

加工工艺对油炸马铃薯片品质的影响

谢国芳, 刘晓燕, 王瑞, 马立志

(食品与制药工程学院贵阳学院, 贵州省果品加工工程技术研究中心, 贵州贵阳 550005)

摘要: 本文研究了油炸马铃薯片加工过程中切片预干燥时间、油炸温度和不同浸泡处理对油炸马铃薯片品质的影响, 通过薯片炸前炸后色泽变化、亮度、丙烯酰胺含量、水分含量、含油量及感官指标等理化指标进行评估。结果表明, 油炸马铃薯片的色泽变化和丙烯酰胺含量随油炸温度升高增大, 预干燥时间越长切片炸前水分含量越低, 油炸时间越短, 但随着预干燥时间的增加油炸薯片色泽变化也越大。油炸马铃薯片的最佳生产工艺为: 鲜切马铃薯片先在 85 °C 清水中热烫 3.5 min, 再用 0.3% CaCl₂ 溶液中室温浸泡 30 min, 浸泡后切片在 60 °C 下热风干燥箱干燥 15 min, 130 °C 油炸即可得到色泽变化最小、丙烯酰胺含量低的油炸薯片。

关键词: 加工工艺; 丙烯酰胺; 马铃薯片; 感官品质

文章编号: 1673-9078(2013)7-1651-1654

Effect of Processing Technology on Fried Potato Chips

XIE Guo-fang, LIU Xiao-yan, WANG Rui, MA Li-zhi

(Food and Pharmaceutical Engineering Institute, Guiyang University, Guiyang Engineering Research Center for Fruit Processing, Guiyang 550005, China)

Abstract: The effects of different methods (fried temperature, drying time and treatment) in processing on the quality of fried potato chips were investigated by an analysis of the physical-chemical parameters of fried potato chips, including color changes, *L**, acrylamide content, moisture content, oil content and sensory quality. The results indicated that the changes of color and acrylamide content increased with increasing frying temperature. The longer drying time, the lower moisture content of the slices before frying potato chips, and the shorter frying time. However, the color change increased with the increase of drying time. The optimum processing conditions for fried potato chips were determined as follows: blanching the samples at 85 °C, for 3.5 min in distilled water, immersing them in 0.3% CaCl₂ solution at 25 °C for 30 min, drying them at 60 °C for 15 min and frying them at 130 °C.

Key words: processing technology; acrylamide; potato chip; sensory quality

油炸马铃薯片是一种休闲食品, 具有纯天然、营养损失少及风味可口等特点, 受到越来越多的消费者的青睐。但由于自身物质(还原糖和自由氨基酸), 经高温长时加工, 产生对人体有中等毒性的丙烯酰胺。在日益重视健康和安全的今天, 如何降低马铃薯片中的丙烯酰胺含量, 同时提高马铃薯片色泽及品质是促进马铃薯加工及其产业化发展的重要课题。欧仕益等、张玉萍等^[1-2]通过建立葡萄糖-天冬酰胺模拟反应体系, 研究鲜切薯片在 L-谷氨酸、L-谷氨酰胺、L-天冬氨酸、L-天冬酰胺、L-赖氨酸、甘氨酸、L-半胱氨酸、NaHSO₃、CaCl₂ 和 NaCl 溶液中浸泡后对薯片中丙烯酰胺含量的影响, 认为 CaCl₂ 能有效的抑制丙烯酰胺的生成^[3-4]。漂烫能有效减少鲜切马铃薯片中还原糖和

收稿日期: 2013-03-23

基金项目: 贵州省社会发展科技攻关计划项目(黔科合 SY 字[2011]3118 号); 贵州省果品加工工程技术研究中心建设项目(黔科合[2012]217)

作者简介: 谢国芳(1987-), 男, 助教, 研究方向为农产品加工与贮藏

通信作者: 刘晓燕(1972-), 女, 副教授, 研究方向为农产品储藏与加工

天冬酰胺的含量, Pedreschi 等和 Haase 等^[5-7]研究显示漂烫结合天冬酰胺酶处理能降低油炸薯片中丙烯酰胺 17% 以上, 同时薯片中丙烯酰胺含量还取决于马铃薯的品种和产地等。通过鲜切薯片炸前预干燥, 降低水分含量及其活度, 能够显著降低成品中的含油量^[8], 鲜切马铃薯片在 6.67 Pa、60 °C 下真空干燥 5~15 min 后进行油炸, 可有效降低薯片中 18% 的丙烯酰胺含量^[9]。目前, 对油炸马铃薯片加工工艺报道的文献很多, 大多是基于对热烫、各种添加剂浸泡处理、炸前预干燥、油炸温度、油炸时间及油炸环境(真空或常压等)的单独报道或同类作用处理的对比, 不同阶段几种处理方法系统地结合尚未见相关报道。本试验结合热烫、CaCl₂ 浸泡、切片预干燥时间及油炸温度开展研究, 研究不同预处理和油炸温度对马铃薯片色泽、水分、丙烯酰胺及感官的影响, 为马铃薯片加工业提供科学依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

马铃薯, 市售, 香满园棕榈油餐饮调和油。CaCl₂、丙烯酰胺、乙醇, 均为国产分析纯。甲醇、乙酸乙酯、正己烷、硫酸铵、无水硫酸钠、亚铁氰化钾、硫酸锌为分析纯。乙酸乙酯需重蒸, 无水硫酸钠需 550 °C 4 h 才能使用。

1.2 仪器与设备

CR-10 色差仪, 柯尼卡美能达有限公司; MB25 水分分析仪, 奥豪斯仪器(上海)有限公司; 722 型可见光分光光度计, 上海天普分析仪器有限公司; TGL-16A 冷冻离心机, 长沙平凡仪器有限公司; DF-II 集热式磁力搅拌器, 常州澳华仪器有限公司; 岛津 GC-14C 气相色谱仪(配有电子俘获检测器(ECD)及威玛龙色谱数据工作站) 日本岛津公司。

1.3 方法

1.3.1 处理方法

将市售新鲜马铃薯洗净, 用纱布吸干, 去皮, 用家用刨子制备成 2 mm 厚薄均匀的薯片, 在用刀片切成 3.5×2.0 cm 大小, 并用清水漂去游离淀粉, 再进行不同处理: 油炸温度分别为 130、140、150 及 160 °C; 切片在 85 °C 清水中浸泡 30 min 后, 再在 60 °C 烘箱干燥, 其干燥时间为 5、10、15、20、25 及 30 min; 先在 85 °C 热水漂烫 3.5 min, 再在 0.3% CaCl₂ 浸泡 30 min; 在 0.3% CaCl₂ 溶液中 85 °C 漂烫 3.5 min; 油炸至膨松状态, 沥去油, 冷却, 得到成品。

1.3.2 马铃薯片感官质量评价方法^[10]

表 1 感官品质评定标准

Table 1 Sensory evaluation standard of the samples

感官指标	评价	等级	分数
香气 (20 分)	有油炸风味和土豆香气	优	15~20
	有香气, 但不明显	中	10~15
	无香气, 或有异味	差	5~10
色泽 (25 分)	无褐变, 且呈油炸金黄色	优	20~25
	少量褐变	中	15~20
	严重褐变	差	10~15
油腻感 (25 分)	不油腻	优	20~25
	油腻	中	15~20
	极油腻	差	10~15
酥脆度(30 分)	酥脆, 有油炸食品口感	优	24~30
	表面酥脆, 但内部松软	中	18~24
	松软, 毫无酥脆感	差	12~18

由 3 个以上食品专业感官评定员对样品进行感官评定。通过观察、品尝等感知手段按预的评分标准进行评分, 然后分别取每项得分平均值, 最后把 3 项得分综合作为对产品感官品质的评价。感官评定的评价

标准如表 1。

1.3.3 丙烯酰胺测定

溶液配制及样品处理参照文献^[11]。

色谱条件: 色谱柱: 程序控制分流/不分流进样器(PSS); Elite-Wax 石英毛细柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm); 升温程序: 60 °C 保持 2 min, 以 9 °C/min 升至 170 °C, 保持 5 min, 以 8 °C/min 升至 195 °C, 保持 2 min, 以 40 °C/min 升至 235 °C 保持 2 min; 载气(N₂) 流速 1.6 mL/min, 不分流进样, 进样量 1.0 μL; 进样口温度 250 °C, 检测器温度 280 °C。

1.3.4 水分测定

采用 MB25 水分分析仪进行测定, 将样品粉碎后, 称取 5 g 放入已烘干的托盘中, 105 °C 干燥 30 min, 以湿基计, 读取水分含量。

1.3.5 色差测定

采用 CR-10 色差仪测定薯片的颜色。采用亨特均匀表色系系统测定 L、a、b 值表示脆片的颜色, 重复 3 次, 其中 L 表示白度; 红度 a 值表示色泽红/绿; 黄度 b 值表示黄/蓝。

1.3.6 含油量测定

脂肪含量的测定采用索氏提取法测定, 试验方法参照 GB/T5009.6-2003。

2 结果与讨论

2.1 丙烯酰胺测定

2.1.1 定性条件

将乙酸乙酯/正己烷(4:1, V/V) 纯溶剂与 2,3-DBPA 标准溶液(10 μg/mL) 分别进样, 比较两者色谱图后得 2,3-DBPA 保留时间为 17.532 min。

2.1.2 标准曲线的绘制

向 7 个 250 mL 锥形烧瓶中分别加入 0(空白)、50、500、1000、2000、4000、5000 μL 的丙烯酰胺标准溶液(10 μg/mL), 加入蒸馏水, 使其体积为 100 mL, 然后再将这些溶液按照样品处理步骤进行处理。最后将其定容液分别进行 GC 分析。以峰面积为横坐标, 浓度为纵坐标得标准曲线。回归方程为 $Y=0.1223X+0.4669$, $R^2=0.9982$, 说明该标准曲线可靠性高。

2.2 不同油炸温度对马铃薯片品质的影响

油炸温度是油炸马铃薯片生产中重要工艺条件。由表 2 可以看出, 通过 ANOVA 及 Duncan 新复极差分析表明: 不同油炸温度对马铃薯片的感官评分、L 值、E 值、水分、丙烯酰胺含量及含油量具有极其显著影响 ($P<0.001$)。140 °C 时薯片的感官评分显著高于其他各油炸温度的成品。马铃薯片的色差的主要指标是白度值即 L 值的大小, 另外, 从 E 值的大小也可

以看出不同油炸温度的油炸成品与原料色泽的差异度, E 值越小代表成品色泽与原土豆片色泽越接近。马铃薯片中丙烯酰胺含量随着油炸温度急剧增加, 160 °C时油炸成品中丙烯酰胺的含量接近 130 °C时的 7 倍, 同时油炸时间也随着油炸温度的升高而减少, 这与 Gökmen V 和 Michalak J 等的报道一致^[12-13]。成品中水分含量随油炸温度升高呈上升趋势, 油炸温度

由 130 °C升高到 150 °C时成品的含油量呈现上升趋势, 主要是由于随着温油温度升高, 薯片表面易炸焦, 产生不良色泽, 因此油炸时间缩短, 薯片较软, 油浸入后不易沥出。130 °C的油炸温度油炸时需要时间相对较长, 成品产品中水分含量和含油量相对较低; 综合考虑, 130 °C的油炸温度适合马铃薯片的工业化生产。

表 2 不同油炸温度对马铃薯片品质的影响

Table 2 Effect of different fried temperature on qualities of potato chips

油炸温度/°C	感官评分	L*	E	水分含量/%	丙烯酰胺含量/(μg/kg)	含油量/%
130	76.67±0.58 ^b	53.17±2.0 ^b	9.43±0.28 ^d	3.68±0.20 ^d	7.29±0.03 ^d	16.28±0.73 ^c
140	83.00±1.00 ^a	62.77±5.87 ^a	11.13±0.36 ^c	6.50±0.06 ^b	23.02±0.05 ^c	18.36±0.12 ^b
150	74.00±1.00 ^c	57.30±5.35 ^{ab}	12.27±0.28 ^b	5.80±0.14 ^c	25.30±0.34 ^b	23.51±0.35 ^a
160	70.67±0.58 ^d	55.73±6.46 ^b	13.53±0.39 ^a	7.35±0.04 ^a	48.36±0.13 ^a	17.31±0.21 ^c

注: 1) $E^2=(L-L_0)^2+(a-a_0)^2+(b-b_0)^2$; 2) 0 为炸前马铃薯片的色泽值; 同一列内不同字母表示具有显著差异 (P<0.05)。

2.3 不同干燥时间对马铃薯片品质的影响

预干燥时间对马铃薯片的脆度和色泽等品质都有较大影响。由表 3 可以看出, 通过 ANOVA 及 Duncan 新复方差分析表明: 不同预干燥时间对鲜切薯片炸前水分含量及其产品的感官评分、L 值、E 值、水分含量及含油量等具有极其显著影响 (P<0.001)。随着干燥时间的增加, 鲜切薯片中水分含量逐渐减少, 同时

干燥时间越长, 水分降低减慢; 由于预干燥时间越长鲜切薯片中水分含量越低, 容易炸脆, 油炸所需时间越短, 含油量逐渐降低, 色泽变化也较大; 鲜切薯片预干燥 15 和 25 min 对马铃薯片品质的影响不显著。相对而言, 预干燥 15 min 成品的感官评价最佳, 成品水分含量最低, 含油量适中, 且色泽与鲜切薯片最接近。

表 3 不同干燥时间对马铃薯片品质的影响

Table 3 Effect of different drying time on qualities of potato chips

干燥时间/min	感官评分	炸前水分含量/%	L*	E	炸后水分含量/%	含油量/%
5	72.67±0.58 ^c	75.26±0.17 ^a	53.43±0.25 ^c	11.69±0.44 ^e	14.54±0.42 ^a	30.03±0.31 ^a
10	80.33±0.58 ^b	68.63±0.46 ^b	57.80±0.26 ^c	17.34±0.27 ^c	6.12±0.03 ^c	22.61±0.54 ^b
15	87.67±0.58 ^a	66.80±0.35 ^c	61.77±0.15 ^a	12.31±0.52 ^e	5.05±0.10 ^e	15.32±0.49 ^c
20	77.33±0.58 ^c	66.62±0.08 ^c	61.20±0.53 ^a	14.47±0.35 ^d	5.23±0.12 ^d	13.24±0.38 ^d
25	75.00±1.00 ^d	65.23±0.25 ^d	59.90±0.60 ^b	19.78±0.45 ^b	5.52±0.25 ^d	10.56±0.28 ^e
30	72.00±1.00 ^c	59.83±0.04 ^e	56.40±0.20 ^d	21.48±0.38 ^a	11.98±0.42 ^b	8.34±0.34 ^f

注: 1) $E^2=(L-L_0)^2+(a-a_0)^2+(b-b_0)^2$; 2) 0 为炸前马铃薯片的色泽值; 同一列内不同字母表示具有显著差异 (P<0.05)。

2.4 不同处理对马铃薯片品质的影响

表 4 不同处理对马铃薯片品质的影响

Table 4 Effect of different treatment on qualities of potato chips

处理	感官评分	L*	E	水分含量/%	丙烯酰胺含量/(μg/kg)	含油量/%
CK	76.67±0.58 ^b	53.17±0.15 ^c	12.43±0.29 ^c	3.68±0.20 ^a	7.13±0.03 ^c	35.21±0.57 ^a
M1	85.67±0.58 ^c	60.43±0.59 ^a	5.57±0.35 ^a	5.27±0.07 ^c	2.45±0.06 ^a	12.48±0.41 ^c
M2	72.67±0.58 ^a	54.67±0.29 ^c	9.45±0.51 ^b	4.67±0.19 ^c	4.80±0.09 ^b	28.57±0.29 ^b

注: 1) $E^2=(L-L_0)^2+(a-a_0)^2+(b-b_0)^2$; 2) 0 为炸前马铃薯片的色泽值; 同一列内不同字母表示具有显著差异 (P<0.05); 3) CK 空白对照, M₁ 切片先在 85 °C 热水漂烫 3.5 min, 再在 0.3% CaCl₂ 浸泡 30 min, M₂ 切片直接在 85 °C 的 0.3% CaCl₂ 热烫 3.5 min。

不同处理对油炸马铃薯片品质的影响见表 4。由表 4 可以看出, 通过 ANOVA 及 Duncan 新复方差分析表明: 不同处理对薯片的感官评分、L 值、E 值、水分含量、含油量及丙烯酰胺含量具有极其显著影响 ($P<0.001$)。热烫后再进行 0.3% CaCl_2 浸泡处理的薯片品质最好, 能有效地降低丙烯酰胺含量和含油量且对薯片色泽的影响较小, 主要是由于 CaCl_2 处理能够有效提高薯片的脆度, 拥有较好的质构, 热烫处理可有效降低切片中还原糖的含量, 预干燥可有效减少薯片中的水分含量及其活度和含油量, 从而降低油炸马铃薯片中丙烯酰胺的含量^[2, 14]。

3 结论

3.1 油炸温度对油炸马铃薯片品质有较大的影响, 特别是薯片色泽和丙烯酰胺含量, 温度越低丙烯酰胺含量和色泽变化越低。因此, 130 °C 为最佳油炸温度。

3.2 不同预干燥时间对油炸马铃薯片的品质的影响较大的是切片及成品水分含量, 预干燥时间越长切片炸前水分含量越低, 缩短油炸时间, 从而降低产品的含油量, 但随着预干燥时间的增加油炸时色泽变化也越大, 预干燥 15 min 后在进行油炸最佳。

3.3 不同预处理对油炸马铃薯片的品质有较大影响, 先 85 °C 清水热烫后再进行 0.3% CaCl_2 浸泡处理, 在 60 °C 热风干燥箱干燥 15 min, 对马铃薯片有较好的护色、降低产品中含油量和丙烯酰胺含量的作用。

参考文献

- [1] 欧仕益, 张玉萍, 黄才欢, 等. 几种添加剂对油炸薯片中丙烯酰胺产生的抑制作用[J]. 食品科学, 2006, 27(5): 137-140
OU S Y, ZHANG Y P, HUANG C H, et al. Inhibition of Acrylamide Formation in Fried Potato Crisps by Some Food Additives [J]. Food Science, 2006, 27(5): 137-140
- [2] 张玉萍, 欧仕益, 袁霖, 等. 3 种添加剂对油炸薯片丙烯酰胺产生和质构的影响[J]. 中国粮油学报, 2006, 22(3): 131-132, 139
ZHANG Y P, OU S Y, Yuan L, et al. Effects of Three Food Additives on Acrylamide Formation and Texture in Fried Potato Crisps [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2006, 22(3): 131-132, 139
- [3] 于淼, 邓刘蒙子, 江姗姗, 等. 7 种氨基酸对丙烯酰胺的消除作用[J]. 食品科学, 2012, 33(17): 21-24
YU M, DENG L M Z, JIANG S S, et al. Effects of Seven Amino Acids on the Elimination of Acrylamide [J]. Food Science, 2012, 33(17): 21-24
- [4] Pedreschi F, Granby K, Risum J. Acrylamide Mitigation in Potato Chips by Using NaCl [J]. Food Bioprocess Technol, 2010, 3: 917-921
- [5] Pedreschi F, Mariotti S, Granby K, et al. Acrylamide reduction in potato chips by using commercial asparaginase in combination with conventional blanching [J]. LWT-Food Science and Technology, 2011, 44: 1473-1476
- [6] Pedreschi F, Bunge A, Skutys O, et al. Grading of Potato Chips According to Their Sensory Quality Determined by Color [J]. Food Bioprocess Technol, 2012, 5: 2401-2408
- [7] Haase N U, Matthäus B, Vosmann K. Minimierung-ansätze zur Acrylamid-Bildung in pflanzlichen Lebensmittelaufgezeigtam Beispiel von Kartoffelchips [J]. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 2003, 99, 87-90
- [8] 刘婷婷, 谭兴和, 邓洁红, 等. 马铃薯片常压油炸工艺优化研究[J]. 食品科技, 2012, 37(3): 117-121
LIU T T, TAN X H, DENG J H, et al. The Optimization of Normal Pressure Frying Technology for Potato Chips [J]. Food Science and Technology, 2012, 37(3): 117-121
- [9] Suman M, Nicoli C M. Acrylamide removal from heated foods [J]. Food Chemistry, 2010, 119: 791-794
- [10] 张群, 张慜, 范柳萍, 等. 护色工艺对真空油炸马铃薯片品质的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2008, 27(1): 49-52
ZHANG Q, ZHANG M, FAN L P, et al. The Effects of Color-preservation Technology on the Quality of Vacuum Fried Potato Chips [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2008, 27(1): 49-52
- [11] 周宇, 朱圣陶, 刘仁平. 气相色谱法测定食品中丙烯酰胺[J]. 食品科学, 2006, 27(3): 194-196
ZHOU Y, ZHU S T, LIU R P. Determination of Acrylamide in Food by Gas Chromatography [J]. Food Science, 2006, 27(3): 194-196
- [12] Gökmen V, Palazoglu T K. Measurement of evaporated acrylamide during frying of potatoes: Effect of frying conditions and surface area-to-volume ratio [J]. Journal of Food Engineering, 2009, 93: 172-176
- [13] Michalak J, Gujska E, Klepacka J. The Effect of Domestic Preparation of Some Potato Products on Acrylamide Content [J]. Plant Foods Hum Nutr, 2011, 66: 307-312
- [14] 王薇, 杨松, 程江华, 等. 不同热烫处理对马铃薯片中还原糖浓度的影响研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(9): 123-127
WANG W, YANG S, CHENG J H, et al. Effect of different blanching treatments on reducing sugar concentration of potato piece [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011, 32(9): 123-127

现代食品科技