯制过程是以水为传热介质的,有水存在会使淀粉流失。

2.2.3 烹饪前后马铃薯中蛋白质含量的变化 由图3可以看出,马铃薯经炒、烧、炸、蒸、焯后,蛋白质均有一定程度的损失。经不同的烹饪处理后,蛋白质的损失程度也不同。经蒸、焯处理后,马铃薯的蛋白质干基含量较高,在12%左右;经炒、烧、炸后,马铃薯的蛋白质干基含量较为接近,在10%左右。

根据本实验结果,炒、烧、炸后马铃薯中的蛋白质含量比蒸、焯低,可能是大部分蛋白质发生了降解,

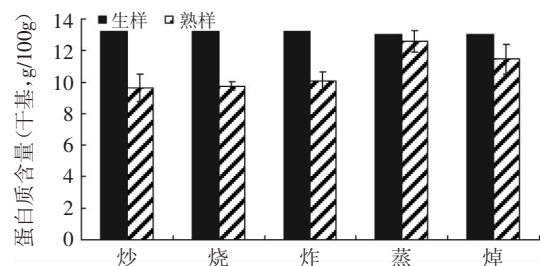


图3 烹饪方式对马铃薯中蛋白质的影响

Fig.3 Contents of proteins in potato during different cooking methods

而降解产物转移到汤汁中。温度和时间是影响蛋白质降解程度的两个重要因素。在炒、烧、炸烹制过程中,高温高热的条件使得蛋白质的降解程度高于蒸、焯的烹制^[14-15]。

2.2.4 烹饪前后马铃薯中脂肪含量的变化 由图4可以看出,马铃薯经过不同的烹饪处理后,脂肪含量的变化程度也不同。经炒、烧、炸后,脂肪干基含量显著升高,其中,炸后脂肪干基含量最高,超过7%,炒、烧后脂肪干基含量接近,均在6%左右;而经蒸、焯后脂肪干基含量均下降,接近2%。在烹饪过程中脂肪被分解的同时,可能有外界添加食用油的吸收,当吸收量大于损失量时,最终表现为脂肪检出量增加。

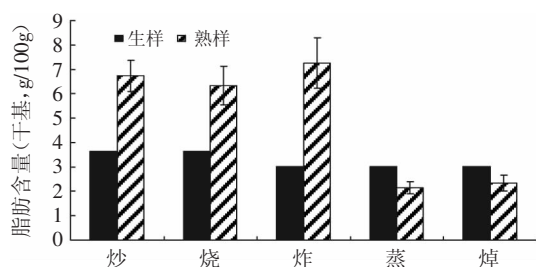


图4 烹饪方式对马铃薯中脂肪含量的影响

Fig.4 Contents of fat in potato during different cooking methods

3 结论

由本研究的结果可以看出,马铃薯经炒、烧、炸、蒸、焯等处理后,抗性淀粉、总淀粉、蛋白质、脂肪等的含量都有一定的变化,并且采用不同的烹饪方法处理后,含量变化又有很大的差异。所以,用生马铃薯的营养物质含量去估算居民膳食营养素摄入量往往会造成高估现象,不利于对居民膳食营养状况进行准确评价。

本实验只是初步结果,有关烹饪方式对马铃薯中RS和主要营养物质含量影响机制将有待更加细致和深入的研究。本研究仅涉及了马铃薯的常用烹饪方法,今后应进一步探讨不同烹饪用量以及不同烹饪温度的影响,以便更系统地了解从原料到菜肴再到人体这个链条中,马铃薯中营养物质的转换或损失情况,为合理准确估算我国居民日常膳食营养摄入量提供可靠的数据基础。

参考文献

[1] 常志敏. 马铃薯的生长特性、营养价值及加工利用[J]. 安徽农学报, 2007, 13(7): 146-147.

(上接第85页)

- 吸附研究(下)[J]. 高分子通报, 2005(12): 32-36.
- [4] 孙建民, 高崢, 孙汉文. 壳聚糖复合膜的制备及吸附性能研究[J]. 河北大学学报: 自然科学版, 2006(4): 134-135.
- [5] 郭娟娟. 壳聚糖三元接枝共聚物的合成及其在含重金属废水处理中的应用[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2007.
- [6] W S Wan Ngah, S Ab Ghani, et al. Adsorption behaviour of Fe (II) and Fe (III) ions in aqueous solution on chitosan and cross-linked chitosan beads[J]. Bioresource Technology, 2005, 96: 443-450.
- [7] 舒肇魁, 韩广勇, 邓光仙. 我国菠萝加工与综合利用现状[J].

- [2] Alexander R J. Resistant starch—new ingredient for food industry[J]. Cereal Food World, 1995, 40: 445.
- [3] Eerlingen RC, Delcour JA. Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch[J]. Journal of Cereal Science, 1995, 22: 129-138.
- [4] 付蕾, 田纪春. 抗性淀粉制备、生理功能和应用研究进展[J]. 中国粮油学报, 2008, 23(2): 206-209.
- [5] Yamada YJ, Hosoya SO, Nishimura SGR, et al. Effect of bread containing resistant starch on postprandial blood glucose levels in humans[J]. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 2005, 69(3): 559-566.
- [6] Lopez HW, Levrat-vemy MA, Coudray C, et al. Class 2 resistant starches lower plasma and liver lipids and improve mineral retention in rats[J]. Journal of Nutrition, 2001, 131(4): 1283-1289.
- [7] Muir JG, Yeow EGW, Keogh J, et al. Combining wheat bran with resistant starch has more beneficial effects on fecal indexes than does wheat bran alone[J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2004, 79(9): 1020-1028.
- [8] Muir JG, Brikett A, Brown L, et al. Digestion of the polysaccharides of some cereal foods in the human small intestine[J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2000, 15(6): 89-95.
- [9] Akerberg AKE, Liljeberg HGM, Granfeldt YE, et al. An in vitro method, based on chewing, to predict resistant starch content in foods allows parallel determination of potentially available starch and dietary fiber[J]. The Journal of Nutrition, 1998, 128: 651-660.
- [10] 潘兴昌, 赵洪静, 门建华, 等. 不同烹调方法下马铃薯中部分维生素和矿物质保留因子的变化[J]. 卫生研究, 2007, 36(4): 485-487.
- [11] Rosin PM, Lajolo FM, Menezes EW. Measurement and characterization of dietary starches[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2002, 15: 367-377.
- [12] 彭景. 烹饪营养学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000: 220-245.
- [13] Fillion L, Henry GJK. Nutrient losses and gains during frying[J]. International Journal of Food Science and Nutrition, 1998, 49(2): 157-168.
- [14] McDonald K, Sun DW, Kenny T. Comparison of the quality of cooked beef products cooled by vacuum cooling and by conventional cooling[J]. LWT—Food Science and Technology, 2000, 33(1): 21-29.
- [15] Fogeding EA. Thermally induced changes in muscle proteins[J]. Food Technology, 1988, 42: 58-64.

- 保鲜与加工, 2006, 34(3): 4-6.
- [8] 余锐, 吴靖, 黄惠华. 改性菠萝皮渣纤维对三种染料的吸附研究[J]. 现代食品科技, 2010, 26(7): 673-676.
- [9] 吴靖. 菠萝皮渣中纤维素成分的提取和作为染料吸附剂的改性研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- [10] Chunxiu Liu, Renbi Bai. Preparation of chitosan/cellulose acetate blend hollow fibers for adsorptive performance[J]. Journal of Membrane Science, 2005, 267: 68-77.
- [11] 任俊莉, 孙润仓, 刘传富, 等. 阳离子蔗渣半纤维素的合成及表征[J]. 华南理工大学学报: 自然科学版, 2007, 35(4): 86-89.