

气流膨化菠萝脆片的工艺研究

陈传福, 李 坤, 张培正*

(山东农业大学食品科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘 要: 以当年海南产的新鲜菠萝为原料, 采用气流膨化工艺, 从不同品种、切分、成熟度、温度、压力差、停滞时间、水分含量等几个方面对菠萝的膨化工艺进行了研究。得出膨化菠萝脆片最佳工艺参数: 膨化温度 75℃、停滞时间 2~4min、压力差为 70kPa、膨化时间为 30min、水分含量 20%。

关键词: 气流膨化; 菠萝脆片; 膨化度; 复水比; 停滞时间

Processing Study on Popping Explosion of Pineapple Chips

CHEN Chuan-fu, LI Kun, ZHANG Pei-zheng*

(College of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

Abstract: The study made use of fresh pineapples of Hainan produce as raw materials and adopted popping explosion technology to manufacture a new type of instant pineapple chips. The major parameters including variety, different breeds, different sizes and thicknesses cutting maturation degree, operation temperatures, pressures, residence time and moisture contents were found through the single factor experiments. Educe the optimum craft parameters of the popping explosion of pineapple chips as follows: popping temperature 75 °C, residence time 2~4 min, pressure 70 kPa, residence time 30 min, moisture content 20%.

Key words popping explosion technology; pineapple chips; dilatibility; rehydration rate; residence time

中图分类号: TS255.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)12-0165-04

菠萝在我国水果生产中占有重要地位, 营养丰富, 据科学测定, 菠萝那金黄色诱人的鲜果肉中含有丰富的果糖、葡萄糖、氨基酸、有机酸、蛋白质、脂肪、粗纤维、钙、铁、磷、胡萝卜素多种维生素、烟酸等营养成分。而且菠萝汁所含的菠萝酶在医疗上用途很广。由于菠萝的种植、加工、运输、科研等方面不能协调发展, 深加工技术没有得到广泛的应用, 使满街的菠萝卖不动, 影响了市场的开发。

膨化技术具有原料利用率高, 占地面积小, 生产

能力高等特点。而膨化食品更以其风味好营养价值高, 易于消化吸收等独特的优势, 在食品行业中一枝独秀。气流膨化的菠萝片, 具有色泽好、口感酥脆、品质安全等特点, 为提高菠萝的附加值, 推动菠萝产业的发展指出了方向^[1]。

1 料材与方法

1.1 材料与设备

海南产菠萝购于泰安水果批发市场, 水分含量约为

收稿日期: 2006-10-09

*通讯作者

基金项目: 山东省科技攻关项目(011050101)

作者简介: 陈传福(1980-), 男, 硕士研究生, 研究方向为食品安全。

- [4] 郭兴凤, 周瑞宝, 汤坚, 等. 菜籽蛋白的制备[J]. 郑州工程学院学报, 2001, 22(1): 60-62.
- [5] 李顺灵, 严有兵, 李向珍. 食用菜籽蛋白的提取分离及其应用研究[J]. 广州食品工业科技, 1998(3): 12-14.
- [6] 王车礼, 史美仁. 菜籽粕脱毒提取菜籽蛋白研究进展II—菜籽分离蛋白的制取[J]. 中国油脂, 1997, 22(4): 53-57.

- [7] 何照范. 粮油籽粒品质及其分析技术[M]. 北京: 农业出版社, 1995.
- [8] 吴谋成. 植物生物物质常用分析方法[M]. 华中农业大学中心实验室分析检测教研室, 1987: 65-78.
- [9] 于炎湖, 吴谋成. 饲料毒物学附毒物分析[M]. 北京: 农业出版社, 1992: 242-243.
- [10] 严希康. 生化分离工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.

88%，成熟度为绿转黄。

电加热式果蔬膨化成套设备。

1.2 工艺流程

原料→去皮→切分→预处理→气流膨化→冷却→包装→成品

1.3 操作要点

切分：将去皮后的菠萝进行不同形状和厚度的切分。

预处理：将切分后的菠萝片放入烘箱内，在80℃下，经8h，将产品的水分含量降到20%左右。

膨化、冷却、固化：将原料放入压力罐后，加热到一定温度，打开压力罐与真空罐之间的真空阀。使罐中压力迅速下降，从而引起菠萝片的膨起，当从观察孔观察到全部原料的体积均显著膨大时，恒温一段时间，使原料表面干燥，无水分蒸发，色泽均匀时。在压力罐的夹层壁中通入冷却水使物料固化。当温度降到30℃以下，打开压力罐，取出产品。

1.4 检测方法

1.4.1 膨化度的测量

采用比容法^[2]，膨化菠萝脆片用填充发测定，填充物为小米。

膨化度=(膨化后菠萝脆片的比容-膨化前菠萝脆片的比容)/膨化前菠萝脆片的比容

1.4.2 复水比的测定

取5g样品，复水容器为500ml烧杯，用水量20倍，使试样浸渍其中，在室温条件下浸渍30min后捞出试样置于筛上，自然沥水5min，称沥干重。

$$\text{复水比} = \frac{\text{复水后样品的质量} - \text{复水前样品的质量}}{\text{复水前样品的质量}^{[2]}}$$

2 结果与分析

2.1 切分形状对产品品质的影响

从表1可以看出，切成丁状的菠萝以1cm³膨化效果最佳，切成2cm³和3cm³时的膨化效果不佳。

从表2可以看出，随着片状菠萝厚度的增加，其膨化效果逐渐降低，当菠萝厚度为0.5cm时，膨化效果最佳。从表1、表2可以看出菠萝切成片状的膨化效果比切成丁状的膨化效果要好。

2.2 膨化时间对产品品质的影响

原料经去皮、切分、切片、预处理、膨化加工，干燥冷却成品。膨化时间对产品品质的影响见表3。

从表3可以看出，膨化时间短，内部组织不易完全膨起。膨化时间过长，内部组织会发生焦糖化反应，使产品带有焦胡味。影响产品的外观、色泽及口感。一般膨化时间控制在30~35min内，膨化产品的品质会较好。

2.3 膨化压差对产品品质的影响

原料经去皮、切分、切片、预处理、膨化加工，干燥冷却成品。膨化压差对产品品质的影响见表4。

从表4可以看出，在60~70kPa下，膨化效果好。一般在膨化过程中选70kPa最合适。在此膨化压差下膨化出来的菠萝脆片，不论在外观与色泽还是在口感上，都比较理想。

表1 不同丁状对产品品质的影响
Table 1 Production quality infection from different shape of cube

大小(cm ³)	膨化度	复水比	外观与色泽	口感
1	1.54	1.30	淡黄色，内部组织膨起，质地脆	菠萝风味带酸味
2	0.94	1.13	黄色，没完全膨起，表面有点湿，质地硬	菠萝风味带酸味
3	0.85	1.08	黄色，内部组织微膨起，表面潮湿，质地软	菠萝风味带酸味

表2 不同片状厚度对产品品质的影响
Table 2 Production quality infection from different thickness of piece

厚度(cm)	膨化度	复水比	外观与色泽	口感
0.5	1.63	1.28	淡黄色，内部组织膨起，质地脆	菠萝风味带酸味
1	1.48	1.04	黄色，没完全膨起，表面有点湿，质地硬	菠萝风味带酸味
1.5	1.02	0.97	黄色，内部组织微膨起，表面潮湿，质地软	菠萝风味带酸味

表3 膨化时间对产品品质的影响
Table 3 Production quality infection from puffing time

时间(min)	复水比	膨化度	外观与色泽	口感
25	0.77	1.59	黄色，没完全膨起，质地硬，表面有点湿	菠萝风味带酸味
30	0.81	1.34	淡黄色，内部组织膨起，质地脆	菠萝风味 略带酸味
35	1.09	1.65	淡黄色，内部组织膨起，质地酥脆	菠萝风味
40	1.12	1.61	黄褐色，内部组织膨起，质地硬而脆	略有焦味
45	1.21	2.00	褐色，内部组织膨起，质地硬	焦胡味

表4 膨化压差对产品品质的影响
Table 4 Production quality infection from pressure difference

膨化压差(kPa)	膨化度	复水比	外观与色泽	口感
30	0.80	1.02	黄色, 内部没有膨起, 质地硬, 表面湿	菠萝风味带酸味
40	0.89	1.12	黄色, 内部组织微膨起, 质地硬	菠萝风味 略带酸味
50	1.02	1.21	金黄色, 内部组织没有完全膨起质地硬	菠萝风味
60	1.27	1.26	淡黄色, 内部组织膨起, 质地硬而脆	菠萝风味
70	1.37	1.33	淡黄色, 内部组织膨起, 质地酥脆	菠萝风味

表5 温度对产品品质的影响
Table 5 Production quality infection from operation temperature

温度(℃)	膨化度	复水比	外观与色泽	口感
65	0.95	1.47	黄色, 内部组织膨起, 质地硬	菠萝风味带有酸味
70	0.99	1.58	淡黄色, 内部组织膨起, 质地略硬而脆	菠萝风味略带酸
75	1.02	2.13	淡黄色, 内部组织膨起, 质地酥脆	菠萝风味
80	1.14	2.43	黄褐色, 内部组织膨起, 质地硬而脆	菠萝风味略带胡味
85	1.05	2.50	褐色, 内部组织膨起, 质地硬	焦胡味

表6 成熟度对产品品质的影响
Table 6 Production quality infection from mature degree

成熟度	膨化度	复水比	外观于色泽	口感
1	0.90	1.78	淡黄色, 内部组织膨起, 质地酥脆	菠萝风味略带酸味
2	0.88	1.87	淡黄色, 内部组织膨起, 质地略硬而脆	菠萝风味带酸味
3	0.79	1.60	金黄色, 内部组织膨起, 质地硬而脆	菠萝风味带酸味
4	0.74	1.57	黄 褐色, 内部组织膨起, 质地硬	菠萝风味略带焦味
5	0.68	1.32	褐色, 内部组织膨起, 质地硬	焦胡味

注: 1 成熟度的原料为刚脱涩; 2 成熟度的原料是在1成熟度基础上常温条件下继续成熟24h; 3 成熟度是在1成熟的基础上常温条件下继续成熟36h; 4 成熟度是在1 的成熟的基础上常温条件下继续成熟48h; 5 成熟度是在1 的成熟的基础上常温条件下继续成熟60h。

表7 停滞时间对产品品质的影响
Table 7 Production quality infection from residence time

停滞时间(min)	膨化度	复水比	外观与色泽	口感
2	1.25	1.82	淡黄色, 内部组织膨起, 质地酥脆	菠萝 风味略带酸味
4	1.12	1.76	淡黄色, 内部组织膨起, 质地脆	菠萝风味带酸味
6	0.96	1.68	金黄色, 内部组织膨起, 质地硬而脆	菠萝风味带酸味
8	0.92	1.64	黄褐色, 内部组织膨起, 质地硬	菠萝风味略带焦味
10	0.87	1.58	褐色, 内部组织膨起, 质地硬	焦胡味

表8 水分含量对产品品质的影响
Table 8 Production quality infection from moisture content

水分含量(%)	膨化度	复水比	外观与色泽	口感
10	0.91	1.64	褐色, 内部组织膨起, 质地硬	焦胡味
15	1.02	1.66	黄褐色, 内部组织膨起, 质地脆	菠萝风味带焦味
20	1.19	1.68	金黄色, 内部组织膨起, 质地酥脆	菠萝风味带酸味
25	0.98	1.57	黄色, 没有完全膨起, 表面略湿 质地硬	菠萝风味带酸味
30	0.89	1.49	黄色, 内部组织微膨起, 表面潮湿, 质地软	菠萝风味

2.4 温度对产品品质的影响

原料经去皮、切分、切片、预处理、膨化加工, 干燥冷却成品。膨化温度对产品品质的影响见表5。

从表5可以看出, 菠萝片在75℃下膨化效果最佳。温度过低, 则水分散失不完全, 使产品的酥脆度不佳, 温度过高, 产品焦糖化严重, 呈现褐色。同时会导致营养成分大量损失, 影响了产品的外观色泽及口味。因此, 膨化温度最佳设在70~75℃。

2.5 成熟度对产品品质的影响

五种不同成熟度1、2、3、4、5的菠萝去皮、切分、切片、经预处理、进行气流膨化, 干燥冷却, 包装。成熟度对产品品质的影响见表6。

从表6可以看出, 1成熟度的原料膨化产品品质最好。菠萝在成熟过程中, 果实中的半纤维素、果胶、淀粉的含量减少, 转化可溶性物质, 果肉随之软化。半纤维及果胶的降解先于淀粉。而且淀粉的含量逐渐下降。

大分子的降解,相同能量操作条件下,水蒸发分配的能量多,这有可能是成熟度高的原料与成熟度低的原料在相同条件下膨化,前者易焦糊的原因。因此随着成熟度的增加,膨化质量持续下降。

2.6 停滞时间对产品品质的影响

停滞时间是经过低温处理的菠萝片从进入膨化设备到开始抽真空的时间间隔。原料经去皮、切分、切片、预处理、膨化加工,干燥冷却成品。停滞时间对产品品质的影响见表7。

从表7可以看出,停滞时间在2~4min处理的菠萝片膨化效果较好。因为适当的停滞时间可以使菠萝片充分受热。打开真空阀后,菠萝片内的水分迅速均匀汽化。形成扇状结构的菠萝片。

2.7 水分含量对产品品质的影响

原料经去皮、切分、切片、预处理、膨化加工,干燥冷却成品。水分含量对产品品质的影响见表8。

从表8可以看出,当菠萝预干燥后的水分含量为20%时膨化效果最佳。水分含量过低,缺乏动力。

水分含量过高,则多余的水分难以蒸发完全,即浪费能源,又导致产品水分含量过大而发软,影响产品脆性^[3]。

3 结 论

3.1 从品种来看,海南菠萝在绿转黄时膨化效果最佳,切片的厚度为0.5cm,膨化温度75℃,停滞时间2~4min,压力差为70kPa膨化时间为30min,膨化前的水分含量为20%时的膨化效果最佳。

3.2 膨化度与复水比呈正相关,因为膨化度越大,产品内部组织完全膨起,复水时单位时间内吸收的水分越多,复水比也就越大。

参考文献:

- [1] 高福成. 现代食品工程高新技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.
- [2] 胡本琼. 面包中比容的测定[J]. 计量与测试技术, 2002(6): 39.
- [3] 刘自强. 食品膨化机理的理论探讨[J]. 食品工业科技, 1997(6): 52-53, 79.



美研究人员发现变废水为燃料的细菌

美国研究人员最近报告说,电击以醋和废水为养分的细菌,可以制造出清洁的氢燃料,而氢燃料能够替代汽油给车辆提供动力。

美国宾夕法尼亚州立大学的布鲁斯·洛根说,这种细菌被称为微生物燃料电池,能够将几乎任何可生物降解的有机物质转化为零排放的氢燃料。

现在的氢燃料通常是从矿物燃料中提炼而成,尽管氢动力汽车几乎不会排放导致气候变暖的温室气体,但燃料的生产过程会产生温室气体。

洛根和同事成少安(音译)将研究结果发表在了美国《国家科学院学报》月刊上。他们的实验表明,在加入醋酸的电解池中自然出现了细菌,这些细菌快速分解醋酸,释放出电子和质子,遂产生最高可达0.3伏特的电压。当从外部输入稍多一些电力,氢气气泡就从液体中冒出。这与电解水生成氧和氢的办法相比,效率大大提高。

洛根说:“这种方法仅消耗电解水所需能源的1/10。”这是因为细菌承担了大部分工作,将有机物质分解成亚原子微粒,而电的作用只是将这些微粒聚合成氢。

这一过程最终获得的燃料是气体而非液体,但仍能用于为车辆提供动力。洛根说,该反应过程能够作用于纤维素、葡萄糖、醋酸盐或其他挥发性酸性物质,而唯一的排放物是水。