

菠萝粉干燥特性的研究

常虹, 李远志, 杨璇璇

(华南农业大学食品学院, 广东 广州 510642)

摘要: 对热风干燥和真空干燥菠萝粉进行了研究。探讨了热风干燥和真空干燥菠萝粉的干燥特性, 并进行参数优化, 得到干燥菠萝粉的最佳工艺条件。结果表明, 热风干燥最佳干燥工艺参数为: 温度 70 ℃, 风速 2.5 m/s, 物料量 60 g; 真空干燥的最佳干燥工艺参数为: 真空度 0.08 MPa, 温度 60 ℃, 物料量 60 g。真空干燥所得菠萝粉感官指标明显优于热风干燥, Vc 保留率也较高。

关键词: 菠萝; 热风干燥; 真空干燥

中图分类号: TS205.1; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2008)1-0005-03

Investigation of the Drying Characteristics of Pineapple Powder

CHANG Hong, LI Yuan-zhi, YANG Xuan-xuan

(College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642)

Abstract: The pineapple was treated by warm air drying and vacuum drying, and its drying characteristics were studied in this paper. Results showed that, for the warm air drying of pineapple, the optimum technologic parameters were as follows: the temperature of 70 ℃, wind speed of 2.5 m/s and the material amounts of 60 g. For vacuum drying, the optimum vacuum, temperature and the material amount were 0.08 MPa, 60 ℃ and 60 g, respectively. The powder treated by vacuum drying had better characteristics and higher Vc retention than that by warm air drying.

Key words: pineapple; warm air drying; vacuum drying

菠萝 (pineapple) 又名凤梨、王梨等^[1], 和香蕉、荔枝、芒果并列为世界四大名果。气味芳香, 果肉甜美。中国菠萝主要种植区域分布在广西、广东、海南、福建等省, 且多以小型农户自发种植为主, 管理粗放, 鲜果商品质量不高, 品种以鲜食为主, 加工产品以糖水罐头为主^[2]。将菠萝打浆之后干制成粉, 具有方便、健康、毋须冷藏、保藏运输费用低等优点。不仅可作为固体饮料, 还可作为糕点、饼干、面包等诸多食品的添加剂, 改善制品的营养结构, 使制品在色香味上更胜一筹, 因此有着广阔的市场前景。

为了进一步加强菠萝的深加工, 提高其附加值, 本试验在分析了菠萝粉干燥加工特性的基础上, 研究了生产菠萝粉的不同干燥工艺, 并对热风干燥与真空干燥菠萝粉的产品质量进行比较, 以期为进一步优化水果粉生产工艺提供理论依据。

1 材料与设备

1.1 材料与试剂

收稿日期: 2007-09-24

项目基金: 广东省星火计划 (2005B20401013)

作者简介: 常虹 (1983-), 女, 在读硕士生, 研究方向为食品加工与保藏

通讯作者: 李远志 (1953-), 男, 教授

菠萝: 购于华南农业大学农贸市场, 挑选成熟适度, 表面完整无机械损伤; 麦芽糊精 (广州双桥味精厂出品); 2,6-二氯酚、抗坏血酸、愈创木酚、草酸等, 均为分析纯。

1.2 仪器设备

WZD4S-05 型微波真空干燥试验装置: 南京三乐微波技术发展有限公司; GZ-1 型热风干燥机: 华南工学院机械化工机械厂; DC-P3 型全自动测色色差计: 北京市兴光测色仪器公司; JA2003 电子天平; 胶体磨; 打浆机; 电热恒温水槽; 721 型分光光度计。

1.3 实验方法

1.3.1 工艺流程

菠萝 → 切块 → 打浆 → 加热灭酶 → 调配 → 胶体磨 → 热风或真空干燥 → 集粉 → 粉碎 → 包装 → 检验 → 产品

1.3.2 预处理

将菠萝去皮切块, 放入打浆机打浆, 将菠萝浆进行热烫灭酶处理, 热烫温度为 80 ℃, 时间为 2.5 min。将护色处理后的菠萝浆与麦芽糊精按照 20:3 的比例调配, 过胶体磨, 为干燥做好准备。

1.4 分析检测方法

产品色泽测定: 用 DC-P3 型全自动测色色差计测定菠萝粉的 L, a, b 值, 其中 L 表示透明度, L=0 为

黑色, L=100 为白色; a (正值) 表示红色程度; b (正值) 表示黄色程度。L 值越大, 表示颜色越白, 褐变越轻; a、b 值大, 表示褐变和黄色程度大^[3]。

水分测定: 按 GB/T 5009.3 规定的方法测定。

Vc 测定: 2,6-二氯酚酚滴定法^[4]。

2 结果与分析

2.1 热风干燥对菠萝粉干燥效果的影响

2.1.1 试验因素水平的选取

影响干燥品质的主要因素有空气的温度、风速等。若空气的相对湿度不变, 温度越高, 达到饱和所需的水蒸气越多, 水分蒸发就越容易, 干燥速率也就越快; 反之, 温度越低, 干燥速率也就越慢, 产品容易发生氧化褐变。但也不宜采取过高温度, 根据预试验结果, 当干燥温度在 80 °C 以上时, 产品因热引起严重色变, 同时成品口味不良; 当温度在 60 °C 以下时, 会使干燥时间急剧增加。故本试验选择 60 °C、70 °C、80 °C 三个水平进行试验研究。结合热风干燥设备的干燥能力以及菠萝粉的物理特性, 以干燥温度、干燥风速和物料量为试验因素, 以终产品 Vc 含量、色泽为试验指标, 设计 $L_9(3^3)$ 正交试验, 各因素水平见表 1。

表 1 热风干燥正交试验因素水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal test of warm air drying

水平	温度/°C	风速/(m/s)	物料量/g
1	60	1.5	50
2	70	2	60
3	80	2.5	70

2.1.2 热风干燥试验结果与分析

热风干燥正交试验结果见表 2。对 Vc 含量进行正交分析可知, A 列中 K1 最大, 即最佳温度为 60 °C。B 列中 K3 最大, 即最佳风速为 2.5 m/s。C 列中 K2 最大, 即最佳物料量为 60 g。因此最优组为 $A_1B_3C_2$ 组, 即温度为 60 °C, 风速为 2.5 m/s, 物料量为 60 g 的一组具有最高的 Vc 含量。从 L 值得出最优组合为 $A_2B_3C_2$ 组, 色泽较好, 基本无褐变。但由于干燥温度低, 干燥需时较大, 仪器损耗大, 耗电量高, 因此耗费较大。并且分析 K1, K2, 数据相差不大, 即温度 60 °C 或 70 °C 时对最终 Vc 含量的影响不大。所以综合感官评定、L 值以及最终 Vc 含量三个指标, 得出各个因素的最佳水平组合为 $A_2B_3C_2$ 组, 即温度为 70 °C, 风速为 2.5 m/s, 物料

量为 60 g。

表 2 热风干燥正交试验结果

Table 2 Results of orthogonal test of warm air drying

编号	温度 /°C	风速 / (m/s)	物料量 /g	Vc / (10 ⁻² mg/g)	L 值
1	1(60)	1(1.5)	1(50)	72.9	53.85
2	1	2(2.0)	2(60)	71.82	47.79
3	1	3(2.5)	3(70)	70.12	45.68
4	2(70)	1	3	64.3	39.57
5	2	2	1	66.92	54.51
6	2	3	2	70.88	59.82
7	3(80)	1	2	47.04	49.37
8	3	2	3	42.18	48.61
9	3	3	1	46.04	51.98
k1	214.84	184.24	185.05		
k2	202.10	180.92	189.74		
k3	135.26	187.04	176.6		
K1	71.63	61.41	61.68		
K2	67.37	60.31	63.25		
K3	45.09	62.35	58.87		
R	26.54	0.94	2.81		

另外, 从极差分析的结果可知, $R_A > R_C > R_B$, 因此各因素对实验结果影响的主次顺序为: $A > C > B$, 即影响热风干燥菠萝粉成品 Vc 含量的主次因素为: 温度 > 物料量 > 风速。其中温度对 Vc 含量的影响较为显著, 物料量对 Vc 含量的影响较小, 风速对 Vc 含量的影响极小。

2.2 真空干燥对菠萝粉干燥效果的影响

2.2.1 试验因素水平的选取

影响真空干燥的因素主要有真空度和加热温度等。提供较高的加热温度, 可加快干燥速率, 但是温度过高, 也会对产品产生不良影响, 经预试验, 当温度大于 80 °C 时, 由于菠萝浆含水量高, 遇过高温时, 使细胞质迅速膨胀, 细胞壁破裂, 使可溶性物质流失, 成品的口味不良; 而温度在 60 °C 以下时, 干燥时间较长。因此综合多方面考虑, 选择干燥温度为 60 °C、70 °C、80 °C 三个水平进行试验。考虑到真空机制下强化排气作用和低温的特点, 干燥过程中真空度原则上以高些为好, 但涉及能源消耗, 实际工艺制度等因素, 本试验选择真空度在 0.06~0.08 MPa 的范围内。以真空度、干燥温度和物料量为试验因素, 以终产品 Vc 含量、色泽为试验指标, 设计 $L_9(3^3)$ 正交试验, 各因素水平见表 3。

表3 真空干燥正交试验因素水平表

Table 3 Factors and levels of orthogonal test of vacuum

drying			
水平	真空度/MPa	温度/℃	物料量/g
1	0.06	60	50
2	0.07	70	60
3	0.08	80	70

2.2.2 真空干燥试验结果与分析

真空干燥正交试验结果见表 4。从极差分析结果可知, $R_A > R_B > R_C$, 因此各因素对实验结果影响的主次顺序为: $A > B > C$, 即影响真空干燥菠萝粉成品 Vc 量的主次因素为: 真空度>温度>物料量。其中真空度对 Vc 含量的影响较为显著, 温度和物料量对 Vc 量的影响较小。

通过对 Vc 含量进行正交分析可知, A 列中 K3 最大, 即最佳真空度为 0.08 MPa。B 列中 K1 最大, 即最佳温度为 60 ℃, C 列中 K2 最大, 因此最佳物料量为 60 g。同时, 此组合 L 值也较大, 说明色泽较好, 没出现褐变现象。因此, 综合 Vc 含量、L 值以及感官评定, 选出真空干燥各个因素的最佳水平组合为 $A_3B_1C_2$ 。即真空度为 0.08 MPa, 温度为 60 ℃, 物料量为 60 g。

表4 真空干燥正交试验结果

Table 4 Result of orthogonal test of vacuum drying

编号	因素			Vc /(10 ⁻² mg/g)	L 值
	真空度/MPa	温度/℃	物料量/g		
1	1(0.06)	1(60)	1(50)	72.54	62.55
2	1	2(70)	2(60)	63.94	55.10
3	1	3(80)	3(70)	61.56	79.80
4	2(0.07)	1	3	77.66	59.61
5	2	2	1	76.8	65.00
6	2	3	2	73.68	82.55
7	3(0.08)	1	2	82.58	89.76
8	3	2	3	82.10	82.88
9	3	3	1	82.12	87.67
K1	66.01	77.59	69.89		
K2	76.05	74.28	73.4		
K3	82.27	72.45	73.15		
R	16.26	5.14	3.51		

2.3 热风干燥与真空干燥菠萝粉干燥效果比较

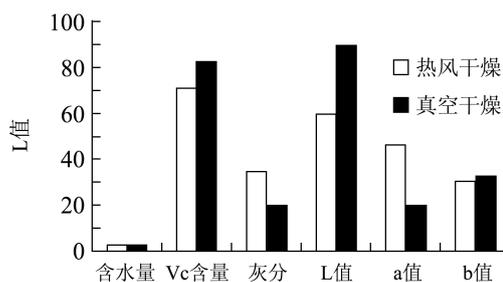


图1 热风干燥与真空干燥菠萝粉效果比较

Fig.1 Effect comparison of warm air drying and vacuum drying of pineapple powder

由图 1 可知, 在含水量相当的情况下, 真空干燥后菠萝粉产品的各项指标均优于热风干燥。由于热风干燥时间长, 因此 Vc 损失严重, 干燥后产品 Vc 含量低于真空干燥; 热风干燥后的 L 值为 59.82, 远小于真空干燥后的 89.76; 而 a 值较大, 说明产品的色泽较真空干燥的差, 有褐变现象。同时经感官比较可知, 热风干燥后产品状态不蓬松, 溶解时间过长, 品质不佳。综合考虑, 干燥菠萝粉使用真空干燥效果大大优于使用热风干燥。

3 结论

3.1 热风干燥的最佳工艺参数为: 温度 70 ℃, 风速 2.5 m/s, 物料量 60 g。影响热风干燥产品 Vc 含量的主次因素是: 温度>物料量>风速。

3.2 真空干燥的最佳工艺参数为: 真空度 0.08 MPa, 温度 60 ℃, 物料量 60 g。影响真空干燥产品 Vc 含量的主次因素是: 真空度>温度>物料量。

3.3 真空干燥产品在色泽、香味、滋味和冲调后状态均优于热风干燥产品, 感官指标也较好, 所得菠萝粉的 Vc 含量也明显比真空干燥的高。

参考文献

[1] 薛效贤,薛芹.鲜果品加工技术及配方[M].上海:科学技术文献出版社,2005

[2] 李运超,杨洋.浓缩菠萝汁生产线[J].食品科学,1990,6:62-64

[3] 郑水华,席玛芳.蘑菇护色与气调贮藏的初步研究[J].浙江农业大学学报,1994,20(2):165-168

[4] 大连轻工业学院等主编.食品分析[M].北京:中国轻工业出版社,1994