

文章编号:2095-7386(2016)03-0094-04

DOI:10.3969/j.issn.2095-7386.2016.03.019

荸荠蜜饯加工及保藏工艺优化

张洁¹, 韩苗苗¹, 史少华¹, 易阳^{1,3}, 闵婷^{1,3}, 王丽梅^{2,3}

(1. 武汉轻工大学 食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023;

2. 武汉轻工大学 生物与制药工程学院, 湖北 武汉 430023; 3. 湖北省生鲜食品工程技术研究中心, 湖北 武汉 430023)

摘 要:建立荸荠蜜饯的加工工艺,并考察其保藏性。以去皮新鲜荸荠为原料制作蜜饯,考察糖煮时间、糖煮温度和糖渍时间对其感官品质的影响。采用正交试验优化荸荠蜜饯的加工工艺参数为:糖煮时间 12 min、糖煮温度 90 ℃、糖渍时间 60 min,各因素对其感官品质的影响为糖煮时间 > 糖渍时间 > 糖煮温度。同时以菌落总数和褐变度为指标,考察包装方式、巴氏杀菌和贮藏温度对产品品质的影响,确定其品质控制的适宜工艺为:真空包装、85 ℃巴氏杀菌 5 min、4 ℃冷藏。研究结果为荸荠精深加工提供参考。

关键词:荸荠蜜饯;加工;保藏性

中图分类号:Q 33

文献标识码:A

Optimization on the processing and preservation technologies of candied chufa

Zhang Jie¹, Han miao-miao², Shi Shao-hua¹, Yi Yang^{1,3}, Min Ting^{1,3}, Wang Li-mei^{2,3}

(1. College of Food Science & Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China;

2. College of Biological & Pharmaceutical Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China;

3. Hubei Engineering Research Center for Fresh Food, Wuhan 430023, China)

Abstract: The processing and preservation technologies of candied chufa were studied. Fresh-peeled chufa was used for processing, and the effects of candying time, candying temperature and sugaring time on the sensory quality of product were investigated. The processing parameters of candied chufa optimized by orthogonal experiment were as follows: candying time 12 min, candying temperature 90 ℃ and sugaring time 60 min. Their effects on the sensory quality could be ordered as candying time > sugaring time > candying temperature. In addition, total bacterial count and browning degree were used to evaluate the effects of packing, sterilization and storage temperature on the quality of candied chufa. The technology for keeping the quality and safety of product, including vacuum package, pasteurization (85 ℃, 5 min) and cold storage (4 ℃), was confirmed. The results can be useful for the deep-processing of chufa.

Key words: candied chufa; processing; preservation

收稿日期:2016-05-16.

作者简介:张洁(1992-),女,硕士,E-mail:372590650@qq.com.

通讯作者:易阳(1986-),男,博士,副教授,E-mail:yy86@whpu.edu.cn.

基金项目:湖北省科技支撑计划项目(2015BBA203).

1 引言

荸荠 (*Eleocharis tuberosa*) 又称马蹄、地栗、乌芋、通天草等,是莎草科多年生浅水草本植物,在我国长江以南各省均有种植,面积达 2.7 万 hm^2 ,年产量达 75 万^[1]。荸荠食用球茎中含有丰富的淀粉、蛋白质、多种维生素和矿物质,作为一种清甜可口、生熟兼食的水生蔬菜备受消费者喜爱。《本草纲目》中举证其能“消风毒、下丹石、除胸中实热、消渴、温中益气”^[2],而现代药理学研究证实荸荠及其有效成分具有抗菌、排毒、防癌等多种功效^[3,4]。目前,荸荠主要以“鲜售”和“鲜食”为主,现有的加工产品以罐头和蔬菜汁为主,品种较为单一。新产品开发对稳定产业发展有重要意义^[5]。蜜饯是以果蔬等为主要原料,添加(或不添加)食品添加剂和其他辅料,经糖或蜂蜜或食盐腌制(或不腌制)等工艺而制成的制品,是一种工艺较为简单接受度高的常见产品^[6]。然而,荸荠蜜饯的研制尚鲜见报道。故本研究优化荸荠蜜饯的加工工艺,考察不同条件下的产品保藏性,旨在荸荠精深加工提供参考。

2 材料与方法

2.1 实验材料

新鲜荸荠,购于武商量贩常青花园店。食品级柠檬酸,潍坊英轩实业有限公司制造;白砂糖,南宁糖业股份有限公司;食用蜂蜜,冠生园蜂制品有限公司;平板计数琼脂(PCA),青岛高科园海博生物技术有限公司;乙醇、氯化钠等均为分析纯,国药集团。

2.2 实验仪器及设备

电子天平,梅特勒-托利多仪器上海有限公司;GZX-9140 MBE 数显鼓风干燥器,上海博讯实业有限公司医疗设备厂;FD-Z1 气调包装机,上海福帝包装机械有限公司;DZ-400/2C 真空包装机,上海青浦食品包装机械厂;UV-1100D 型紫外可见分光光度计,上海美谱达仪器有限公司;XHF-D 组织高速匀浆机,宁波新芝生物科技股份有限公司。

2.3 荸荠蜜饯加工工艺

工艺流程:原料→清洗、去皮→护色→糖煮→糖渍→漂洗→沥干→烘干→冷却。

通过预实验,确定荸荠蜜饯加工基础工艺如下:荸荠经清洗去皮后迅速浸入 0.25% (质量比) 柠檬酸溶液 15 min 护色;将荸荠取出沥水 5 min,转入含 30% 白砂糖的糖液中,在一定温度下煮制适宜时间;糖煮后的荸荠浸入 50 ℃ 含有 10% 蜂蜜、45% 白砂

糖和 0.2% 柠檬酸的混合液中糖渍适宜时间;荸荠取出后置于 0.5% 柠檬酸水中浸泡 5 s,在不锈钢网上沥水 5 min,并以 60 ℃ 热风干燥表面水分,室温下冷却后即得蜜饯产品。

2.4 单因素试验

(1)糖煮时间:在糖煮温度 90 ℃ 和糖渍时间 60 min 的条件下,考察糖煮时间分别为 4、8、12、16 和 20 min 时的产品感官品质。

(2)糖煮温度:在糖煮时间 12 min 和糖渍时间 60 min 的条件下,考察糖煮温度分别为 80、85、90、95 和 100℃ 时的产品感官品质。

(3)糖渍时间:在糖煮温度 90 ℃ 和糖煮时间 12 min 的条件下,考察糖渍时间 20、40、60、80 和 100 min 时的产品感官品质。

2.5 正交试验

在单因素试验的基础之上,采用三因素三水平 [$L_9(3^4)$] 正交试验优化荸荠蜜饯的加工工艺。如下表 1 所示:

表 1 正交试验表

水平	糖煮时间	糖煮温度	糖渍时间
	A (min)	B (℃)	C (min)
1	12	85	40
2	16	90	60
3	20	95	80

2.6 产品保藏方法

荸荠蜜饯按表 2 所示保藏方案处理,放置 30 d 后检测产品的菌落总数和褐变度。

表 2 荸荠蜜饯的保藏方案

方案	包装方式	是否巴氏杀菌	贮藏温度
1	真空包装	是	室温
2	真空包装	是	4 ℃
3	真空包装	否	室温
4	真空包装	否	4 ℃
5	气调包装(100% N_2)	否	室温
6	气调包装(100% N_2)	否	4 ℃
7	气调包装(50% N_2 + 50% CO_2)	否	室温
8	气调包装(50% N_2 + 50% CO_2)	否	4℃
9	气调包装(100% CO_2)	否	室温
10	气调包装(100% CO_2)	否	4℃

注:巴氏杀菌条件为 85℃ 热处理 5min,贮藏期间室温介于 -2 - 20 ℃。

2.7 分析方法

(1)感官评价:参考 GB/T 10782-2006^[7] 制定了荸荠蜜饯感官检验表如表 3。

表 3 荸荠蜜饯感官检验

评价项目	分值	评价标准
色泽	15	色泽乳白或微微淡黄色且颜色均匀,有剔透感
形态	10	形态饱满,表面无裂纹,糖液分布均匀
杂质	5	正常视力无可见杂质
质地	15	质地柔软无硬心
滋味	20	清甜爽口,甜味分布均匀,有荸荠本身特有的滋味及蜂蜜味
口感	20	软而微脆,不干涩
气味	15	有荸荠本身特有的气味,有蜂蜜的香味

(2) 菌落总数测定:参考国家标准《食品卫生微生物学检验菌落总数测定》中方法^[8]进行测定。

(3) 褐变度测定:参考郑龙等^[9]的方法测定。

2.8 数据分析

采用 IBM SPSS 19 软件进行数据分析,两组数据的显著性差异采用 t 检验,多组数据间的显著性差异采用 S-N-K 检验,显著性水平为 $P < 0.05$ 。正交试验采用 Excel 2007 软件设计,并进行极值和方差分析。数据均以平均值 $\pm$ 标准偏差表示。

3 结果与分析

3.1 单因素试验结果

3.1.1 糖煮时间对荸荠蜜饯感官品质的影响

由图 1 可见,随着糖煮时间的增加,荸荠蜜饯感官评分先增大后减小,且糖煮时间 16 min 时的感官评分显著高于其他($P < 0.05$)。糖煮时间主要会影响到荸荠蜜饯的质地和口感,糖煮时间太短,产品质地不柔软且有硬心,口感也会较干涩;相反,如糖煮时间过长,产品口感则失去了脆感。糖煮一方面破坏酶活性、阻止氧化、防止褐变,另一方面有利于糖分渗入,使细胞组织软化^[10]。故而选择糖煮时间介于 12 ~ 20 min。

3.1.2 糖煮温度对荸荠蜜饯感官评分的影响

由图 2 可见,糖煮温度由 80 °C 增加至 85 °C,荸荠蜜饯感官评分显著增加($P < 0.05$)。但随着温度进一步增大(85 °C ~ 95 °C),感官评分并无明显变化($P > 0.05$)。糖煮温度对荸荠蜜饯感官的影响主要有色泽、质地、滋味及口感,糖煮温度太低,产品质地不柔软且有硬心,口感也会较干涩;相反,如糖煮温度过高,荸荠褐变较大,严重影响了产品的色泽,过高的温度还会破坏荸荠本身特有的滋味,同时也

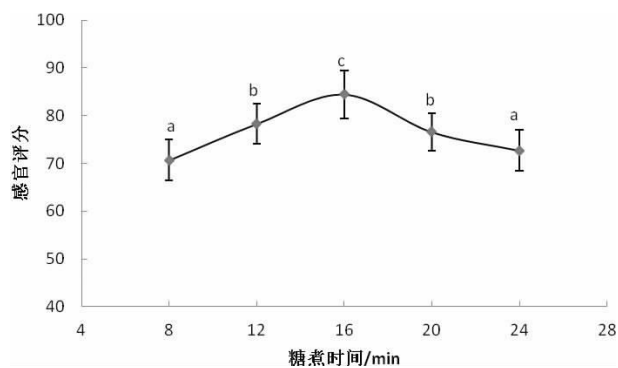


图 1 糖煮时间对荸荠蜜饯感官评分的影响

会使产品口感失去脆感^[11]。为了兼顾感官评分和糖煮温度,85 °C ~ 95 °C 为宜。

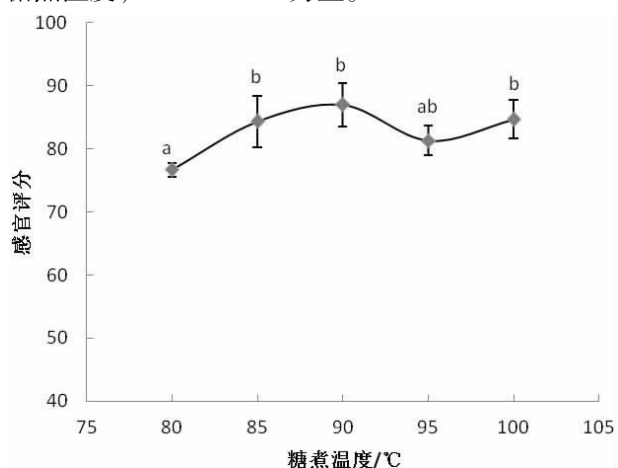


图 2 糖煮温度对荸荠蜜饯感官评分的影响

3.1.3 糖渍时间对荸荠蜜饯感官评分的影响

由图 3 可见,糖渍时间在 40 ~ 80 min 内,荸荠蜜饯的感官评分无明显变化($P > 0.05$),但超过 80 min 后评分明显下降($P < 0.05$)。糖渍通过排水吸糖改善原料组织结构和风味^[12,13]。糖渍时间短,糖分渗入不充分,产品颜色分布不均匀,口感差。但糖渍时间过久,组织大量失水,使产品表面皱缩严重,外观干瘪。因此,取糖渍时间为 40 ~ 80 min 较为适合。

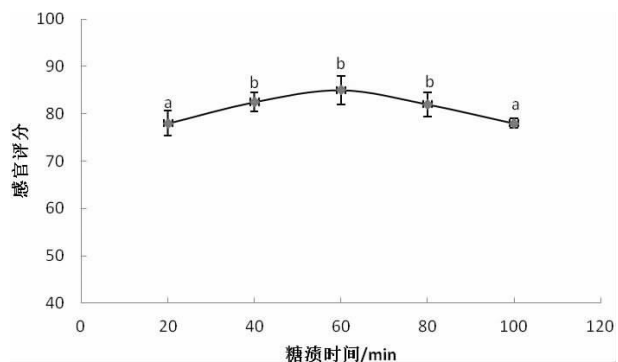


图 3 糖渍时间对荸荠蜜饯感官评分的影响

3.2 正交实验结果分析

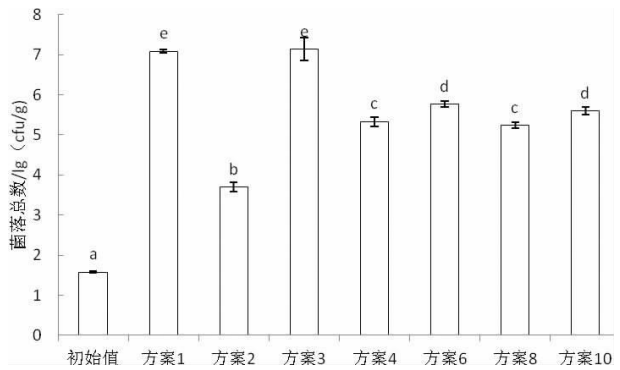
(1)正交试验结果,如表4所示:

表4 正交试验设计及结果分析

序号	A	B	C	感官评分
1	1	1	1	81.57
2	1	2	2	84.29
3	1	3	3	83.14
4	2	2	3	84.14
5	2	3	1	82.86
6	2	1	2	86.14
7	3	3	2	84.86
8	3	1	3	83.29
9	3	2	1	85.86
k ₁	83.00	83.67	83.43	
k ₂	84.38	84.76	85.10	
k ₃	84.67	83.62	83.52	
R	1.67	1.14	1.67	
因素主→次				A C B
优水平	A ₂	B ₁	C ₂	

采用正交试验优化荸荠蜜饯的加工工艺,结果如表4所示。极差反映因素对感官评分的影响程度,两者呈正相关。直观分析可知各因素影响主次为:糖渍时间>糖煮时间>糖煮温度。最优的因素水平组合为C₂A₂B₁,即糖煮时间12 min、糖煮温度90℃、糖渍时间60 min。

(2)不同保藏方法对荸荠蜜饯品质的影响,如图5所示:



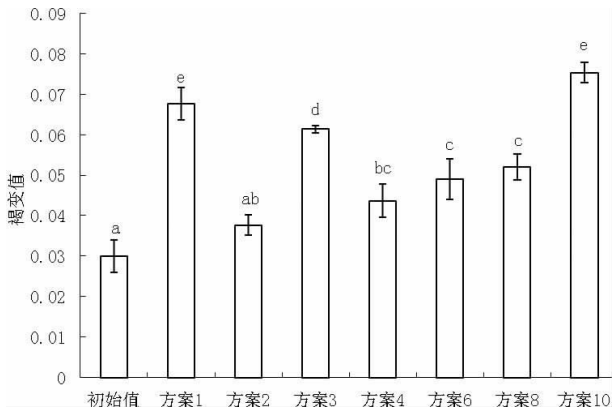
注:图中不同小写英文字母表示0.05水平的显著性差异。

图5 保藏方法对荸荠蜜饯菌落总数的影响

方案5、方案7及方案9采用气调包装且室温贮藏,30d后产品腐败严重,感官无法接受,故未测定其产品菌落总数和褐变度。由图5可见,贮藏30

d后,荸荠蜜饯中微生物数量增加了2~6个数量级。比较方案1和2以及方案3和4发现,4℃冷藏能显著减缓真空包装蜜饯中的微生物生长($P < 0.05$)。比较方案2和4可知,灭菌后包装更有利于控制产品微生物生长。而通过方案6、8和10比较发现,CO₂和N₂组合相比单一组分更有效抑制气调包装荸荠蜜饯中微生物生长。

(3)不同包装方式和贮藏温度下的产品褐变度的比较,如图6所示:



注:图中不同小写英文字母表示0.05水平的显著性差异。

图6 保藏方法对荸荠蜜饯褐变度的影响

比较方案1与2以及方案3和4发现,4℃冷藏能有效延缓真空包装蜜饯的褐变(图6)($P < 0.05$)。方案4的褐变度较方案5、6、8低,说明真空包装相比气调包装更有利于降低产品褐变度的变化程度。方案2和4的褐变度无显著差异($P > 0.05$),而方案1和3则差异显著($P < 0.05$),说明杀菌工艺仅影响常温贮藏下的真空包装蜜饯的褐变度。

从不同包装方式和贮藏温度下的产品菌落总数和褐变度比较,得出荸荠蜜饯品质控制的适宜工艺为方案2,即:真空包装后巴氏杀菌,并于4℃贮藏。

4 结论

结合单因素试验和正交试验,以感官评分为指标优化得到荸荠蜜饯的加工工艺参数为:糖煮时间12 min、糖煮温度90℃、糖渍时间60 min。依此工艺制作所得荸荠蜜饯产品整体色泽均匀,呈乳白色,软而微脆,清甜爽口,不粘牙,既能保持其特有的荸荠滋味,又带有愉快的蜂蜜和焦糖风味。采用真空包装,经85℃巴氏杀菌5 min后于4℃贮藏,产品保质期可达1个月以上,具有商业开发价值。

(下转第106页)

4 结束语

翻转课堂在国内外所取得的实践成果表明,这种创新性教学模式在很多方面要优于传统课堂的授课模式,尤其是对于软件工程这类工程性实践性较强的课程,翻转课堂的实施更显示出其显著优势^[7]。它体现了以学生为中心的教育理念,给信息化时代的课堂教学注入了新的活力,同时也给教师和学生投入、思维转换、技能提高等方面带来了很大的挑战^[8]。在未来的教学实践中,还需要不断探索,以期完善翻转课堂各个教学环节的设计与改革,为促进学生的高效学习提供更有利的环境。

参考文献:

- [1] Aron Sams. Flip Your Students' Learning[J]. Educational Leadership, 2013, (3):16-20.
- [2] Fulton Kathleen. Upside Down and Inside Out: Flip Your Classroom to Improve Student Learning[J]. Learning & Leading with Technology,

2012, (6): 12-17.

- [3] 何朝阳,欧玉芳,曹祁. 美国大学翻转课堂教学模式的启示[J]. 高等工程教育研究, 2014 (2):148-151.
- [4] 刘健智,王丹. 国内外关于翻转课堂的研究与实践评述[J]. 当代教育理论与实践, 2014, 6 (2):68-71.
- [5] 张金磊,王颖,张宝辉. 翻转课堂教学模式研究[J]. 远程教育杂志, 2012, 30(4):46-51.
- [6] 陈瑞增,刘思思. 翻转课堂:传统教育面临的机遇和挑战[J]. 电子世界, 2013(18):214-214.
- [7] 曾明星,周清平,蔡国民,等. 软件开发类课程翻转课堂教学模式研究[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(2):203-209.
- [8] 杨伟杰. 翻转课堂:转变与挑战[J]. 教学与管理:理论版, 2013(30):93-95.

(上接第97页)

参考文献:

- [1] 孔进喜,韩文芳,吕广英. 荸荠食品加工研究进展[J]. 保鲜与加工, 2011, 11(1):43-46.
- [2] 王薇. 荸荠的保健功能和加工利用[J]. 食品与药品, 2005, 7(4):45-48.
- [3] Na-Kyoung Leea; Byeong Su Junga; Da Som Naa. Hwan Hee Yua. The impact of antimicrobial effect of chestnut inner shell extracts against *Campylobacter jejuni* in chicken meat [J]. LWT - Food Science and Technology, 2016, 65:746~750.
- [4] 罗杨合. 马蹄皮资源化利用研究[J]. 应用化工, 2009(9):1367-1377.
- [5] 王泽南,陶学明,胡晓浩. 微波膨化荸荠脆片加工工艺研究[J]. 食品科学, 2008(03249~251).
- [6] Dongwu Lianga; Fengying Lina; Gongming Yanga. Advantages of immersion freezing for quality preservation of litchi fruit during frozen storage [J]. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 2015, 35:948~956.
- [7] 中华人民共和国卫生部. GB/T 10782-2006 蜜饯通则[S]. 北京:中国标准出版社, 2006.
- [8] 中华人民共和国卫生部. GB4789. 2-2010 食品微生物学检验. 菌落总数测定[S]. 北京:中国标准化出版社, 2010.
- [9] 郑龙,肖正东,王陆军. 板栗品种褐变度差异性及其多酚氧化酶活性的相关性研究[J]. 食品工业科技, 2015(18)126~130.
- [10] 黄丽,高月明,杨君. 低糖佛手瓜蜜饯加工技术研究[J]. 食品工业, 2012, 33(4):65-67.
- [11] 郭森. 低糖果脯加工技术及保藏性研究[D]. 西安:西北农林科技大学, 2003.
- [12] 卢寅泉,张丽雯. 蜜饯生产中影响渗糖主要因素的研究[J]. 广州食品工业科学, 1994 (2):8-12.
- [13] 牟增容,刘世雄. 果脯蜜饯加工工艺与配方[M]. 北京:科学技术文献出版, 2001:121-333.