

文章编号:1673-1689(2009)05-0603-04

真空含浸奶油草莓的工艺

高乐怡¹, 张愨^{*1}, 安建申², 孙金才²

(1. 食品科学与技术国家重点实验室, 江南大学, 江苏无锡 214122; 2. 海通食品集团有限公司, 浙江慈溪 315300)

摘要: 采用真空含浸和加压含浸将特制的奶油含浸液浸入到真空冷冻干燥的草莓丁中, 生产出既具有奶油的香甜滑腻口感, 又保持果蔬颜色、形状, 并最大限度保留果蔬中的维生素、膳食纤维、常量元素及微量元素的休闲食品。研究了温度、真空度、抽真空时间、常压浸渍时间、重复次数对含浸液渗入到草莓中的含浸量的影响。应用加压后, 含浸液含浸量和均匀性都有提高。

关键词: 草莓; 真空冷冻干燥; 真空含浸; 加压含浸

中图分类号: TS 255.4

文献标识码: A

Study of the Vacuum Impregnation Technology of Strawberry

GAO Le-yi¹, ZHANG Min¹, AN jian-shen², SUN Jin-cai²

(State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Zhejiang Haitong Food Co. Ltd., Cixi 315300, China)

Abstract: In this manuscript, a technology was developed to integrate the cream into the vacuum freeze-drying strawberry by vacuum impregnation and pressure impregnation. Through the detailed investigated the effect of temperature, vacuum, vacuum time, pressure impregnation time, and the number of repeat-containing on the content impregnating into the freeze-drying strawberry, a strawberry product with the sweet Guni, fruit and vegetable's color, shape, and high vitamins content was achieved.

Key words: strawberry, vacuum freeze-drying, vacuum impregnation, pressure impregnation

采用真空含浸和加压含浸将特制的奶油含浸液渗入到真空冷冻干燥的草莓丁中(如图 1 所示), 可生产出既具有奶油的香甜滑腻口感, 又保持果蔬颜色、形状, 并最大限度保留果蔬中的维生素、膳食纤维、常量元素及微量元素的休闲食品^[1]。由于将果蔬中的水分用含浸液取代了, 所以水分含量较低, 易于储藏。含浸后单位果蔬的质量大幅增加, 和单纯真空冷冻干燥的产品相比, 降低了成本。

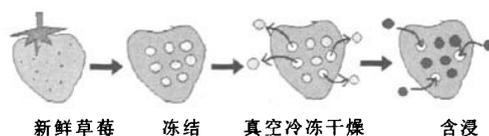


图 1 含浸奶油草莓的基本原理示意

Fig. 1 Schematic diagram of infiltration cream strawberry

收稿日期: 2008-02-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(20776062); 中国博士后基金项目(20070420967)。

* 通讯作者: 张愨(1962-), 男, 浙江平湖人, 工学博士, 教授, 博士生导师, 主要从事农副产品加工与贮藏的研究。

Email: min@jiangnan.edu.cn

1 材料与方 法

1.1 材料与设备

海通公司提供的草莓,以及市售蔗糖、脱脂奶粉、可可脂、乳化剂、香料。

FD-03 型冻干实验机、真空含浸实验机、MP200B 电子天平、雪王子 BD-385 型冰柜、LXJ-II 型离心沉淀机、JB300-D 强力电动搅拌机、TA-Xt2i 质构仪、AR1000 型动态流变仪、UHPF-800MPa-3L 超高压食品处理设备。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程与要点

清洗→切割→漂烫→冻结→真空冷冻干燥→含浸→离心→包装

↑

蔗糖、脱脂奶粉、可可脂、乳化剂、香料→混匀→加热搅拌

工艺要点:1)切割:草莓切成 1 cm³ 左右的丁。2)漂烫:放入沸水中漂烫 2 min,立即放入冷水中冷却。3)冻结:-18 ℃,5 h 以上。4)含浸:将物料以一定的料液质量比浸泡在含浸液中,有两种方法供选择。a. 先抽真空一定时间,再恢复常压一定时间,这样重复若干次;b. 在一定大小的压力下浸泡一定的时间。5)离心:先用网兜捞出物料,接着用大孔的纱布包裹物料,再离心去除表面粘着的含浸液。6)包装:冷却凝固后用避光的材料真空或充氮包装。

1.2.2 增重率 含浸液渗入到干燥的果蔬中,大幅度增重。增重率越高则表明样品中渗入的含浸液越多^[2]。公式如下:

$$W = (M - M_0) / M_0$$

式中,W 为增重率;M 为含浸后产品的质量;M₀ 为含浸前干燥产品的质量。

1.2.3 流变 使用 AR1000 型动态流变仪测定加热融化后含浸液的性质。将融化含浸液涂布在直径 40 mm 的锥板中心,恒温下静止 2 min 后进行测定,样品温度分别控制在 45、55、65 ℃,温度误差在 0.1 ℃之内。剪切速率范围为 0~150 s⁻¹。将剪切速率从零增加到最大值,所用时间为 10 min。每次测量都使用新鲜样品,测量 3~5 次,标准偏差不得超过 5%。

1.2.4 质构 用 TA-Xt2i 质构仪进行压缩破坏试验,分别测定真空含浸和加压含浸的草莓产品的脆度和硬度等力学特性参数。用质构仪的 P 0.5 圆柱型测试探头,操作模式为全质构测定,测试前速度 5 mm/s,测试速度 2 mm/s,测试后速度 5 mm/s,感应力 20 g,压缩距离 50%^[3]。取 5 粒个头相似的草

莓的同一部位,切成约 1 cm³ 的丁,做 5 个平行样,测定取其平均值^[4]。

1.2.5 感官评定 取 10 粒个头相似的草莓的同一部位,切成约 1 cm³ 的丁。待含浸草莓丁冷却凝固后,用单面刀片将其以等间距切成 4 片(如图 2 所示),分别观察其内部有无含浸液渗入,并打分,评价标准见表 1^[5]。

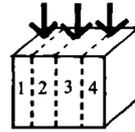


图 2 感官评定切片示意

Fig. 2 Schematic diagram of section for sensory evaluation

表 1 感官评定评分表

Tab. 1 Marking table of sensory evaluation

标准	分数
完全未浸入	0
部分渗入	5
完全渗入	10

2 结果与分析

2.1 温度对含浸量的影响

图 3 是在 3 个不同温度下,先抽真空 10 min,真空度以 0.02 MPa 为间隔从 0.02 MPa 上升到 0.08 MPa,再常压浸渍 50 min,这样重复操作 3 次,测得增重率。

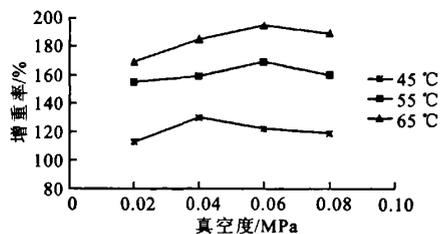


图 3 温度对含浸量的影响

Fig. 3 Effect of temperature on impregnating content

由图 3 可知:温度越高,增重率越大,也就是含浸量越多;这有可能是温度升高后,含浸液的粘度降低,流动性增加,有利于渗入干燥样品的组织间隙。但是温度过高会破坏果蔬中的维生素等营养物质,所以温度不宜过高^[6]。

2.2 温度对含浸液粘度的影响

图 4 是 3 个温度下含浸液的表现粘度随剪切速率的变化曲线。由图 4 可知:随着温度的增加,含浸液的表现粘度降低^[7],验证了 2.1 中的猜想,即含浸液温度越高,粘度越低,流动性增加,利于含浸液

渗入干燥样品的组织间隙,含浸量增加。

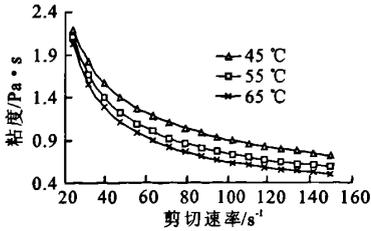


图 4 温度对含浸液粘度的影响

Fig. 4 Effect of temperature on cream mixture's viscosity

2.3 真空度对含浸量的影响

图 5 是在不同的温度下,在 0.03、0.06、0.09 MPa 3 个不同真空度下,先抽真空 30 min,再常压浸渍 30 min,这样重复操作 3 次,测得增重率,以不同温度下常压浸渍相同时间的作为对照。由图 5 可知:与常压浸渍比较,抽真空后草莓含浸量增加了,真空度 0.06 MPa 下比真空度 0.03 MPa 下含浸量多,这有可能是抽真空阶段使物料内部的气体膨胀、逸出,然后瞬间恢复大气压并维持一定的时间,这时物料内部压力由于毛细阻力作用,仍维持在真空状态,而外部压力已经升高,在这个压差作用下,残留在物料内部的气体体积急剧减小,而物料外部含浸液逐渐渗入该毛细多孔体中^[8];但是当真空度增加到 0.09 MPa 时,草莓含浸量反而减少了,这可能是由于真空度过高后,加热装置只能通过含浸液和容器壁传热,失去了空气这个传热介质,而导致含浸液实际温度低于仪器显示的设定温度,粘度增加,含浸量下降。

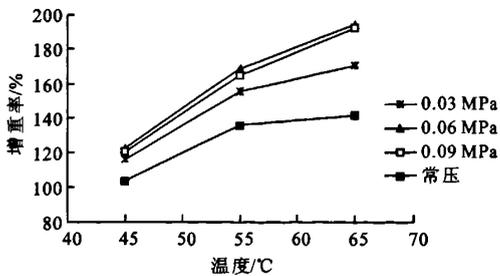


图 5 真空度对含浸量的影响

Fig. 5 Effect of vacuum on impregnating content

2.4 抽真空时间、常压浸渍时间和重复次数对含浸量的影响

表 2 是含浸液温度为 65 °C,真空度 0.06 MPa,先抽真空,再常压浸渍,如此重复此过程下,抽真空时间、常压浸渍时间和重复次数 3 个因素对含浸量影响的正交表。综合考虑,可得抽真空时间为 30 min,常压浸渍时间为 50 min,重复 3 次,所得到的草莓增重率最大,即含浸量最多。由表 2 中极差

结果可知,重复次数对含浸量的影响是最大的,常压浸渍时间对含浸量也有较大影响,抽真空时间的长短对含浸量的影响较小。由 2.3 已经知道,与常压浸渍相比,抽真空对提高含浸量是有作用的,所以要将抽真空与常压浸渍结合起来以间歇的形式操作。抽真空的作用是使物料内部的气体膨胀、逸出,这个过程所需时间对抽真空的时间长短影响不大;然后瞬间恢复大气压,在压差作用下,物料外部含浸液逐渐渗入该毛细多孔体中,含浸液由于粘度较大,常压下的渗入是一个缓慢的过程,故常压浸渍时间的影响较大。

表 2 抽真空时间、常压浸渍时间和重复次数对含浸量的影响正交表

Tab. 2 Orthogonal combination effect result of the vacuum time, pressure impregnation time and the number of repeat—containing on impregnating content

试验号	因素			增重率/%
	抽真空时间/min	常压浸渍时间/min	重复次数	
1	10	10	1	89
2	10	30	2	132
3	10	50	3	192
4	30	10	2	129
5	30	30	3	169
6	30	50	1	122
7	50	10	3	141
8	50	30	1	118
9	50	50	2	163
均值 1	136.667	119.667	109.667	
均值 2	139.000	138.667	141.333	
均值 3	140.667	158.000	165.333	
极差	4.000	38.333	55.666	

2.5 真空含浸和加压含浸的比较

2.5.1 含浸量的比较 真空含浸和加压含浸的含浸量比较见表 3。真空含浸采用 65 °C,真空度 0.06 MPa,先抽真空 30 min,再常压浸渍 50 min,如此重复 3 次;加压含浸是将含浸液和冻干草莓丁置于耐高压聚乙烯袋中,真空封口,使用超高压设备,温度为 65 °C,在 3 MPa 压力下保压 5 min。加压含浸所用的时间远远小于真空含浸的,含浸量明显提高。脆度值是用牙齿咬破(变形很小时)食品所需要的力^[9],脆度大的产品对探头的初始抵抗作用较小,故脆度点对应的压力峰值也较小,即压力越小,产品脆度越大。加压含浸产品的脆度值高于真空含浸的产品,脆度小于真空含浸的产品。硬度值在感官上是指用牙咬断样品所用的力,硬度值越大,说明样品越有咬劲,即咀嚼性越好^[10]。加压含

浸的产品硬度大于真空含浸的产品。这可能是由于加压后冻干草莓丁的组织间隙均匀充满了凝固的含浸液,所以硬度增加,脆度降低。

表3 真空含浸和加压含浸的含浸量比较

Tab. 3 Comparison of impregnating content with vacuum impregnation and pressure impregnation

项目	增重率/%	达到此含浸量所用时间/min	脆度值/g	硬度值/g
真空含浸	147	60	7 857.6	8 148.8
加压含浸	238	5	8 160.7	8 947.2

2.5.2 均匀性的比较 表4是两种不同含浸方式的均匀性比较,做10个平行样,如图2所示将产品均匀分割成4片,分别观察每一片并打分。切片1和切片4位于样品外部,加压含浸比真空含浸渗入稍多;切片2和切片3位于样品中心,加压含浸明显比真空含浸的渗入多;加压含浸的切片1和4的得分稍高于切片2和3的,说明外部比中心渗入多,但相差不大;真空含浸的切片1和4的得分高于切片2和3的,说明外部比中心渗入多,相差较大。总的来说,加压含浸的均匀性要优于真空含浸的。

3 结 语

研究了真空含浸和加压含浸将特制的奶油含浸液渗入到真空冷冻干燥的草莓丁中的工艺。温

参考文献(References):

- [1] 汤浩源,张水勤. 真空冷冻干燥草莓巧克力的研制[J]. 食品科学, 2007, 9(28): 672-675.
TANG Hao-yuan, ZHANG Yong-qin. Development of freeze-dried strawberry covered with chocolate[J]. *Food Science*, 2007, 9(28): 672-675. (in Chinese)
- [2] 丁志华,李保国,苏树强. 真空注入法在功能性食品加工中的试验研究[J]. 工程热物理学报, 2004, 25(6): 1010-1012.
DING Zhi-hua, LI Bao-guo, SU Shu-qiang. Experiment reserch on the functional foods process using vacuum impregnation method[J]. *Journal of engineering thermophysics*, 2004, 25(6): 1010-1012. (in Chinese)
- [3] 胡庆国. 毛豆热风与真空微波联合干燥过程研究[D]. 无锡: 江南大学, 2006.
- [4] Gras M L, Vidal D. Calcium fortification of vegetables by vacuum impregnation Interactions with cellular matrix[J]. *Journal of Food Engineering*, 2003, 56: 279-284.
- [5] 邵长富,赵晋府. 软饮料工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1986: 321-322.
- [6] 徐艳阳,张愨. 真空冷冻与热风联合干燥草莓[J]. 食品与生物技术学报, 2005(1): 45-48.
XU Yan-yang, ZHANG Min. Experimental studies on treatment of strawberries by a combination drying of vacuum freeze and hot2 airflow[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2005(1): 45-48. (in Chinese)
- [7] 朱贞卫,王振东,陈克复. 融化巧克力浆料流变特性的实验研究[J]. 实验力学, 1998, 12(4): 537-541.
ZHU Zhen-wei, WANG Zhen-dong, CHEN Ke-fu. A study on rheological properties of molten chocolate[J]. *Journal of experimental mechanics*, 1998, 12(4): 537-541. (in Chinese)
- [8] Fito P, Chiralt A, Betoret N, et al. Vacuum impregnation and osmotic dehydration in matrix engineering application in functional fresh food development[J]. *Journal of Food Engineering*, 2001, 49: 175-183.
- [9] Vincent J F V. Application of fracture mechanics to the texture of food[J]. *Engineering Failure Analysis*, 2004(11): 695.
- [10] 楚炎沛. 物性测试仪在食品品质评价中的应用研究[J]. 粮食与饲料工业, 2003(7): 40-42.
CHU Yan-pei. Study of physical tester used in evaluating food quality[J]. *Cereal & Feed industry*, 2003(7): 40-42. (in Chinese)

表4 真空含浸和加压含浸的均匀性比较

Tab. 4 Comparison of uniformity with vacuum impregnation and pressure impregnation

样品号	切片评分/分							
	片1		片2		片3		片4	
	真空	加压	真空	加压	真空	加压	真空	加压
1	9	10	8	10	4	10	7	10
2	6	9	5	9	5	9	8	9
3	8	10	4	8	5	9	8	9
4	7	10	7	10	6	8	9	10
5	9	10	5	9	3	10	6	10
6	7	9	3	9	5	10	9	10
7	7	9	5	9	4	7	7	9
8	8	10	6	10	3	9	6	9
9	7	10	4	10	5	9	8	10
10	9	10	6	9	7	10	8	10
总分	77	97	53	93	47	91	76	96
平均分	7.7	9.7	5.3	9.3	4.7	9.1	7.6	9.6

度越高,含浸液粘度越低,含浸量越大;真空度提高,含浸量增加,但是真空度不能过高,否则不利于传热;常压浸渍时间、重复次数对含浸液渗入到草莓中的含浸量有较大影响,抽真空时间也有一定影响。应用加压后,含浸液含浸量和均匀性都有提高。在此基础上,在含浸液中添加钙、铁、锌、硒等微量元素,生产出的健康休闲食品具有较好的市场前景。