

徐 飞,钮福祥,朱 红,等. 复合紫色甘薯条的生产工艺[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):264-266.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.087

复合紫色甘薯条的生产工艺

徐 飞,钮福祥,朱 红,岳瑞雪,孙 建,张 毅

(江苏徐州甘薯研究中心,江苏徐州 221131)

摘要:以紫色甘薯品种宁紫薯 1 号为材料,进行复合紫色甘薯条加工的预备试验,结果表明:加入 1.2% 果冻粉,可赋予产品足够的特性和韧性,便于成形。同时,对影响复合紫色甘薯条质量的含糖量、浓缩比、柠檬酸用量及烘烤温度等主要因素进行研究,通过正交试验确定最佳参数组合:糖的添加量 15%、浓缩比 1.5:1、柠檬酸用量 0.12%,烘烤温度 60℃。在该条件下生产出来的复合紫色甘薯条色泽鲜亮,条形饱满而完整,规格统一,富有一定的弹性和韧性,口感筋道,甘薯香味浓郁。

关键词:紫色甘薯条;加工;生产工艺;正交试验

中图分类号: TS215 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)08-0264-03

甘薯营养丰富,富含 18 种氨基酸,其中含有人体必需的 8 种氨基酸,膳食纤维的含量为米面的 10 倍,维生素 B₁ 和维生素 B₂ 是米面的 2 倍,维生素 E 为小麦的 9.5 倍,维生素 C 和胡萝卜素比小麦高 10 倍等^[1]。此外,甘薯还具有许多生理保健功能。日本国立癌症预防研究所对 40 多种蔬菜进行抑癌试验,结果发现甘薯的抑癌效果最好。甘薯是一种理想的碱性食品,可调节人体的酸碱平衡。甘薯中含有丰富的膳食纤维,可预防肠道癌及消化道疾病。紫色甘薯中的花青素有强烈脱除氧自由基的功能,具有防癌、抗癌、抗过敏、抗突变、改善关节柔韧性和血管弹性、调节免疫力等生理功能。可见,紫色甘薯具有更加广阔的开发和应用前景^[2-5]。

随着研究的不断深入,甘薯日益凸显的营养价值和保健价值越来越受到人们广泛的关注。“食甘薯热”正在兴起,成

为人们追求健康的消费时尚。甘薯食品的加工也如火如荼地开展,形成了丰富多彩的产品面貌,如甘薯条、甘薯片、真空油炸薯片、香脆薯片、速冻甘薯条等产品^[6-7]。就甘薯条加工而言,传统甘薯条的生产以薯块切条制作而成,该方法对甘薯原料要求比较高,适宜的品种少,产生的下脚料多,浪费严重。本研究的复合紫色甘薯条是利用甘薯泥进行调配、浓缩、成形、烘烤而成,它改变了甘薯原有的组织结构和加工性能,形成的产品口感筋道,甘薯香味浓郁,形态饱满,突出了紫色甘薯条的营养和色泽特点,增加了产品的新颖性,同时紫色甘薯可与不同肉色甘薯复合,形成丰富的色彩,大大提高产品的商品价值,丰富甘薯产品的面貌,但有关这一方面的研究鲜见报道。复合紫色甘薯条用甘薯泥制作而成,原料利用率高,品种适宜性广,是甘薯加工利用的一条经济途径。

1 材料与方法

1.1 材料

新鲜紫色甘薯宁紫薯 1 号,一级白砂糖,果冻粉,柠檬酸;打浆机,60 目不锈钢网筛,不锈钢锅,不锈钢铲,不锈钢钢丝

收稿日期:2014-08-05

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-11-B-20);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(14)2005-4]。
作者简介:徐 飞(1965—),男,江苏新沂人,副研究员,从事农产品加工研究。E-mail:xufei_11@126.com。

[3] Chung I M, Kim E H, Ma Y O, et al. Antidiabetic effects of three Korean sorghum phenolic extracts in normal and streptozotocin-induced diabetic rats[J]. Food Research International, 2011, 44: 127-132.

[4] 邓 楷, 张楷正, 王 蓉, 等. 不同酒曲对啤酒品质的影响研究[J]. 食品与发酵科技, 2012, 48(5): 83-85.

[5] Xu T C, Yang S H, Ju Zhao, et al. Optimization of the formula of Maca lozenges by orthogonal test[J]. Agricultural Science & Technology, 2014, 15(6): 994-998.

[6] 卫春会, 黄治国, 罗惠波, 等. 干型苹果酒发酵工艺条件的优化[J]. 现代食品科技, 2013, 29(2): 367-370.

[7] GB 13662—2008 黄酒标准[S]. 2008.

[8] 明红梅, 曹新志, 董瑞丽. 松针枸杞灵芝保健酒的研制[J]. 食品与机械, 2010, 26(4): 120-122, 131.

[9] Luo T, Fan W L, Xu Y. Characterization of volatile and semi-volatile compounds in Chinese rice wines by headspace solid phase microextraction followed by gas chromatography-mass spectrometry[J].

Journal of the Institute of Brewing, 2008, 114(2): 172-179.

[10] Cao Y, Xie G F, Wu C, et al. A study on characteristic flavor compounds in traditional Chinese rice wine-guyue longshan rice wine[J]. Journal of the Institute of Brewing, 2010, 116(2): 182-189.

[11] Emilio M G, Aceto M, Maurino V. Classification of nebbiolo-based wines from piedmont (Italy) by means of solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry of volatile compounds[J]. Journal of Chromatography A, 2002, 943(1): 123-137.

[12] 章克昌. 酒精与蒸馏酒工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1995.

[13] Chen S, Xu Y, Qian M C. Aroma characterization of Chinese rice wine by gas chromatography-olfactometry, chemical quantitative analysis and aroma reconstitution[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(47): 11295-11302.

[13] 张楷正, 程 驰, 明红梅, 等. 液液萃取和气质联用分析新型啤酒中挥发性及半挥发性风味物质[J]. 酿酒科技, 2013(12): 94-97, 102.

刀,烘箱等。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程 复合紫色甘薯条生产工艺流程:紫色甘薯→清洗→去皮→护色→切分→熟化→打浆→调配→浓缩→注模→冷却成形→造型→烘烤→整理→包装。

1.2.2 操作要点及基本工艺参数的确定

1.2.2.1 原料的选择 原料食味要好,色泽鲜亮。为便于薯泥浓缩、减少能耗、提高产品出率,原料干率不宜太低,选择干率>23%的高干率品种,如京薯 6 号、宁紫薯 1 号、徐紫薯 3 号、济薯 18 等都比较适宜。本研究选宁紫薯 1 号为试验材料,该品种干物率较高,为 28% 左右,肉色鲜艳,食味佳。

1.2.2.2 护色 宁紫薯 1 号去皮后应立即进行护色处理,护色液为柠檬酸 0.15%^[7],亚硫酸钠对花青素有褪色作用,不宜使用。若整个甘薯带皮蒸煮,则无须护色,去皮后放入护色液中。

1.2.2.3 原料熟化方式 为便于浓缩,要尽量减少水分的加入,采用蒸汽加热熟化的方法比较好。为缩短蒸熟时间,甘薯可切片后再蒸煮。

1.2.2.4 打泥(打浆) 同样,打泥时也要尽量少加水,以能够连续出料为宜。总用水量是原料净质量的 1.5 倍。

1.2.2.5 去除粗纤维 粗纤维影响产品外观和口感,打浆时须去除。试验用打浆机不能够去除粗纤维,打浆后须要过 60 目不锈钢网筛去除粗纤维。生产中,打浆机用孔径为 0.6 mm 不锈钢网筛即可基本去除粗纤维。

1.2.2.6 调配 配料中除果冻粉(凝胶剂)外,白砂糖和柠檬酸具有调节口感的作用。白砂糖与果冻粉混合溶解后加入薯浆,柠檬酸调配成水溶液,接近浓缩终点时加入。

1.2.2.7 浓缩 浓缩既是去除部分水分的过程,提高干物率,保证产品的饱满形态,同时也是不同配料相互热融合过程,加热浓缩和不断搅拌能够使配料混合均匀。浓缩终点时,用铲子挑起薯泥,有滞留现象,这时薯泥含水量 40% 左右,既有一定的干物率,又具有一定的流动性,便于注模。

1.2.2.8 注模 浓缩达到终点时,倒入柠檬酸溶液,快速搅拌均匀后,趁热立即注模,以免降温凝固,失去流动性,影响注模。注模后,将表面刮平,静置放置。

1.2.2.9 冷却定型 注模后采用冷水或冷风强制冷却,以凝固定型。冷却速度宜快,以减轻酸的热降解作用,影响凝固效果。冷却定型后,即是甘薯糕。

1.2.2.10 成形 冷却定型后的甘薯糕具有一定的弹性和韧性,可整体从模具中移出,用不锈钢钢丝刀先后 2 次切成条形,长短尺寸根据需要而定。切条时,动作要轻柔,防止断条。

1.2.2.11 烘烤 烘烤时,切分好的甘薯条,单层摆放于网筛烘具中,避免相互粘连和受热不均。按设定温度烘烤至含水量 16%~18%,柔软而有透明感。

1.2.3 预备试验 本研究选用果冻粉为凝冻剂,它是果糕类食品常用的凝冻剂,是复合甘薯条形成的最重要的物质,它的添加量直接影响产品的形成、形态和口感;但添加过多也会影响口感,增加成本。因此,对果冻粉的添加量进行单因素的预备试验,以确定适宜的果冻粉添加量。

1.2.4 正交试验 除以上影响产品质量的工艺因素外,含糖量也会影响产品的口感,适宜的含糖量使产品的风味更加协调;甘薯泥浓缩状态即浓缩比(甘薯浆与浓缩物料重量

比),既影响复合紫色甘薯条成形效果,又影响产品的形态;柠檬酸的添加是为了调节口感,使糖酸比适宜,但是柠檬酸对果冻粉有降解作用,对产品成形造成直接影响;温度既影响产品的烘烤状态,又能够加速柠檬酸对果冻粉的降解作用,烘烤温度不适宜,就会严重影响产品的形态和口感。综合考虑以上各因素,确定含糖量(以去皮后的鲜薯质量为基数)、浓缩比、柠檬酸添加量及烘烤温度为正交试验 4 因素,按表 1 中 3 个水平进行正交试验。

表 1 复合紫色甘薯条加工工艺的正交试验设计

水平	A:加糖量 (%)	B:浓缩比	C:柠檬酸 添加量(%)	D:烘烤温度 (℃)
1	15	1.0:1	0.08	45
2	20	1.5:1	0.12	60
3	25	2.0:1	0.16	75

2 结果与分析

2.1 预备试验结果

由表 2 可以看出,当果冻粉的添加量达到 1.0% 时,产品凝冻效果好,弹性、韧性足,既不粘连,也便于成形;而低于 0.8% 时,产品难以成形,韧性不足,口感黏牙。但是,果冻粉含量高,也会影响产品风味,高于 1.6% 时,产生异味。兼顾弹性和风味两方面因素,选择适宜的果冻粉添加量为 1.2%,即为最佳比例。

表 2 果冻粉的添加量对复合甘薯条成形工艺的影响

添加比例 (%)	影响状况
0.60	稍有弹性
0.80	有弹性
1.00	弹性尚好
1.20	特性尚好
1.40	特性好
1.60	弹性足,稍有异味
1.80	弹性足,有异味

预备试验结果还表明,单一的果冻粉凝冻特性不受温度变化影响,即在工艺适宜的范围内,温度的变化不会影响果冻粉的凝胶强度。

2.2 正交试验结果

从正交试验结果和极差分析结果(表 3)得出,以上 4 因素对产品质量的影响从大到小依次为 C>D>A=B,最佳组合为 A₁B₂C₂D₂,为试验 2 号组合,即加糖量 15%,浓缩比 1.5:1,柠檬酸添加量 0.12%,烘烤温度 60℃。

2.3 原因分析

2.3.1 柠檬酸添加量的影响 从正交试验结果可看出,柠檬酸添加量是最大的影响因素。柠檬酸不仅用于调节口感,使产品达到适宜的糖酸比,还在于柠檬酸对果冻粉有降解作用,从而影响产品的形态、口感。柠檬酸浓度越大,果冻粉热降解程度越高,成形越困难。另外,受热能够加速柠檬酸对果冻粉的降解作用,尤其在烘烤阶段,时间长(4~6 h)、温度高(最高 75℃),稍有不慎,果冻粉降解严重,产品就会失去韧性和形态感,口感黏牙。添加柠檬酸调节 pH 值,使紫色甘薯中花青素的色泽更加鲜艳。所以,柠檬酸的添加量不仅要适宜,而且还要选择在浓缩终点添加,这样既能改善色泽,又能减轻果

表 3 复合紫色甘薯条加工工艺的正交试验结果

试验号	A	B	C	D	感官评分 (分)
1	1	1	1	1	89
2	1	2	2	2	95
3	1	3	3	3	90
4	2	1	2	3	91
5	2	2	3	1	89
6	2	3	1	2	91
7	3	1	3	2	91
8	3	2	1	3	90
9	3	3	2	1	92
k_1	91.3	90.3	90.0	90.0	
k_2	90.3	91.3	92.7	92.3	
k_3	91.0	91.0	90.0	90.3	
R	1.0	1.0	2.7	2.3	

注:感官评分包括色泽、形态、口感、风味 4 个指标,满分共 100 分,4 个指标各 25 分。

冻粉的热降解程度。

2.3.2 烘烤温度的影响 从极差分析结果可看出,烘烤温度也是对产品质量影响较大的因素。烘烤是水分蒸发的主要动力,温度低,水分蒸发缓慢,效率低;温度高,不仅影响产品色泽,更严重的是能够加速柠檬酸对果冻粉的降解作用,从而使产品失去应有的弹性、口感和饱满的形态。因此,复合紫色甘薯条烘烤温度宜为 60 ℃ 左右,不宜超过 65 ℃。

2.3.3 加糖量和浓缩比的影响 为了调节产品口感而添加白砂糖,不同的人的口感嗜好不同,对甜味的要求和感受不同,白砂糖的添加对工艺和产品感官质量影响较小。浓缩比主要影响产品的饱满度,浓缩比小,水分高,烘烤后产品形态不饱满;浓缩比高,产品状态饱满,但浓缩比太高,就会影响柠檬酸的混合,流动性降低,也不便出料和注模。

3 结论与讨论

3.1 浓缩方式

薯泥的浓缩是复合紫色甘薯条生产工艺中的一个重要环节,浓缩方式不仅影响浓缩物的状态(如色泽、气味、硬度等),还影响产品的质量和生产效率。这里主要讨论 2 种浓缩方式:(1)夹层锅常压浓缩。浓缩与物料混合同时进行,温度高,便于物料融合,水分蒸发快。随着水分的蒸发,温度逐渐升高,容易发生焦糖和美拉德反应,影响物料色泽。(2)真空浓缩。根据薯泥的特性,采用刮板式真空浓缩锅,不仅能够得到较高的浓缩比,而且能够较好地保持甘薯泥原有的色泽和风味。同时,浓缩时间短、效率高。但是,由于真空降低了物料温度,使物料提前发生凝冻现象,失去流动性,无法进行注模和造形。因此,结合常压和真空浓缩的特点,可按照“常压热混合→真空浓缩→常压热融合→注模”的工艺顺序进行,这样既能提高效率,又能保持产品色泽。

3.2 果冻粉的添加量

在试验条件下,样品处理的批量比较小,各种试验参数都能够严格控制,从而能够获得比较准确的试验结果。在实际生产中,处理批量大,生产连续进行,各种工艺参数很难准确控制,如热浓缩时间、烘烤温度、烘烤时间及配料的计量等参数,会产生一定的波动和误差,可能会影响产品质量。尤其果

冻粉会产生热酸降解,工艺操作不慎,受热过度,会加速果冻粉酸降解,影响凝冻效果和产品质量。生产中除严格控制工艺流程和各种技术参数外,还可适当增加果冻粉添加量,以适应生产工艺宽泛性的要求。另外,生产中尽量减少下脚料的产生及下脚料的反复回填利用,以免产生果冻粉降解物的积累,影响产品口感和色泽。

3.3 甘薯泥的再开发利用

紫色甘薯经“熟化→打泥→调配→浓缩→注模→冷却成形→造型→烘烤”等工艺加工而成复合紫色甘薯条,作为中间产物,薯泥还可以用来进一步加工成其他形式的产品,如薯糕、薯枣、香脆薯饼、小薯仔,添加到面粉中制作甘薯挂面等;浓缩薯泥也可作为终端产品直接销售,作面包、饼干、月饼等的馅料料、调味料和薯酱等直接食用^[8-10];有的采用酶解法制作紫甘薯泥,用于调配饮料,从而提高溶解性^[11];紫色甘薯泥可与其他肉色甘薯泥复合,制作色彩薯条,提高产品的新颖性。薯泥可开发的产品多种多样,深受消费者喜爱。浓缩薯泥作为再加工原料便于储存和运输,可以调节原料在季节和地域上的限制,为甘薯的加工利用开辟更加广泛的途径。

复合甘薯条的生产以宁紫薯 1 号为材料,最佳技术参数组合为:果冻粉添加量 1.2%、加糖量 15%、浓缩比 1.5 : 1、柠檬酸添加量 0.12%、烘烤温度 60 ℃。在此生产工艺条件下,产品色泽鲜艳,条形饱满,口感筋道,甘薯香味浓郁。在产品质量影响因素中,柠檬酸添加量和烘烤温度对产品质量影响较大,而加糖量及浓缩比影响相对较小。为提高效率、保持产品色泽,将甘薯浆混合及浓缩时最好采用常压与真空浓缩相结合的方式。在实际生产中,要严格控制热处理过程,减轻和避免果冻粉的热酸降解。甘薯泥作为中间产物和半成品,再开发利用潜力巨大,市场前景广阔。

参考文献:

[1]秦宏伟,杨红花,史春余,等. 甘薯中 β -胡萝卜素提取工艺研究[J]. 食品科学,2007,28(1):123-126.
[2]钱建亚,刘 栋,李 彩,等. 甘薯紫色素性质研究[J]. 食品科学,2003,24(9):38-41.
[3]龚魁杰. 甘薯糖蛋白研究进展[J]. 食品科学,2007,28(6):359-362.
[4]赵 璇,金素娟,李占军,等. 紫心甘薯的利用价值与开发前景[J]. 河北农业科学,2012,16(5):84-86.
[5]史经略. 紫甘薯黄酒的研制[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):286-288,289.
[6]徐 飞,李洪民,张爱君,等. 香脆薯片生产工艺研究[J]. 江苏农业科学,2008(5):237-239.
[7]徐 飞,钮福祥,张爱君,等. 甘薯的速冻保鲜加工及护色工艺研究[J]. 江苏农业科学,2006(5):145-147.
[8]徐 飞,张爱君,朱 红,等. 香脆薯饼的加工工艺研究[J]. 江苏农业科学,2008(1):210-212.
[9]徐 飞,李洪民,张爱君,等. 甘薯泥的开发及利用[J]. 江苏农业科学,2010(3):332-334.
[10]渠琛玲,玉崧成,付 雷. 甘薯的营养保健及其加工现状[J]. 农产品加工·学刊,2010,223(10):74-76,79.
[11]李 博,雷 激,汤富蓉,等. 紫甘薯泥制作工艺的研究[J]. 食品科技,2011,36(4):81-86.