

文章编号: 100226819(2001)0520122205

低油脂红心甘薯薯片的常压油炸工艺研究

林河通^{1,2}, 陈绍军², 张炳铃²

(1 浙江大学; 2 福建农林大学)

摘要: 研究了红心甘薯片的常压油炸工艺, 结果表明: (1) 薯片护色条件为 NaHSO_3 0.10% + 柠檬酸 0.10% 浸泡 5 min, 然后在 95~100 的热水烫漂 3 min; (2) 脱水温度为 60, 120 min, 即油炸前半成品的含水率控制在 42% 左右; (3) 冻结温度为 -32, 时间控制 30 min; (4) 甘薯薯片的最佳油炸条件为油炸温度 170, 油炸时间 1 min, 料油比 1.5~1.4。依此工艺油炸的薯片, 色泽橙红, 整片酥脆, 气泡均匀, 外形美观, 油脂含量低于 15%。

关键词: 红心甘薯; 薯片; 常压油炸; 护色; 脱水; 速冻; 低油脂

中图分类号: S377

文献标识码: A

甘薯 (*Pomoea batatas* L am.) 又名番薯、红薯。我国甘薯产量居世界首位, 年产量约 1 亿 t, 甘薯是福建省仅次于水稻的第二大粮食作物。福建省连城县种植红心甘薯 4 700 hm^2 , 年产量近 15 万 t, 其加工制品红心甘薯干为闽西 8 大干之首, 畅销全国各地及东南亚、日本, 甘薯产业为该县农业产业化的主导产业, 年产值 3.2 亿元, 形成了“二万农户种甘薯, 五千农户搞加工, 百家企业抓推销, 亿万产值富万家”的喜人局面。随着生产的发展, 甘薯系列产品的开发成为急需解决的问题。目前, 果蔬脆片是一种新型的休闲食品, 很受人们欢迎, 市场潜力巨大。现代医学研究表明, 食用油对血脂、脂质过氧化、膜磷脂脂肪酸及血小板功能有影响^[1]。常压油炸果蔬脆片因含有较高的油脂而难以为人们所接受, 因而低脂化是油炸食品的必然趋势。而要生产出低油脂高质量的果蔬脆片, 常采用真空低温油炸工艺^[2~5], 而真空低温油炸整套生产设备需投入较多资金, 基层生产单位较难推广。为此, 本研究以福建省连城红心甘薯为原料, 探讨原料护色、脱水、速冻与油炸条件等主要生产工艺环节, 以研究出红心甘薯薯片最佳生产工艺, 从而能够采用普通恒温常压油炸设备生产低油脂高质量的薯片, 为普及高质量低油脂薯片油炸工艺创出一条新路。

1 材料与方 法

收稿日期: 2001 20221

作者简介: 林河通, 副教授, 博士, 福州市金山 福建农林大学食品科学系, 350002

1.1 材料

原料: 连城红心甘薯、菜籽油、调味料

药品: 亚硫酸氢钠 (NaHSO_3)、柠檬酸、无水乙醇

1.2 工艺流程

原料 选料 清洗 去皮 修整 切片 护色
烫漂 冷却 脱水 速冻 油炸 甩油 调味
包装 成品

1.3 试验设计

1.3.1 护色效果试验

选择 NaHSO_3 和柠檬酸作为护色剂。试验设置 4 种处理: (1) NaHSO_3 0.05% + 柠檬酸 0.10%; (2) NaHSO_3 0.10% + 柠檬酸 0.10%; (3) NaHSO_3 0.15% + 柠檬酸 0.10%; (4) 清水对照。将甘薯切成厚度为 1.5~2 mm 的薄片, 投入预先配好的护色液中浸泡 5 min, 取出薄片在 95~100 的热水烫漂 3 min 后冷却, 再于 -32 速冻 30 min, 然后在 170 的油中油炸, 并由 6 个专业技术人员对经不同护色处理的产品进行感官评定, 以是否接近橙红色为标准, 满分为 30 分(表 1)。

1.3.2 薯片油炸前不同脱水程度对产品油脂含量和质量的影响

预备试验观察到, 油炸前薯片脱水对成品的质量和油脂含量有影响。试验设置 60 烘箱烘烤 0、30、60、90、105、120、150、180 min 等 8 种处理, 用常压干燥法测定各自的含水率, 同时用索氏提取法测定成品脂肪含量^[6], 按前工艺操作, 并按表 1 的评定标准确定最佳的脱水程度。

表1 甘薯薯片的感官评定标准

Table 1 The standards of organoleptic evaluation of sweet potato slices

等级	含脂率 ω (30分)	色泽(30分)	酥脆性(20分)	气泡(10分)	外形(10分)
1	< 20(26~30分)	橙红色, 无斑点(21~30分)	整片酥脆(18~20分)	均匀(9~10分)	平整(9~10分)
2	21~30(19~25分)	淡红色, 无斑点略带黑(17~20分)	大部分酥脆(14~17分)	较均匀(7~8分)	稍弯曲(7~8分)
3	> 30(10~18分)	有斑点, 带烤焦色(6~16分)	大部分呈松态(10~13分)	不均匀(5~6分)	卷角(4~5分)

1.3.3 不同冻结状况对产品质量影响

预备试验观察到, 甘薯薯片经速冻后, 有利于改善薯片油炸过程气泡均匀性、产品酥脆度、表面平整度等品质。试验选择上述实验最佳护色、脱水工艺, 采用液化化床式速冻, 设置-32、-26、-22, 未冻结四种处理, 油炸后选择产品感官质量最佳的冻结工艺。

1.3.4 应用正交试验法探讨最佳油炸工艺条件

选择上述试验最佳的护色、脱水、速冻工艺来油炸, 取原料入锅油温度, 油炸时间和料油比3个因素, 其因素和水平的设计见表2。选取 $L_9(3^4)$ 正交表, 按表1的感官评定标准确定最佳油炸工艺。

表2 油炸条件的因素和水平表

Table 2 Factors and levels of frying conditions

水平	因素		
	A: 入锅油温 ω	B: 油炸时间 α in	C: 料油比
1	150	1	1/3
2	170	2	1/4
3	190	3	1/5

2 结果与讨论

2.1 护色处理对产品色泽的影响

由表3可看出, 甘薯薯片油炸前经护色液浸泡的, 其油炸后的色泽明显好于对照, 且护色效果以0.10% NaHSO_3 + 0.10% 柠檬酸浸泡5 min, 而后在95~100℃热水烫漂3 min为最好, 产品经油炸后呈橙红色, 无褐变现象。而未经护色处理的产品, 油炸后呈黄褐色, 有黑斑点, 易焦化。这是因为甘薯中含有酚类物质, 在酚酶的作用下发生酶促褐变; 维生素C也会在抗坏血酸氧化酶或过氧化物酶作用下氧化为脱氢抗坏血酸, 脱氢抗坏血酸与氨基酸反应生成褐色产物(美拉德反应), 同时甘薯存在的大量糖类与蛋白质(氨基酸等)物质在一定条件下发生非酶褐变(如美拉德反应)^[7]。试验表明, 经 NaHSO_3 和柠檬酸混合处理, 再经烫漂可有效地抑制褐变。这是因为在 NaHSO_3 溶液中加入适量的柠檬酸, 降低护色液

的pH值, 既可抑制酶促褐变, 又可抑制美拉德反应等非酶褐变^[8]; 烫漂起着杀酶作用, 抑制酶促褐变。

表3 护色处理对甘薯薯片色泽的影响

Table 3 Effect of color protection treatment on color of sweet potato slices

处 理	产 品 色 泽	感 官 评 分
NaHSO_3 0.05% + 柠檬酸 0.10% + 烫漂	淡红色, 少许斑点	24
NaHSO_3 0.10% + 柠檬酸 0.10% + 烫漂	橙红色, 无斑点	29
NaHSO_3 0.15% + 柠檬酸 0.10% + 烫漂	暗红色, 少许斑点	22
清水对照	黄褐色, 带斑点	16

2.2 甘薯薯片油炸前脱水对产品油脂含量和品质的影响

分别取经60℃脱水0、30、60、90、105、120、150、180 min等8组样品, 取少量测定含水率, 其它按前述工艺速冻常压油炸, 并测定产品的油脂含量。由于油炸前薯片脱水时间不同, 其半成品含水率不同, 因而油炸时间、成品含脂量也不同(图1, 2)。薯片半成品含水率随脱水时间的延长而降低, 曲线回归方程为 $y = 90.3890 \exp(-5.3363 \times 10^{-5} x^2)$ ($r = -0.9582^{3.3}$), 两者呈极显著负相关(图1)。薯片油炸后产品油脂含量随半成品含水率的降低而降低, 曲线回归方程为 $y = 7.5523 \exp(0.0195x)$ ($r = 0.9589^{3.3}$), 两者呈极显著正相关(图2); 油炸时间随半成品含水率的降低而缩短, 即 $y = 0.2832 \exp(0.0306x)$ ($r = 0.9317^{3.3}$), 两者呈极显著正相关(图2)。试验发现, 脱水时间为0、30、60 min(含水率分别为83.72%、80.51%、73.58%)的半成品, 油炸后颜色深, 边角易炸焦, 中间水分难炸干, 气泡少, 含脂率高, 品质差; 而脱水时间为150、180 min(含水率为29.13%、13.28%)的半成品, 油炸后呈暗褐色, 有焦味, 脆但口感不好, 形状差, 且油炸程度不易掌握; 脱水时间为90、105、120 min(含水率为69.57%、56.25%、41.67%)的半成品, 油炸后感官评定为较高分。由表4得出, 在脱水120 min于170℃油炸1 min, 能生产出含脂率低于15% (与真空油炸相当), 色泽橙红, 无斑点, 酥脆, 外形平整, 气泡均匀的薯片。

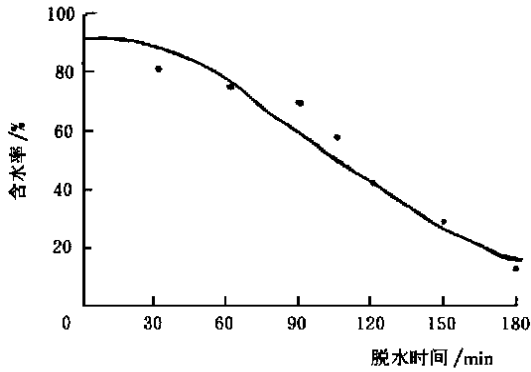


图1 薯片脱水时间与半成品含水率的关系

Fig 1 The relationship between sweet potato slices dehydration time and water content of sem finished p product

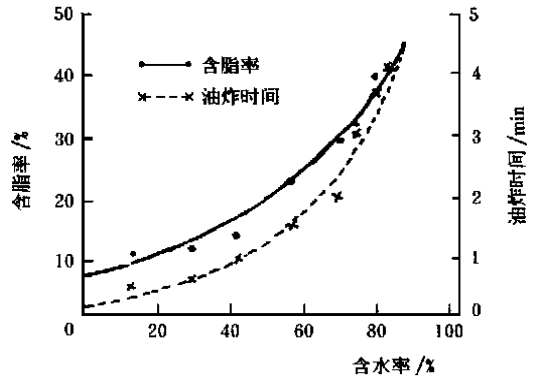


图2 薯片含水率对油炸时间、产品含脂率的影响

Fig 2 Effect of water content of sweet potato slices on frying time and fat content of product

表4 脱水时间对甘薯薯片品质的影响

Table 4 Effect of dehydration time on quality of sweet potato slice

t (脱水时间) min	含脂率(%) (30分)	色泽(30分)	酥脆度 (20分)	气泡 (10分)	外形 (10分)	感官评分 (100分)
0	40.06(10分)	淡红色无斑点边角焦(20分)	不酥脆(8分)	不均匀(5分)	平整(9分)	52
30	38.7(12分)	淡红色无斑点边角焦(20分)	不酥脆(8分)	不均匀(5分)	平整(9分)	54
60	31.99(17分)	淡红色无斑点边角焦(20分)	多呈松态(10分)	细腻不均匀(6分)	平整(9分)	62
90	28.84(21分)	橙红色无斑点(28分)	多呈酥脆(16分)	细腻较均匀(9分)	平整(9分)	83
105	22.72(24分)	橙红色无斑点(29分)	整片酥脆(18分)	细腻均匀(8分)	平整(9分)	88
120	14.47(29分)	橙红色无斑点(29分)	整片酥脆(19分)	细腻均匀(9分)	平整(9分)	95
150	12.14(29分)	暗褐色少量斑点有烤焦味(15分)	整片酥脆(18分)	细腻均匀(9分)	卷角(5分)	76
180	11.55(29分)	暗褐色少量斑点有烤焦味(13分)	整片酥脆(18分)	细腻均匀(9分)	卷角(5分)74	

注: 60 脱水, 170 油炸至气泡只剩少许, 含水率 5%。

2.3 冻结速度对产品的影响

比较试验表明, 甘薯薯片(1.5~2mm厚)经护色、烫漂、60 脱水 120 min, 在-32 速冻 30 min 后油炸, 成品外形平整, 口感酥脆, 色泽良好, 气泡均匀, 还可缩短油炸时间(表5)。这是因为当冻结温度较高, 冻结速度缓慢时, 果蔬内部会形成较大的冰晶, 且分布不均匀, 这些较大的冰晶往往产生强大的压力, 挤压撕破细胞壁, 从而使解冻后的汁液外流, 严重影响冻结后的品质, 使果蔬片油炸后的品质低劣; 而当冻结温度较低, 冻结速度较快时, 形成的冰晶则极其细小, 且迅速分布在果蔬组织内部, 数量多且分布均匀, 不伤害植物细胞, 较好地保持了果蔬片内部组织的完整性^[9]。因此, 经速冻的薯片油炸脱水时, 水分可由原来的微细的冰晶状态迅速而均匀地升华为水蒸汽, 使气泡均匀, 薯片表面微孔细腻, 同时水分均匀蒸发, 各部分受力均匀, 避免脆片外形卷曲、表面不平整等现象, 使脆片外形完整, 口感酥脆细腻。

表5 冻结状况对甘薯薯片的感官质量影响

Table 5 Effect of freezing condition on organoleptic quality of sweet potato slice

冻结温度	色泽状况	外形	酥脆度	气泡
-32	++	+++	+++	+++
-26	++	+++	++	+++
-22	+	++	+	+
未冻结	--	--	-	-

注: “+++”、“++”、“+”分别表示很好、较好、好; “--”、“-”表示较差、差。

2.4 正交试验的感官检验

油炸甘薯薯片正交试验感官检验评分见表6。表6说明, 因素的主次为: 料油比>油炸时间>入锅温度, 最佳组合为A₂B₁C₃, 即入锅温度170, 油炸时间1min, 料油比1:5。由试验结果得最高分为A₂B₁C₂, 即入锅温度170, 油炸时间1min, 料油比1:4。因此, 入锅温度170, 油炸时间1min, 料油比1:5~1:4为最佳工艺参数。

表 6 正交试验方案及结果分析表

Table 6 The schemes and the result analysis of orthonogonal experiment

序号	A 入锅温度/°C	B 油炸时间/min	C 料油比	试验感官评定平均分			
				色泽(30分)	外形(10分)	酥脆度(20分)	总分
1	1(150)	1(1)	1(1/3)	淡红色,无斑点(21分)	平整(9分)	呈松态(10分)	40
2	1	2(2)	2(1/4)	橙红色,无斑点(27分)	平整(9分)	部分酥脆(14分)	50
3	1	3(3)	3(1/5)	橙红色,无斑点(26分)	平整(9分)	大部分酥脆(16分)	51
4	2(170)	1	2	橙红色,无斑点(29分)	平整(9分)	整片酥脆(19分)	57
5	2	2	3	红色有焦色(18分)	稍弯曲(8分)	酥脆(18分)	54
6	2	3	1	有斑点烤焦色(11分)	卷角(5分)	脆有苦味(15分)	31
7	3(190)	1	3	橙红色无斑点略黑(22分)	平整(9分)	整片酥脆(19分)	50
8	3	2	1	淡红色有焦色(15分)	弯曲(6分)	脆有苦味(15分)	36
9	3	3	2	有斑点烤焦色(6分)	卷角(4分)	硬而苦(4分)	18
T_1	141	147	107				$T = 387$
T_2	142	140	125				
T_3	104	100	155				
t_1	47	49	35.67				
t_2	47.33	46	41.67				
t_3	34.67	33.33	51.67				
R_j	12.66	15.67	16.00				
优水平	A ₂ B ₁ C ₃						
主次顺序	C > B > A						

3 结 论

本试验中的速冻可有效地解决甘薯薯片外形卷曲、表面不平整以及表面起泡等问题,可使脆片组织多孔疏松、口感酥脆;同时速冻前的脱水处理有利于克服速冻伴随有含油量增加的负效应,缩短油炸时间。速冻油炸红心甘薯片的工艺要点是(1)护色条件为 NaHSO_3 0.10% + 柠檬酸 0.10%,浸泡 5 min,而后在 95~100 °C 的热水烫漂 3 min; (2)脱水温度 60 °C, 120 min,即油炸前半成品的含水率控制在 42% 左右; (3)冻结温度为 -32 °C, 30 min; (4)甘薯薯片入锅温度为 170 °C,油炸时间 1 min,料油比 1/5~1/4。依此工艺油炸的薯片,色泽橙红,整片酥脆,气泡均匀,外形美观,油脂含量低于 15%。

[参 考 文 献]

[1] 唐茂云. 食用油对血脂、脂质过氧化、膜磷脂脂肪酸及血小板功能的影响[J]. 营养学报, 1994, 16(3): 344~

347.

- [2] 阳 雨. 国内外果蔬脆片生产技术发展概况[J]. 食品与机械, 1995, (5): 4~ 6
- [3] 韦毅光, 赖学佳. 果蔬脆片的加工[J]. 食品科学, 1995, (3): 31~ 33
- [4] 朱增祥. 真空低温油炸食品生产及设备[J]. 食品与机械, 1994, (3): 16
- [5] 刘勤生, 吴 昆, 张 洁等. 低温真空油炸果蔬[J]. 食品科学, 1994, (3): 28~ 31.
- [6] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992, 1~ 2, 45.
- [7] 郑继舜, 杨昌举. 食品储藏原理与运用[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 1989, 51~ 54
- [8] 黄梅丽, 姜汝焘, 江小梅. 食品色香味化学[M]. 北京: 轻工业出版社, 1987, 58~ 71.
- [9] 王建中. 果蔬脆片生产中速冻工艺的研究[J]. 冷饮与速冻食品工业, 1997, (4): 1~ 2

Frying Technological Process of Low-Fat "Red-Heart" Sweet Potato Slices at Normal Atmospheric Pressure

Lin He tong^{1,2}, Chen Shao jun², Zhang Bing ling²

(1. Department of Food Science and Nutrition, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China;

2. Department of Food Science, Fujian Agriculture & Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: The frying technological process of low fat "Red-Heart" sweet potato slices at normal atmospheric pressure was studied, and the results showed as follow: (1) The condition of color protection is that the sweet potato slices were dipped into the solution of NaHSO₃ 0.10% and citric acid 0.10% for 5 minutes, then hot water blanching at the temperature of 95~100 for 3 minutes. (2) Dehydration at 60 for 120 minutes, and then the water content of semi-finished product was controlled at about 42% before frying. (3) Slices were frozen at -32 for 30 minutes. (4) The optimum frying conditions of sweet potato slices were the frying temperature at 170 for 1 minute, and the ratio of sweet potato slices to oil was from 1:5 to 1:4. After the process, the sweet potato slices were red-orange in color, crisp and fine in texture, even in bubble distribution, beautiful in external form, and fat contents were less than 15%.

Key words: "red-heart" sweet potato; sweet potato slice; frying at normal atmospheric pressure; color protection; dehydration; quick freezing; low fat

《园艺学报》2002年征订启事 欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告

《园艺学报》是中国园艺学会主办的学术刊物, 刊载有关果树、蔬菜、观赏植物和西瓜、甜瓜等方面未经发表的科研报告及研究简报, 经过省(直辖市)级审定或鉴定的新品种、学术活动报道、新书征订及广告等。读者对象主要是园艺科研人员、大专院校师生及专业技术人员。

本刊2002年改为大16开本, 96页, 双月25日出版。每期定价6元, 全年36元。国内外公开发行, 全国各地邮局办理订阅, 邮发代号822471,

漏订者可直接寄款至本编辑部订购。国外发行由中国国际图书贸易总公司承办, 代号BM 448。

本刊自办发行2000年增刊和2001年增刊, 每册10元。欲购者请与编辑部联系。

地址: 北京中关村南大街12号 中国农科院蔬菜花卉所《园艺学报》编辑部

邮政编码: 100081

电话: (010) 68919523