



不同灭菌方法对紫米奶冻品质等特性的影响

申姣姣, 郑博研, 张娜宁, 云少君

(山西农业大学 食品科学与工程学院, 山西 太谷 030801)

摘要:本研究主要探讨不同的灭菌方法对制备得到的紫米奶冻品质、营养成分及抗氧化特性的影响。结果表明,紫米奶冻经高压蒸汽灭菌处理后,色泽变黄,其咀嚼性、弹性、硬度以及蛋白质和总糖质量分数均显著下降($P<0.05$),脂肪质量分数明显上升($P<0.05$)。与对照组相比,巴氏灭菌、常压沸水灭菌组的质构特性差异不明显,但是总糖质量分数均显著升高($P<0.05$)。抗氧化特性测定结果表明:巴氏灭菌后的紫米奶冻清除ABTS自由基能力最强,其 IC_{50} 为 (0.234 ± 0.06) mg/g。常压沸水灭菌后紫米奶冻清除DPPH自由基的能力最强,其 IC_{50} 为 (0.41 ± 0.04) mg/g。常压沸水灭菌处理后的紫米奶冻具有良好的质构特性,且最大程度保留了营养成分及抗氧化活性,试验结果可为紫米的进一步加工奠定一定的理论基础。

关键词:奶冻;紫米;品质;营养成分;抗氧化特性

中图分类号: TS259, TS213.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-2230(2021)02-056-04

doi:10.19827/j.issn1001-2230.2021.02.012

Effects of Different Sterilization Methods on the Quality and Other Characteristics of Purple Rice-Milk Jelly

SHEN Jiaojiao, ZHENG Boyan, ZHANG Nanning, YUN Shaojun

(College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

Abstract: This study was mainly explored the effects of different sterilization methods on the quality, nutritional components and antioxidant properties of purple rice-milk jelly. After being sterilized by high-pressure steam, the color of purple rice milk-jelly turned yellow, and its chewiness, elasticity and hardness decreased significantly ($P<0.05$). The protein and total sugar contents of the purple rice-milk jelly were also decreased significantly ($P<0.05$). Compared with the control group, the texture properties of pasteurization group and normal pressure boiling water sterilization group were not significantly different, however, the fat mass fraction of the product in these two groups increased significantly ($P<0.05$). The results of the antioxidant properties test showed that the pasteurized purple rice milk jelly had the strongest ability to remove ABTS free radicals, and its IC_{50} was (0.234 ± 0.06) mg/g. After normal pressure boiling water sterilization, the IC_{50} of purple rice-milk jelly removing DPPH free radicals was (0.41 ± 0.04) mg/g which was the strongest. The purple-rice milk jelly sterilized by normal pressure boiling water not only had good texture characteristics, but also retained the nutrients and antioxidant activity to the greatest extent. The results can lay a foundation for the further processing of the purple rice.

Key words: milk jelly; purple rice; quality; nutrition composition; antioxidant activity

0 引言

奶冻是由食用明胶加糖、果汁、水、牛奶研制出的一种口感细腻,呈凝胶状态的新型奶制品,其含有蛋白质、乳脂肪等丰富的营养成分。紫米具有改变体内酶活性、提高机体免疫力、改善微循环、抗氧化和延缓衰老等功效^[1-3]。谷物多酚具有良好的抗氧化能力^[4-5],而以紫米为原料加工而成的奶冻,作为一种新型的健

康休闲食品,其是否具有比其他普通奶冻更高的营养价值或者抗氧化特性,对于其进一步深加工具有重要的意义。此外,产品的理化性质、营养成分以及抗氧化特性^[6-8],会因为灭菌方式的不同受到影响。

因此,本试验拟以紫米粉和奶粉为主要原料,以琼脂粉、卡拉胶及柠檬酸为辅料制备得到紫米奶冻,并采用不同灭菌方式对产品进行处理,研究其对紫米奶冻质构特性、营养成分及抗氧化特性的影响。结果可以为实际应用提供一定的理论依据。

1 实验

1.1 材料与试剂

紫米粉,市售;奶粉,山西省古城乳业集团有限公

收稿日期:2020-06-19

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(31801551);山西省应用基础研究计划青年科技研究基金(201901D2111378)。

作者简介:申姣姣(1996-),女,硕士研究生,研究方向为食品营养与安全。

通讯作者:云少君

司;DPPH,ABTS,福林酚试剂,北京索莱宝科技有限公司;魔芋粉,卡拉胶,琼脂,河南万邦实业有限公司;柠檬酸、盐酸、氢氧化钠、浓硫酸等均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

美国FTC TMS-Pilot质构仪,河南英纳丽德电子科技有限公司;凯氏定氮仪,福斯特卡公司;旋转蒸发器,郑州长城科工贸有限公司;上海菁华721可见分光光度计,上海重逢科学仪器有限公司;高压蒸汽灭菌锅,上海博讯实业有限公司;电热恒温鼓风干燥箱,上海跃进医疗有限公司。

1.3 方法

1.3.1 紫米奶冻的制备

将亲水胶体1.2%(琼脂粉:魔芋粉:卡拉胶=9:2:1)、紫米粉4g和奶粉1g、白砂糖7%混合均匀,加200~300mL纯净水于40℃下溶解,保证胶体充分水化溶解后,加热至沸腾,再加入0.1g柠檬酸,使紫米奶冻呈现出鲜艳的颜色。继续加热5min,使亲水胶体充分发挥作用,用60目的纱布过滤杂质和泡沫,趁热将液体倒入准备好的模具中,初步冷却,得到成品。

对制得的紫米奶冻进行灭菌处理,灭菌方法为:巴氏灭菌:80℃/45min;常压沸水灭菌:100℃/30min;高压蒸汽灭菌:121℃/15min。

1.3.2 紫米奶冻品质的测定

(1)感官评定。采用感官评分的方法,对灭菌后的紫米奶冻进行感官评定。评分标准如表1所示^[9-11]。

表1 感官评定评分

内容	评定标准	分数
质地	弹性好,质地均匀	18~25
	稍有弹性,质地比较均匀	9~17
	没有弹性,质地不均匀	0~8
香味	能闻见紫米香味,无异味	18~25
	紫米香味较浓,无异味	12~17
	紫米香味较淡,无异味	7~11
	几乎没有紫米香味,有异味	0~6
口感	入口细腻,有弹性	18~25
	基本适口,有弹性	9~17
	不够细腻适口,无弹性	0~8
颜色	颜色靓丽,浅紫色	18~25
	颜色偏深或偏淡	9~17
	颜色呈深紫色或颜色太浅	0~8

(2)质构测定。将不同灭菌方法处理好的紫米奶冻常温下放置2h后切成2cm×2cm×2cm的正方体,参考文献^[12],通过美国FTC TMS-Pilot质构仪检测其弹性、硬度、胶黏性和咀嚼性。

1.3.3 营养成分测定

(1)蛋白质质量分数测定。参照国家标准GB/T 5009.5-2010《食品中蛋白质的测定》进行测定^[13]。

(2)脂肪质量分数测定。参照GB 5009.6-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》进行测定^[14]。

(3)总糖质量分数测定。参照GB 5009.9-2013《食品中总糖的测定》进行测定^[15]。

1.3.4 紫米奶冻中总酚的抗氧化性的测定

(1)紫米奶冻多酚提取物的制备。取20g样品,加入100mL体积分数为40%的乙醇,在60℃下提取3h,提取方法参照魏银花等人的方法^[16]。

(2)总酚含量的测定及没食子酸标准曲线的绘制。参照贾桂云等人的方法^[17]进行测定。

(3)清除DPPH自由基的能力。参考Thaipong K等人的方法^[18],并将其进行改进:用体积分数为60%的乙醇配置DPPH溶液,取少量DPPH溶液在519nm下测定其吸光度,使其吸光度在1.2~1.3即可;将样品稀释成不同的质量浓度(0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6mg/mL),取2mL的DPPH溶液,加入2mL不同质量浓度的样品稀释液,用分光光度计在519nm下测定其吸光度 A_1 ,同时测定由2mL无水乙醇和2mLDPPH组成的混合液的吸光度 A_c ;再将2mL提取物样液与2mL无水乙醇混匀,测定其吸光度 A_2 ,并重复上述试验3次,通过以下公式计算紫米奶冻的多酚提取物对DPPH自由基的清除率:

$$IR = \frac{1 - (A_1 - A_2)}{A_c} \times 100\%$$

式中:IR为样品对DPPH的抑制率; A_1 为加样品液时DPPH溶液的吸光度; A_2 为样品液与空白试剂的吸光度; A_c 为未加样品液时DPPH溶液的吸光度。

(4)清除ABTS自由基的能力。参考文献^[19]中的方法,略加改进:实验前需要制备ABTS母液,用乙醇稀释ABTS母液至吸光度为 0.7 ± 0.002 即可,测定时在比色皿中加入2.4mL的ABTS工作液,再加入0.64mL的样品液,将样品分别稀释成0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6mg/mL的质量浓度,并平行做3组实验,设置波长为734nm,测吸光度 A ,取乙醇0.64mL作为提取物的代替物,并在734nm处测得吸光度为 A_0 。根据以下公式计算,得到样品对ABTS自由基的清除率。

$$IR = \frac{(A_0 - A)}{A_0} \times 100\%$$

式中:IR为ABTS自由基清除率; A_0 为未加样品的ABTS液的吸光度; A 为样品与ABTS液反应后的吸光度。

2 结果与分析

2.1 不同灭菌方法对紫米奶冻品质的影响

2.1.1 对感官品质的影响

经常压沸水灭菌处理的样品,有紫米特殊的粉紫色,有光泽,其硬度、弹性以及咀嚼性好,感官品质最佳,其次是经巴氏灭菌处理的样品,而未灭菌的样品感官品质较差。高压蒸汽灭菌处理的样品感官品质最差,不耐咀嚼,且色泽发黄,有一股烧焦羽毛的味道,令人没有食欲。

2.1.2 对质构特性的影响

如表2所示。结果表明^[20-21],对于常压沸水灭菌以及巴氏灭菌处理的紫米奶冻,其弹性和硬度与对照组均无明显差别($P > 0.05$),常压沸水灭菌组的紫米奶冻的弹性最大,巴氏灭菌组的紫米奶冻硬度最大,而采用高压蒸汽灭菌的紫米奶冻,其硬度及弹性明显下

降($P<0.05$)。经过不同的灭菌方法处理的紫米奶冻的胶黏性大小依次为:高压蒸汽灭菌组<对照组<巴氏灭菌组<常压沸水灭菌组,高压蒸汽灭菌组的紫米奶冻的胶黏性显著下降($P<0.05$)。

表2 不同灭菌方法对紫米奶冻质构特性的影响

组别	硬度/g	弹性/mm	胶黏性/g	咀嚼性/g
对照组	21.55±1.43 ^a	1.89±0.21 ^a	3.84±1.12 ^a	27.25±0.25 ^a
巴氏灭菌组	23.26±2.64 ^a	1.87±0.34 ^a	3.92±1.03 ^a	29.43±0.43 ^a
常压沸水灭菌组	22.94±2.31 ^a	1.97±0.10 ^a	4.52±1.22 ^a	33.74±0.54 ^a
高压蒸汽灭菌组	15.75±1.84 ^b	1.02±0.05 ^b	3.20±0.89 ^b	21.38±0.75 ^b

注:不同字母表示差异具有统计学意义($P>0.05$)。

2.2 不同灭菌方法对紫米奶冻营养成分的影响

2.2.1 对紫米奶冻蛋白质的影响

由图1可知,常压沸水灭菌后的紫米奶冻蛋白质质量分数较高,但和对照组没有明显差别($P>0.05$);巴氏灭菌后的紫米奶冻蛋白质质量分数略有下降;高压蒸汽灭菌后的紫米奶冻蛋白质质量分数明显低于对照组($P<0.05$)。图1中,不同字母表示差异具有统计学意义($P>0.05$),下同。

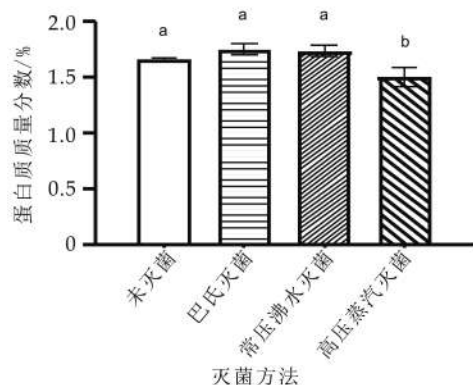


图1 不同灭菌方法对紫米奶冻蛋白质质量分数的影响

2.2.2 对紫米奶冻的脂肪质量的影响

由图2可知,高压蒸汽灭菌后紫米奶冻的脂肪质量分数最高,对照组、巴氏灭菌组和常压沸水灭菌组的粗脂肪质量分数较低。

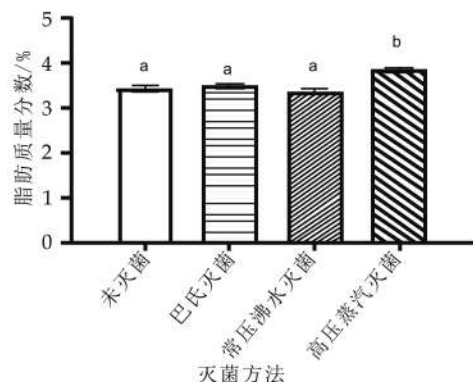


图2 不同灭菌方法对紫米奶冻脂肪质量分数的影响

2.2.3 对紫米奶冻的总糖质量分数的影响

由图3可知,经巴氏灭菌后紫米奶冻的总糖质量

分数明显升高($P<0.05$),与此相比,常压沸水灭菌和高压蒸汽灭菌的方法下所测得总糖质量分数并未产生明显变化($P>0.05$)。

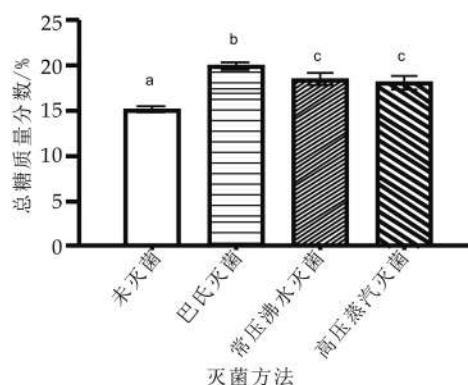


图3 不同灭菌方法对紫米奶冻总糖质量分数的影响

2.3 不同灭菌方法对紫米奶冻总酚的抗氧化特性的影响

2.3.1 提取物多酚的质量分数

利用Folin-Ciocalteu法,以没食子酸计算不同灭菌方法处理的紫米奶冻的多酚质量分数。实验结果如表3所示。

表3 提取物的多酚质量分数

组别	多酚质量分数含量/(mg·g ⁻¹)
未灭菌	0.669±0.120
巴氏灭菌	0.654±0.090
常压沸水灭菌	0.650±0.130
高压蒸汽灭菌	0.592±0.070

2.3.2 对紫米奶冻多酚提取物的DPPH清除能力

结果表明,提取物的浓度越大,DPPH的清除能力越强。DPPH清除能力大小依次为常压沸水灭菌(IC_{50} 值=0.41±0.04)>巴氏灭菌(IC_{50} 值=0.42±0.10)>高压蒸汽灭菌(IC_{50} 值=0.43±0.08)>对照组(IC_{50} 值=0.45±0.21)。

2.3.3 不同灭菌方法对紫米奶冻清除ABTS自由基的影响

结果表明,不同灭菌方法处理后紫米奶冻清除ABTS自由基的能力依次为巴氏灭菌组(IC_{50} 值=0.234±0.06)>常压沸水灭菌组(IC_{50} 值=0.246±0.11)>对照组(IC_{50} 值=0.256±0.13)>高压蒸汽灭菌组(IC_{50} 值=0.266±0.05)。

3 讨论

紫米极具营养学特性,本研究首先制备了紫米奶冻这一新型的健康食品,并进一步探讨了不同灭菌方法对其品质、营养成分及抗氧化特性的影响。

在感官与质构测定中,发现不同灭菌方法对紫米奶冻的感官品质及质构特性影响较大,紫米奶冻经常压沸水灭菌处理后,呈现粉紫色,具有光泽,硬度和弹性等质构特性较好,因此选择100℃/30min的灭菌条件能获得质构特性较好的紫米奶冻。而高压蒸汽灭菌处理的紫米奶冻颜色发黄,其可能原因是由于灭菌

的温度较高,紫米奶冻发生了美拉德反应,且其硬度下降,弹性和咀嚼性都较差,有烧焦羽毛的味道,口感较差,在灭菌过程中,当温度从75℃上升到100℃时,紫米奶冻的咀嚼性以及弹性等质构特性,随着温度的上升而增大,温度超过110℃时,紫米奶冻的硬度、弹性等质构特性下降。

此外,营养成分的测定发现常压沸水灭菌后紫米奶冻的蛋白质含量最高,总糖含量适中,脂肪含量较低;高压蒸汽灭菌后紫米奶冻的营养成分下降。(1)有研究表明^[23],在升温过程中(15~100℃),蛋白质的伸展的肽链结构增多^[23],同时肽链中所包含的氢键个数明显变少,蛋白质水解成诸多小分子物质。温度的变化也会影响肽链的水解,过高时会加速水解,提高液体中氮以及氨基酸的含量^[24],而高温会促使糖和蛋白质或游离氨基酸发生非酶促褐变。因此,紫米奶冻经121℃/15 min处理后蛋白质的含量降低。(2)研究表明^[25],在紫米的脂肪酸成分中,含量最多的是亚油酸,占紫米脂肪酸总量的41.24%,其次是棕榈酸和油酸,分别占36.44%和19.08%,高压蒸汽灭菌后,紫米奶冻的脂肪含量上升可能是由于温度达到121℃时,紫米脂肪酸部分分解,并且产生了原有脂肪酸的异构体,所以脂肪含量略有上升。(3)温度升高时乳糖会出现焦化现象,产生焦糖,导致总糖含量升高。常压沸水灭菌和高压蒸汽灭菌后的紫米奶冻总糖含量没有显著差异的原因可能是:在80℃以上时,糖类和蛋白发生的美拉德反应受温度影响较小,所以对总糖含量影响不大。

抗氧化特性中,常压沸水灭菌后紫米奶冻清除DPPH自由基的能力最强,其 IC_{50} 为(0.41±0.04) mg/g;巴氏灭菌后的紫米奶冻清除ABTS自由基能力最强,其 IC_{50} 为(0.234±0.06) mg/g;而高压蒸汽灭菌后的紫米奶冻抗氧化能力降低。可能是由于高压蒸汽灭菌的温度达到121℃,对紫米多酚的结构造成破坏,影响了紫米多酚清除DPPH、ABTS自由基的能力。

4 结论

本文首先制备得到了紫米奶冻,并对其进行了不同方式的灭菌处理,结果表明经过常压沸水灭菌的紫米奶冻质构和感官特性最好,营养成分较高,抗氧化能力较强,结果可为实际应用奠定一定的理论基础。

参考文献:

[1] 张立彦,芮汉明.食用色素的发展及在生产中的应用[J].食品与机械,1998(1):32-34.
[2] 王旭,王丹生,王鹏,等.紫米色素的提取及稳定性研究[J].辽东学院学报(自然科学版),2012,19(1):5.

[3] 孙玲,陈俊秋,张名位,等.稻米种皮颜色与其生物抗氧化性的关系[J].中国粮油学报,2002,17(4):25.
[4] 刘睿,谢笔钧,潘思铁,等.高粱种子种皮中原花青素提取、纯化及其抗氧化活性的研究[J].中国粮油学报,2003,18(4):43.
[5] Hung P V,Hatcher D W,Barker W.Phenolic acid composition of sprouted wheats by ultra-performance liquid chromatography (UPLC) and their antioxidant activities[J]. Food Chemistry, 2011, 126 (4):1896.
[6] 魏玉,王元兰.κ-卡拉胶与魔芋胶复配凝胶结构探讨[J].食品科学,2012,33(9):47.
[7] Morimura S, Nagata H, Uemura Y, et al. Development of an effective process for utilization of collagen from livestock and fish waste[J]. Process Biochemistry, 2002, 37(12):1403.
[8] Fujii T,Okuda T,Yasui N, et al. Effects of amla extract and collagen peptide on UVB-induced photoaging in hairless mice[J]. Journal of Functional Foods, 2013, 5(1):451.
[9] 安莹.黑玉米果冻加工工艺及主要营养成分测定[J].北华大学学报(自然科学版),2011,12(01):97-101.
[10] 曾羲,赵谋明,黄能武,等.工艺条件对奶冻品质影响的研究[J].食品工业科技,2013,34(10):277-280.
[11] 金明琴,张永忠.食品分析[M].北京:化学工业出版社,2008.
[12] 谢音,屈小英.食品分析[M].北京:科学技术文献出版社,2006.
[13] GB/T5009.5-2010.食品中蛋白质的测定[S].北京:中国标准出版社,2010.
[14] GB 5009.6-2016 食品中脂肪的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
[15] GB 5009.9-2013 食品中总糖的测定[S].北京:中国标准出版社,2013.
[16] 魏银花,申迎宾,王立,等.紫米多酚提取工艺及抗氧化活性研究[J].食品与机械,2013(3):111.
[17] 贾桂云,吴凌志,羊传慧,等.芒果和番石榴的果皮、果肉多酚含量测定及抗氧化性比较分析[J].海南师范大学学报(自然科学版),2018(1).
[18] Boonprakob U, Crosby K. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts[J]. Journal of Food Composition & Analysis, 2012, 19(6):669.
[19] Biskup I, Golonka I, Gamian A, et al. Antioxidant activity of selected phenols estimated by ABTS and FRAP methods.[J]. Postępy Higieny I Medycyny Doświadczalnej, 2013, 67(863688):958.
[20] 吴谋成.食品分析与感官评定[M].北京:中国农业出版社,2003:1-5.
[21] 刘朝龙,王雨生,陈海华,等.果冻质构与感官评定相关性的研究[J].青岛农业大学学报(自然科学版),2012,29(2):115-120.
[22] 吴红,周佳,郭善广,等.不同杀菌方式对软质胶原蛋白冻品质及抗氧化活性的影响[J].食品工业科技,2017(19):58.
[23] 肖和兰,孙素琴,周群,等.温度对胶原蛋白结构影响的二维红外相关光谱的研究[J].原子与分子物理学报,2016,20(02):211.
[24] 任娇艳.草鱼蛋白源抗疲劳生物活性肽的制备分离及鉴定技术研究[D].广州,华南理工大学,2008.
[25] 魏小豹,韦莹莹,薛璟祺,等.高温加热对牡丹籽油脂肪酸和理化性质的影响[J].食品科学,2018,39(3):15.