

香蕉片冻结过程的影响因素研究

章斌¹, 侯小桢²

(1. 韩山师范学院生物系, 广东潮州 521041; 2. 韩山师范学院美术系, 广东潮州 521041)

摘要:以冻结时间、冻结制品多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)活性、汁液流失率和色泽为指标, 探讨冻结方式(缓冻与液氮速冻)、物料厚度(6、8、10mm)、介质温度(-40、-80、-120℃)、对流表面传热系数等因素对冻结时间、制品中心降温和品质的影响。实验发现: 物料厚度越大, 冻结越慢; 介质温度越低, 冻结速率越快; 在一定范围内, 对流表面传热系数越大, 冻结速率越快, 但 $\alpha > 6000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$ 时, 其对冻结时间的影响已不明显。综合冻结制品 PPO 和 POD 活性、汁液流失率及色泽变化情况, 确定 -80℃ 为适宜的冻结温度。

关键词:香蕉片, 冻结过程, 液氮速冻, 酶活

Study on influencing factors of banana slice during freezing process

ZHANG Bin¹, HOU Xiao-zhen²

(1. Department of Biology, Hanshan Normal College, Chaozhou 521041, China;

2. Department of Fine Arts, Hanshan Normal College, Chaozhou 521041, China)

Abstract: Taking the freezing time, activity of polyphenol oxidase and peroxidase, loss rate of juice and color change of freezing products as the indexes, the influence of freezing method, material thickness, environment temperature and the convective heat transfer coefficient on freezing time, the temperature declining speed in the product center and its quality were explored. Results were that the thicker the banana slice, the slower the freezing process become; the lower the environment temperature, the quicker the freezing velocity become; within certain scope, the greater the convective heat transfer coefficient, the quicker the freezing velocity become, but when $\alpha > 6000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$, influence on the freezing time become unmarkable. Meanwhile, by evaluating the quality of banana slice with total indexes such as color of material, activity of PPO and POD, as well as the loss of juice, -80℃ was determined to be the appropriate freezing temperature.

Key words: banana slices; freezing process; quick-freezing with liquid nitrogen; enzyme activity

中图分类号: TS255.36

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2008)09-0098-04

冻结(冷冻或冷藏)不论是作为原料的加工工艺过程, 还是作为真空冷冻干燥的前处理过程; 不论是对物料本身的品质, 还是对真空冷冻干燥过程都有着很重要的作用。冻结对食品质量有很大影响, 食品组分在冻结过程中发生一系列变化: 如蛋白质的变性、脂肪氧化、维生素的保持和损失、食品的色泽变化以及食品的质地如嫩度、风味和含水量的变化等^[1]。有关研究表明^[2]: 在低于食品低温断裂的极限降温速率下, 降温速率越快越好, 可抑制大多数微生物的生长繁殖, 减缓酶的反应速度和生命进程, 使食品中某些化学组分与空气中氧的反应(如蛤蚧、褐变等)受阻, 防止蛋白质变性和防止淀粉化, 较好地保持食品原有色泽、风味和形态。作为真空冷冻干燥的前处理环节, 冻结制品的内部结构与冻结过程密切相关, 而冻结制品的内部结构对后期的真空冷冻干燥过程又有很大影响。因此, 筛选适宜的冻结温

度对降低冻结过程的能耗和缩短真空冷冻干燥时间有着重要意义。本实验通过不同冻结方式下香蕉片的冻结实验, 探讨香蕉片冻结过程的影响因素, 以期获得较好品质的香蕉片冻结品及为后续的真空冷冻干燥香蕉脆片的加工提供一定参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

香蕉 挑选新鲜、无病虫害或机械损伤的原料作为试材; 液氮 广州市盈信有限公司。

全自动测色色差计(TC-P II G型), -80℃和-40℃低温冰箱(BD-255LT型), 西门子冰箱(BCD-226型), 高速冷冻离心机(TGL-16G-A型), 万用表(VC9804A⁺型), 752紫外可见分光光度计, 电热恒温水槽(DK-8D型)

1.2 实验方法

1.2.1 PPO 和 POD 活性的测定 参照文献[3]。酶液的提取: 分别取新鲜样品和在 4℃ 冷藏箱中复温后的 -25℃、-80℃、液氮(-196℃)香蕉冻结品, 准确称取 10.0g, 加适量 0.2mol/L pH6.5 磷酸缓冲溶液, 在冰浴上研磨至匀浆, 将匀浆转入高速冷冻离心机, 0℃

收稿日期: 2008-01-21

作者简介: 章斌(1981-), 男, 硕士, 研究方向: 农产品贮藏与加工及功能性食品开发。

下 6000r/min 离心 30min, 上清液过滤转入小试管中, 4℃ 保存, 备用。

1.2.2 汁液流失率的计算 参照文献[4]。

1.2.3 色泽的测定 采用 TC-P II G 型全自动测色色差计进行测定。

1.2.4 物料中心温度的测定 取 6、8、10mm 三个厚度的香蕉片, 护色后立即冻结: -40℃ 和 -80℃ 条件下的冻结在超低温冰箱中完成; -120℃ 条件下的冻结在如图 1 所示的装置中完成。根据装有液氮的杜瓦罐内的温度梯度, 通过调节连杆的高度来确定介质温度, 用热电偶采集样品在冻结过程中中心温度的变化, 整个实验过程尽可能在低温环境中进行。

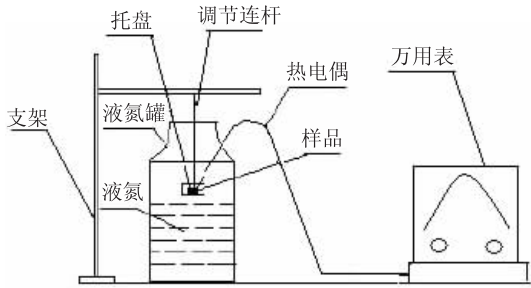


图1 液氮冻结实验装置图

2 结果与分析

2.1 过程参数对冻结时间的影响

影响食品冻结过程的因素有很多, 包括形状、堆积方式、传热方式、冷冻方式、冷气流方向和食品纤维方向等^[5]。本实验主要讨论特征尺寸、介质温度、对流表面传热系数三个主要因素对冻结时间的影响。

2.1.1 特征尺寸对冻结时间的影响 厚度为 6、8、10mm 的香蕉片的冻结曲线分别如图 2~图 4 所示。

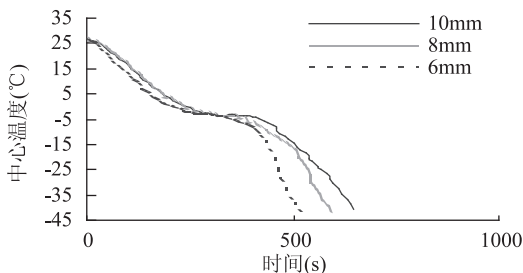


图2 -120℃下的冻结曲线

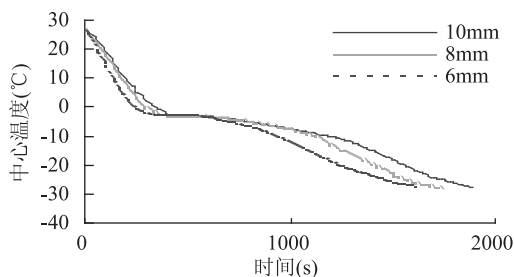


图3 -80℃下的冻结曲线

由图 2~图 4 可知: 物料厚度对冻结时间的影响较显著; 厚度越小, 冻结速率越大, 物料达到冻结终温的时间越短。另外还可以看出: 从初温至最大冰晶带阶段, 不同厚度的三条曲线走向很接近, 物料中心温度变化较一致, 厚度对冻结时间的影响不显著;

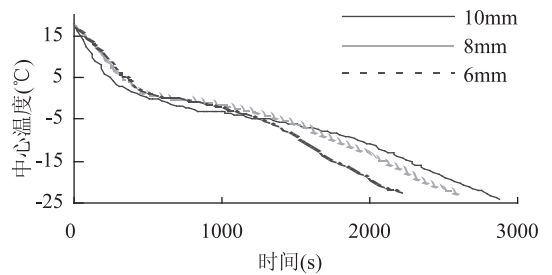


图4 -40℃下的冻结曲线

过了最大冰晶生成带之后, 冻结曲线的间隔拉大, 温度变化情况有较大差异。

2.1.2 介质温度对冻结时间的影响 不同厚度的香蕉片在 -120、-80、-40℃ 下的冻结曲线分别见图 5~图 7。

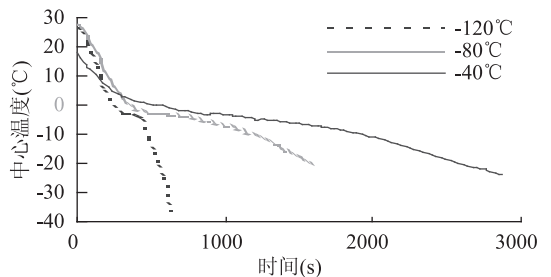


图5 10mm 厚物料的冻结曲线

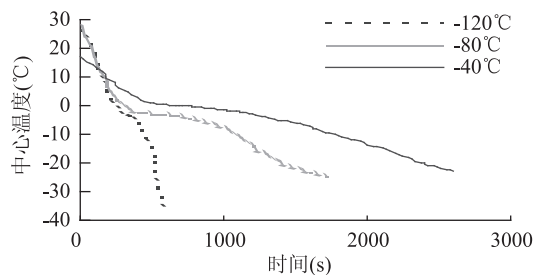


图6 8mm 厚物料的冻结曲线

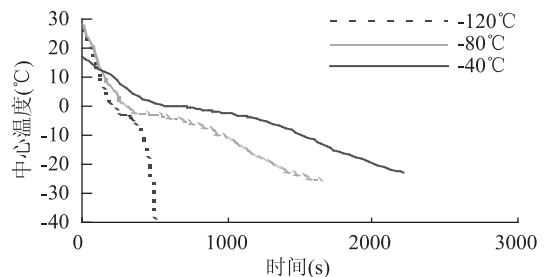


图7 6mm 厚物料的冻结曲线

从图 5~图 7 可以看出: 介质温度对冻结时间的影响非常显著。介质温度越低, 冻结速率越快, 到达终温的冻结时间越短。-40℃ 冻结曲线的初始温度为 18℃ 左右, 低于 -80℃ 和 -120℃ 冻结曲线的初始温度 27℃, 但达到终温的冻结时间最长。且从图中还可以看出: 介质温度越低, 冻结曲线中的最大冰晶生成带越不明显; -120℃ 下最大冰晶带后的冻结曲线比冰晶带前的曲线更为陡峭; 而 -80℃ 和 -40℃ 下的则变得较为平缓。

2.1.3 对流表面传热系数对冻结时间的影响 取厚度为 10mm 的香蕉片, 采用普朗克公式计算对流表面传热系数对冻结时间的影响^[6], 结果如图 8 所示。

由图 8 可以看出: 尽管介质温度不同, 当对流表

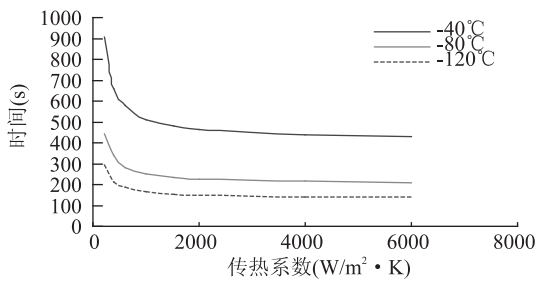


图8 10mm厚物料的传热系数与冻结时间的关系

面传热系数 $< 1500 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$ 时,冻结时间随增大而迅速减小;当 $\alpha > 6000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$ 时,曲线趋于平缓,对冻结时间的影响已不明显。另外,图中 -80°C 曲线和 -120°C 曲线的间距较 -80°C 和 -40°C 的小,说明介质温度对冻结时间的影响显著。

2.2 冻结速率对 PPO 和 POD 酶活的影响

以新鲜香蕉的酶活性为参照,分别测定在 -25°C 、 -80°C 和液氮浸渍冻结后的香蕉的 PPO 和 POD 的活性,结果如图9和图10所示。

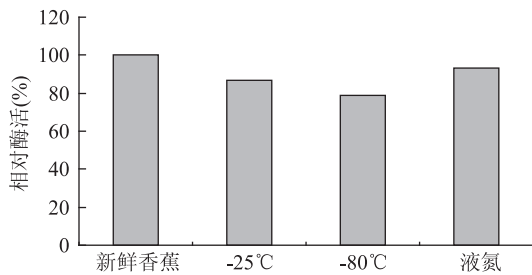


图9 冻结速率对 PPO 活性的影响

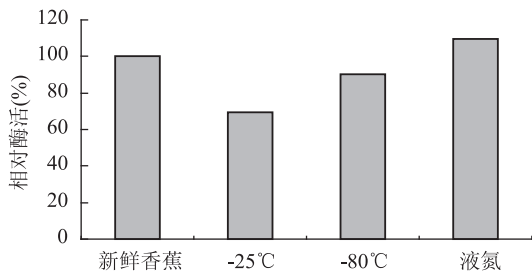


图10 冻结速率对 POD 活性的影响

由图9可以看出:冻结后的香蕉的 PPO 活性较新鲜品都有所降低。 -25°C 下冻结时,冻结速率慢,香蕉 PPO 活性降至 86.84%;当介质温度为 -80°C 时,冻结速率较快,香蕉 PPO 活性降至最低,为 78.86%;经液氮浸渍超速冻结过的香蕉的 PPO 活性较 -80°C 时有所回升,至 93.42%。

由图10可以看出:在 -25°C 和 -80°C 介质温度下冻结后的香蕉的 POD 活性较新鲜香蕉低,分别为 69.24%、90.36%;而经液氮冻结后的香蕉 POD 活性则上升至 109.8%。

晏绍庆^[7]等和赵天瑞^[8]分别研究了冻结速率对苹果片、松茸中 PPO 和 POD 活性的影响。前者以新鲜苹果为参照,得出经 $-120\sim-130^\circ\text{C}$ 冻结后的苹果的 PPO 和 POD 活性均稍有下降,分别为 82.03%、93.1%;经 $-150\sim-160^\circ\text{C}$ 下冻结后的 PPO 和 POD 活性都有较大幅度上升,分别为 118.5%、189.65%;液氮冻结后 PPO 活性下降,为 80.08%,而 POD 活性则有较大上升,为 158.62%。赵天瑞的实验结果则为:

-80°C 、 -60°C 、 -35°C 下冻结后的松茸的 PPO 和 POD 活性均下降,且温度越低,下降的幅度越大。

对比前人的研究结果,我们发现冻结温度对不同原料冻结品中 POD 和 PPO 酶活变化的影响各不相同,没有统一的定论,具体的机理需进一步探讨。

2.3 冻结速率对汁液流失率的影响

将在不同介质温度下冻结后的香蕉片置于室温下自然解冻 30min,用滤纸吸干香蕉片四周的汁液后称重,结果如表1所示。

表1 汁液流失率的对比

冻结温度($^\circ\text{C}$)	-25	-40	-80	液氮(-196)
汁液流失率(%)	34.11	26.61	16.07	5.04

由表1可以看出:冻结温度越低,汁液流失率越小。原因是慢冻形成的大冰晶对细胞结构造成破坏,以及原生质脱水时形成的高浓度电解质对蛋白质和胶体产生的不可逆变化,以致原生质在解冻后很难将冻结的水分重新吸回;而快速冻结形成的冰晶细小量多,分布均匀,细胞和原生质受损伤的程度低,解冻时可将冻结的大部分汁液重新吸回并保持原态。

2.4 冻结速率对色泽的影响

对不同温度下冻结后的香蕉片进行色差测定,结果如表2所示。

表2 不同冻结温度下香蕉片的色差值

冻结温度($^\circ\text{C}$)	新鲜香蕉	-25	-80	液氮
色差 L 值	63.67	68.56	75.58	80.22

由表2可以看出: -25°C 冻结后的香蕉片的色泽最接近香蕉鲜样,色泽基本保持不变;随着冻结温度的降低,色差 L 值增大,经液氮冻结过的香蕉片呈现苍白色,且在液氮中浸渍时间过长时,香蕉片发生低温断裂。

3 结论

3.1 介质温度、物料特征尺寸和对流表面传热系数均对冻结时间有较大影响。其中以介质温度的影响为最大,介质温度越低,冻结越快;厚度越大,热中心降温速率越慢,冻结时间延长;对流表面传热系数在一定范围内对冻结时间的影响显著。

3.2 速冻较缓冻更有利于保持香蕉片的品质。以冻结时间为主要指标,综合考虑冻结后香蕉片的色泽、PPO 和 POD 活性以及汁液流失率等指标的变化情况,本实验中确定较合适的冻结温度为 -80°C 。

3.3 介质温度对冻结制品中 POD 和 PPO 活性的影响可能因原料的不同而有差异,目前尚没有统一的定论。

参考文献:

- [1] 缪松,包建强,冯志哲,等. 不同冻结速度对猪肉、青鱼肌肉咀嚼性和持水能力的影响[J]. 制冷,2000,19(1):18~24.
- [2] Katherine A Pikal - Cleland, Nair Rodriguez - Hornedo, Gordon L Amidon. Protein denaturation during freezing and thawing in phosphate buffer systems: monomeric and tetrameric β -galactosidase [J]. Archives of Biochemistry and Biophysics,

甘薯全粉加工过程中 防止细胞破壁工艺的研究

米谷, 薛文通*, 陈明海

(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘要:为减少甘薯全粉加工过程中细胞的破壁,降低其游离淀粉率,对不同条件下蒸煮过程中甘薯块破碎力、细胞游离淀粉率、细胞破碎的感官评价进行了研究,分析相关机理。结果表明:蒸煮时间、浸钙浓度、预热温度时间、乳化剂浓度这些指标不同程度地影响甘薯全粉的游离淀粉率。

关键词:甘薯全粉, 游离淀粉, 破碎力, 影响因素

Study on the technology of preventing cell broken during the processing of sweet potato granules

MI Gu, XUE Wen-tong*, CHEN Ming-hai

(College of Food Science & Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to prevent cell broken during the processing of sweet potato granules, to reduce the content of free starch, the breaking force, the content of cell free starch, the sensory evaluation of cell broken in different conditions were studied, and the mechanism was analysed. The results showed that cooking time, calcium concentration soaking, pre-cooking temperature and time and emulsifier concentration affected the content of free starch of sweet potato granules.

Key words: sweet potato granules; free starch; breaking force; influencing factors

中图分类号: TS215

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2008)09-0101-04

甘薯全粉是甘薯脱水制品中的一种,是以新鲜甘薯为原料,经清洗、去皮、挑选、切片、漂洗、预煮、冷却、蒸煮、捣泥等工艺过程,经脱水干燥而制得的细颗粒状、片屑状或粉末状产品,统称为甘薯全粉^[1]。甘薯全粉是甘薯块茎经脱水后分散的单个细胞的产物,这种产品因细胞壁是完整的,细胞内的物质没有流失,得到的产品最大程度地保留了其原有的营养、芳香等物质,且产品也因细胞破碎率低,物理特性得到改善,故可获得良好的商品性,如低的粘度、扩展

大的分散性、均衡的复水性^[1]。颗粒越完整、分散程度越好,产品越接近于鲜薯制成的薯泥;细胞破损越严重,则甘薯细胞中淀粉的游离也就越严重,粘度也就随之升高^[2]。因此,在甘薯全粉的生产加工中,如何降低其游离淀粉率,成为目前研究的热点。本文考察蒸煮过程中甘薯块破碎力、细胞游离淀粉率、细胞破碎感官评价、细胞壁微观结构的变化;分析相关因素如浸钙、预热、乳化剂对这些指标的影响,优化生产甘薯全粉的工艺条件。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

甘薯 徐薯 23, 产自北京大兴甘薯产业基地。

电热恒温水浴锅 北京市长风仪器仪表公司;
电热鼓风干燥箱 重庆银河试验仪器有限公司;粉

收稿日期: 2008-03-04 * 通讯联系人

作者简介: 米谷(1982-), 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 农产品加工与贮藏工程。

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划。

2000, 384: 398~406.

[3] 赵亚华. 生物化学实验技术教程[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2004.

[4] 樊建, 赵天瑞, 李永生, 等. 液氮速冻黑牛肝菌冻结规律初步研究[J]. 昆明理工大学学报, 2004, 29(5): 120~123.

[5] 李保国, 焦岩, 华泽钊. 食品冻结过程若干影响因素的实验研究[J]. 制冷学报, 2004(1): 10~13.

[6] 华泽钊, 李云飞, 刘宝林. 食品冷冻冷藏原理与设备[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.

[7] 晏绍庆, 刘宝林, 华泽钊. 冻结速率对苹果片多酚氧化酶和过氧化物酶活性影响的研究[J]. 食品工业科技, 2000, 21(2): 8~10.

[8] 赵天瑞, 樊建, 曹建新. 冻结速率对松茸 PPO 和 POD 活性的影响[J]. 中国食用菌, 2006, 25(1): 43~45.