食醋对鱼骨中钙溶出的影响

赫美，许鑫，杨春瑜

（哈尔滨商业大学食品工程学院，黑龙江哈尔滨 150076）

摘要：鱼骨中钙含量相对丰富，在酸性条件下浸泡可使鱼骨中的钙溶出，提高人体吸收利用率，本文分别在常压和高压下利用食用醋酸（食醋）对鱼骨钙溶出的影响，得出钙充分溶出的工艺条件为：常压和高压下醋酸浓度都为 0.9 mol/L，常压下料液比为 1:20，高压下料液比为 1:20，常压下浸泡时间为 60 min，高压为 45 min，常压下浸泡温度 60 ℃。

关键词：食醋；鱼骨；钙

文章篇号：1673-9078(2011)1-87-89

Effect of Vinegar on Extraction Rate of Fish Bone Calcium

HE Mei, XU Xin, YANG Chun-yu

(College of Food Engineering, Harbin University of Commerce, Harbin 150076, China)

Abstract: The extraction of fish bone calcium by vinegar was studied under the atmospheric pressure and high pressure. The results showed that the best acetic acid concentration and the ratio of the fish bone to vinegar solution were 0.9 mol/L and 1:20, respectively, for the extraction either under the atmospheric pressure or the high pressure. For extraction under the atmospheric pressure, the optimum extraction time and temperature were 60 min and 60 ℃, respectively. For that under the high pressure, the best extraction time was 45 min.

Key words: vinegar; fish bone; calcium

钙是人体中含量最丰富的矿物元素，也是人体营养所必需的常量元素之一，钙占人体总重量 1.5%，其中 99%存在于骨骼和牙齿中[1]，为骨骼和牙齿的主要组成成分。钙对维持人体的正常生理功能具有重要意义。许多营养调查显示钙是我国人民最易缺乏的营养素之一[2]，缺钙严重威胁人体健康，可影响儿童生长发育以及中老年人骨质疏松、肌肉痉挛等。因此，补钙一直是人们关注的焦点。

鱼骨是鱼加工过程的主要副产物之一，大约占鱼体重的 15%[3]，鱼骨中的钙含量相当丰富，主要是以磷酸三钙和碳酸钙形式存在，其中磷酸三钙的含量多达 80~85%，而碳酸钙的含量达 10%以上[4]。据报道，人体对醋酸钙的吸收利用率为 78.51%±5.25%，储留率为 97.90%±1.07%，而对碳酸钙吸收利用率为 38%[5]。因此，在鱼的烹调中加入食醋能大大改善钙的利用率。为此，本实验旨在探讨不同条件下食醋对鱼骨中钙溶出的影响，为实际烹调加工提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜黄花鱼（市售）；食用醋（哈尔滨正阳河调味品厂）；去离子水；其余试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

DK-98-1 型电控恒温水浴锅，天津泰斯特仪器公司；DHG-9123A 型电热恒温鼓风干燥机，上海一恒科技有限公司；G-283 型电子分析天平，北京赛多利斯仪器厂；CYYB50YA1-100 型高压锅（工作压力：80 kPa），苏泊尔公司；HXM-SB37-01 型多功能食品搅拌器，上海晴友实业有限公司；电冰箱，BCD-228F 型，青岛海尔股份有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 标定 EDTA 浓度[6]

吸取 5~10 mL 钙标准溶液，按文献 6 规定的方法以 EDTA 滴定，标定其 EDTA 的浓度，计算滴定度（T）。

1.3.2 钙含量的测定

钙含量的测定参照 GB/T 5009.92-2003[6]。根据 EDTA 络合剂用量，可计算钙的含量。

$$X=\frac{T\times(V-V_0)\times \mathrm{f}\times 100}{\mathrm{m}}$$

式中：X-试样中钙含量，mg/100g；T-EDTA滴定度，mg/mL；V-滴定试样时所用EDTA量，mL；V_0-滴定空白时所用EDTA量，mL；f-试样稀释倍数；m-试样质量，g。

本文在不同条件下用食醋浸泡鱼骨的方法，以鱼

收稿日期：2010-09-18

作者简介：赫美（1984-），女，硕士研究生，研究方向：食品生物加工技术

通讯作者：许鑫（1985-），男，硕士研究生，研究方向：食品科学

骨中钙的溶出率为指标，研究食醋对鱼骨钙溶出的影响。

骨钙溶出率(%)=(溶出钙含量/骨中总钙含量)×100%

1.3.3 原料的预处理[4]

新鲜的黄花鱼解剖以及剔除大部分鱼肉→清洗→热烫1~2 min→剔去骨上碎肉→反复冲洗除去杂物→沥干→40 ℃鼓风干燥箱中存放24 h→粉碎机粉碎→乙醚脱脂→脱脂黄花鱼骨

1.3.4 常压和高压条件下食醋浓度对钙溶出的影响

取0.5 g骨料，分别加入醋酸浓度为0.1 mol/L、0.3 mol/L、0.5 mol/L、0.7 mol/L、0.9 mol/L的食醋溶液10 mL，分别在常压下温度为25 ℃时和高压条件（80 kPa，下同）下浸酸90 min，用去离子水多次冲洗浸泡鱼骨通过过滤获得浸泡液，测定浸泡液中钙的含量，计算钙的溶出率。

1.3.5 常压和高压条件下料液比对钙溶出效果的影响

取0.5 g骨料，分别按照1:10、1:15、1:20、1:25、1:30的料液比加入醋酸浓度为0.5 mol/L的食醋，在常压温度为25 ℃和高压条件下浸泡90 min，用去离子水多次冲洗浸泡鱼骨通过过滤获得浸泡液，并测定浸泡液中钙的含量，计算钙的溶出率。

1.3.6 常压和高压条件下浸酸时间对钙溶出效果的影响

分别取0.5 g骨料，按照1:20的料液比加入醋酸浓度为0.5 mol/L的食醋，在常压温度为25 ℃和高压条件下分别浸泡30 min、45 min、60 min、75 min、90 min，用去离子水多次冲洗浸泡鱼骨通过过滤获得浸泡液，测定浸泡液中钙的含量，计算钙溶出率。

1.3.7 常压下浸泡温度对钙溶出效果的影响

分别取0.5 g骨料，按照1:20的料液比加入醋酸浓度为0.5 mol/L的食醋，分别在温度为20 ℃、40 ℃、60 ℃、80 ℃、100 ℃条件下浸泡90 min，用去离子水多次冲洗浸泡鱼骨通过过滤获得浸泡液，并测定浸泡液中钙的含量，计算钙溶出率。

1.3.8 实验数据处理

实验数据经过SPSS 16.0数据处理软件分析。

2 结果与分析

2.1 鱼骨中总钙含量测定

取1.0 g鱼骨测定鱼骨中总钙含量，测定结果为8.16%。

2.2 常压和高压条件下不同醋酸浓度对钙溶出的影响

分别取体积相同但浓度不同的食醋在高压和常压条件下浸泡鱼骨钙，测定钙溶出率。钙溶出率如图1所示。

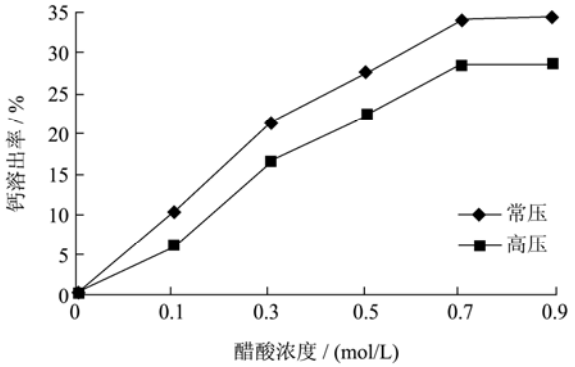


图1 不同醋酸浓度于常压和高压下骨钙溶出率

Fig.1 Effects of vinegar concentration on calcium extraction rate

从图1可知醋酸浓度对鱼骨钙的溶出有一定的影响，随着醋酸溶液浓度的升高钙的溶出率逐渐升高，这是因为随着醋酸浓度的升高，鱼骨中的钙转化成醋酸钙的量增多，而醋酸钙在水中的溶解度比其它无机盐的溶解度大得多，因此钙的溶出率就逐渐升高；但是在相同条件下常压钙溶出率是34.72%，高压下钙溶出率是28.79%，显然常压钙溶出率较高。这是因为醋酸为挥发性酸，相同浓度的醋酸在溶液中有效作用量在高压时要少于常压，因此在高压下鱼骨钙的溶出率低于常压下鱼骨钙的溶出率。故而选择醋酸浓度为0.9 mol/L为最优工艺条件。

2.3 常压和高压条件下料液比对钙溶出效果的影响

在常压和高压下鱼骨与食醋的不同料液比对骨钙溶出率结果如图2所示。

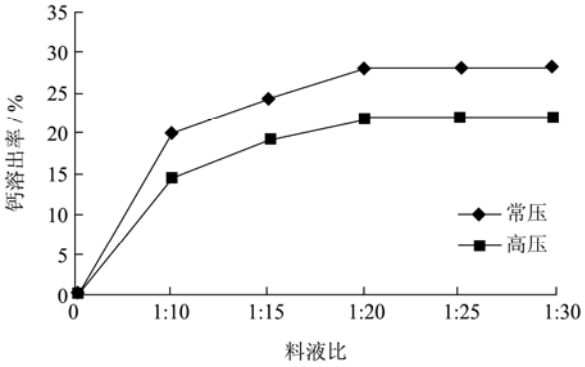


图2 不同料液在比常压和高压下鱼骨钙溶出率

Fig.2 Effect of solid-liquid ratio on calcium extraction rate

由图2看出料液比对鱼骨钙的溶出有一定的影响，随着料液比的减小钙的溶出率增大，且在高压下的溶出率低于在常压下的溶出率。呈现这种趋势是由于随着溶剂量的增大，溶质的溶出量也增大，并且当溶剂量增加到一定程度时，溶质的溶出量将会趋于恒定；在高压下的溶出率低于常压下的溶出率（常压：

27.97%，高压：21.87%），还是因为醋酸在高压下的挥发性大于其在常压下的。因此，无论常压或高压下料液比为 1:20 时鱼骨中钙溶出是最高的。

2.4 常压和高压条件下浸酸时间对钙溶出效果的影响

常压和高压下鱼骨在食醋中不同浸泡时间对骨钙溶出率结果如图 3 所示。

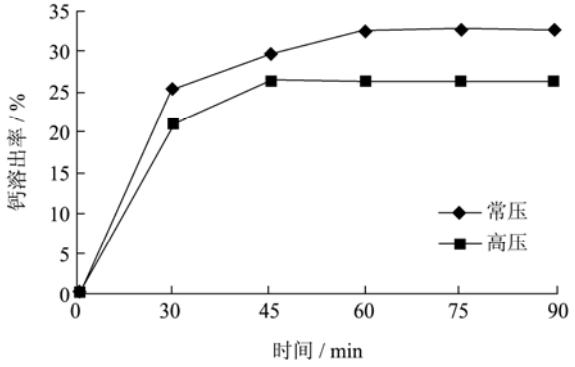


图 3 不同浸酸时间在常压和高压下骨钙溶出率

Fig.3 Effect of extraction time on calcium extraction rate

由图 3 可知浸酸时间对鱼骨钙的溶出有一定的影响，随着时间的延长鱼骨中钙的溶出率逐渐增大，而后随着时间的延长钙的溶出率变化不大；并且在高压时钙的平衡比在常压下钙的平衡提早到达，由图 3 可看出，在常压下 1 h 时钙溶出达到最大可达到 27.97%，而高压下 45 min 时钙溶出几乎达到平衡为 22.40%。这是因为在高压下溶质的溶出速率比在常压下的溶出速率快，因此高压时平衡提早到达。因此，浸泡时间常压为60 min，高压为45 min时鱼骨中钙溶出量最大。

2.5 常压下浸泡温度对钙溶出效果的影响

常压下鱼骨在食醋中不同浸泡温度对骨钙溶出率结果如图 4 所示。

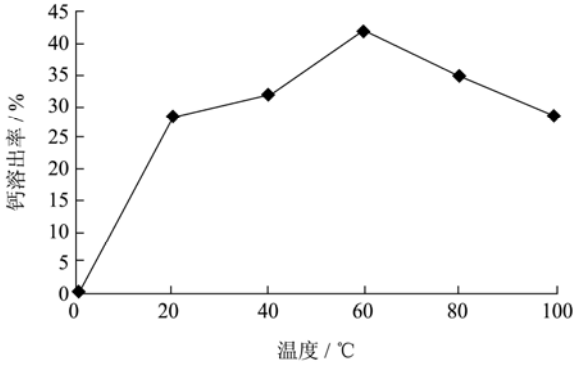


图 4 不同浸酸温度在常压下骨钙溶出率

Fig.4 Effect of temperature on calcium extraction rate

由图 4 可知浸泡温度对钙的溶出有一定的影响，随着温度的升高钙的溶出率先增大后降低，在 60 ℃时钙的溶出率达到最大可达到 42.08%。在小于 60 ℃时，随着温度的升高，溶质的溶出量增大，钙的溶出率增大；在大于 60 ℃，随着温度的升高，食用醋酸的挥发性增强，使得钙的溶出率降低。所以在常压下浸泡温度 60 ℃时鱼骨中钙溶出量最大。

2.6 单因素验证实验结果与讨论

采用各单因素确定出的最优条件即在常压下料液比以 1:20，相当于醋酸浓度 0.9 mol/L 的食醋溶液中浸泡 60 min 后结合香酥鱼实际烹调方法加工制作香酥鱼，并测定出钙溶出率为 20.41%，钙溶出率较各单因素实验得出的最优水平均低，原因可能是因为鱼骨并未完全与醋酸接触使得其中的钙并不能完全溶出，另外在高压和高温下醋酸的挥发性较大使得有效酸浓度较小，所谓有效酸浓度指的是与鱼骨作用并使其中钙溶出的醋酸浓度。

3 结论

本文研究了食醋对鱼骨的浸泡使骨钙溶出的最佳条件，首先通过 EDTA 滴定法确定了鱼骨中总钙含量为 4.08%继而又研究了在常压和高压条件下不同的浸泡条件对骨钙溶出效果的影响，通过实验以及综合考虑确定出鱼骨中钙含量溶出率最高时的条件，这为实际烹调工艺提供了理论指导。

参考文献

[1] 王光慈.食品营养学[M].北京:中国农业出版社,2006

[2] 蒋卓勤,等.不同烹调方法对骨汤中钙含量的影响[J].食品科学,1999,3:65-67

[3] Sadowska M etal.Isolation of collagen from the skins of Balticcod(Gadusmorhua) [J]. Food Chemistry, 2003, 81: 257-262

[4] 刘海琴.盐酸溶液料液比及浓度对鳗鱼骨中钙溶出影响[J].食品科技,2008,3:22

[5] 刘敏.醋酸钙的制备及应用研究[J].适用技术市场,1997, 1: 10-20

[6] GB/T 5009.92-2003

[7] 邱志超,曾庆孝.醋酸浸泡蒸煮联合处理对干制罗非鱼骨质量的影响[J].现代食品科技,2010,26(6):577-581

[8] 姚婷.海水鱼与淡水鱼 omega-3 多不饱和脂肪酸含量的比较研究[J].现代食品科技,2005,21(3):26-29