

文章编号: 0253-4339(2012)02-0064-04

doi: 10.3969/j.issn.0253-4339.2012.02.064

低温真空干燥对胡萝卜品质的影响

申江 李帅 齐含飞

(天津商业大学 天津市制冷技术重点实验室 天津 300134)

摘要 以胡萝卜为对象,研究了低温真空干燥对胡萝卜的营养成分(如还原糖、维生素C等)及复水特性影响,并将低温真空干燥与真空冷冻干燥及热风干燥进行了对比。实验表明:经过热风干燥和真空冷冻干燥后胡萝卜的维生素C损失率分别是低温真空干燥的2.47倍和2.14倍。低温真空干燥可以较好的保持胡萝卜的组织结构完整性,并且减少营养物质的流失。

关键词 食品包装与贮藏;食品加工技术;干燥特性;低温真空干燥

中图分类号: TS255.3; S609⁺3; TB79

文献标识码: A

Influence of Low Temperature Vacuum Drying on the Quality of Carrots

Shen Jiang Li Shuai Qi Hanfei

(Refrigeration Key Laboratory of Tianjin, Tianjin University of Commerce, Tianjin, 300134, China)

Abstract Carrots are selected as the research subject, and the investigation of a new type of low temperature vacuum drying method in the non-frozen state of the product under drying processing is carried out through experiments. Low-temperature vacuum drying and vacuum freeze-drying and hot air drying method were compared to study the impact of low temperature vacuum drying of carrot nutrients (such as reducing sugar, Vitamin C, etc.) and rehydration characteristics. The results show that: by comparing the Vitamin C content of three kinds of drying methods, hot air drying and vacuum freeze-drying of carrots, Vitamin C loss rate is about 2.14 times and 2.47 times of low-temperature vacuum drying.

Keywords Food package and preservation; Food processing technology; Drying characteristics; Low temperature vacuum drying

食品在干燥过程中,会发生一系列的化学变化、物理变化,如表面硬化、营养价值的下降、色泽等感官品质的降低等。因此,现代食品干燥技术的研究中更加注重干燥技术对干燥品质的影响。

在众多的干燥技术中,热风干燥虽然简单、成本低,但对产品的品质有严重的影响,特别是干燥食品及生物制品;冷冻干燥产品品质好,但设备投资大、生产成本低。干燥的经济性和产品质量之间存在着巨大的矛盾,如何以低能耗和低成本去获得优质的脱水干燥产品,是干燥技术研究中急需研究解决的问题,也是干燥技术研究和发展中的一项最大的挑战,而低温真空干燥极有可能解决这一矛盾。据资料记载^[1-3]:把低温干燥与真空干燥法结合,干燥速度是低温干燥的20倍,冷风干燥的10倍,且品质比通常的低温干燥还要好。

低温真空干燥是指物料在具有一定真空度的密闭容器内低温加热,使物料内部的水通过压力差或浓度差扩散到表面,而后被真空泵抽走的干燥方法。与常压热力干燥相比,可避免食品物料在干燥时引起的热力损伤,能较好地保存食品物料の色、

香、味、形^[4]。

这里提出了一种对产品在非冻结状态下进行干燥的新型低温真空干燥装置。

这种新型低温真空干燥装置的特点有: 1)很好的保留物料的原味; 2)干燥过程中可以灭菌; 3)消除常压干燥下容易产生的物料表面硬化现象; 4)克服热风干燥所产生的溶质分散现象。

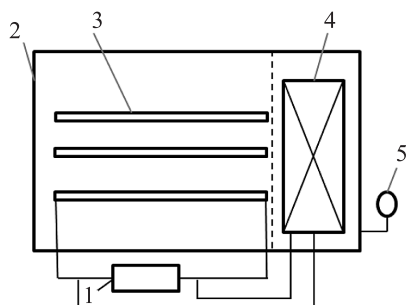
以胡萝卜为实验对象,通过检测干燥胡萝卜的品质,并与真空冷冻及热风干燥胡萝卜品质比较,探讨低温真空干燥对胡萝卜品质的影响。

目前,低温真空干燥在基础理论及实验研究方面不够深入,因而开展低温真空干燥基础理论与实验研究具有重大的意义。

1 实验设备及方法

1.1 主要仪器及设备

天津商业大学自行设计研发的低温真空干燥实验装置(如图1)。实验装置主要由真空干燥箱、制冷系统、真空系统和控制系统组成。



1 制冷系统 2 干燥箱 3 搁板 4 水汽凝结器 5 真空泵

图1 低温真空干燥实验装置

Fig.1 Low temperature vacuum drying experimental apparatus

对照组采用东京理化器械株式会社的FDU-1100型冷冻干燥机及天津市中环实验电炉制造有限公司的DH-101型鼓风干燥箱。

1.2 实验材料及处理

对新鲜胡萝卜进行筛选，选择新鲜、色泽橙红、个体饱满、表皮光滑的胡萝卜为原料，将选好的胡萝卜放入流动水池中浸泡清洗，去掉斑点、根须及污物，切成5mm厚的胡萝卜片备用。

1.3 实验条件

实验条件如表1所示。实验开始后，先使真空干燥箱预冷到所需温度，将胡萝卜置于真空干燥箱内，开启真空泵使干燥箱内达到并维持一定的真空度，干燥正式开始后，每隔一小时称一次重量，操作过程尽量控制在1分钟以内，干燥直至胡萝卜水分降到8%以下时干燥终止。

1.4 品质指标及检测方法

表1 低温干燥实验条件

Tab.1 Conditions of low temperature drying experiment

实验序号	A1	A2	A3	B1	B2	B3
真空度/Pa	611	611	611	410	410	410
干燥温度/℃	0	5	10	0	5	10
实验序号	C1	C2	C3	D1	D2	
真空度/Pa	290	290	290	70℃热	真空冷	
干燥温度/℃	0	5	10	风干燥	冻干燥	

1) 复水性能

干燥制品复水程度的好坏及复水快慢，是衡量其复原性的两大指标^[5]。常用干燥制品吸水增重的程度来衡量，复水比一般与水温及浸水时间相关。复水比的计算公式是：

$$R = m_1 / m_2 \quad (1)$$

式中： R —复水比； m_2 —复水后沥干样品的质量，g； m_1 —复水前样品的质量，g。

2) 还原糖

还原糖是指具有还原性的糖类。在糖类中，分子中含有游离醛基或酮基的单糖和含有游离醛基的二糖都具有还原性。

还原糖含量采用斐林试剂热滴定法进行检测^[6]，还原糖的质量分数 X （以葡萄糖计）计算公式为：

$$X = \frac{F}{m \times (V/250) \times 1000} \times 100\% \quad (2)$$

式中： m —样品质量，g； F —10mL碱性酒石酸铜溶液相当于葡萄糖的质量，mg； V —测定时平均消耗样品溶液的体积，mL；250—样品溶液的总质量，mL。

3) 维生素C质量分数

维生素C是人类营养中最重要的维生素之一，缺少它时会产生坏血病，因此又称为抗坏血酸（Ascorbic acid）。它对物质代谢的调节具有重要的作用。

氧化型2，6—二氯酚靛酚在酸性溶液中呈粉红色，在中性或碱性溶液中呈蓝色，当用此染料滴定含有抗坏血酸的酸性溶液时，在抗坏血酸未全部氧化前，则滴下染料立即被还原成无色，一旦溶液中的抗坏血酸全部被氧化时，则滴下的染料立即使溶液显示粉红色，此时为滴定终点，即表示溶液中的抗坏血酸刚刚被氧化完全，从滴定时2，6—二氯酚靛酚标准液的消耗量，可以计算出被检物质中抗坏血酸的含量^[7]。

根据实验数据计算出每100g样品的维生素C的质量分数 Y ：

$$Y = \frac{(V_1 - V_2) \times K \times V}{m \times V_3} \quad (3)$$

式中： V_1 —滴定样品液所用去染料体积，mL； V_2 —滴定空白所用去染料体积，mL； V_3 —样品测定时所用滤液体积，10mL； V —为样品提取液的总体积，mL； K —1mL染料能氧化维生素C的量，0.088mg； m —称取样品重量，g。

2 结果与分析

2.1 不同干燥方式对干燥胡萝卜的复水性的影响

为了研究不同干燥方式对胡萝卜复水性能的影响，将脱水胡萝卜在60℃恒温水浴中复水

120min, 每隔30min取出, 晾干表面水分后称重, 计算复水比, 从而得出胡萝卜复水特性曲线。图2中符号表示见表1。

从图2中可以看出, 不同干燥方式干制胡萝卜复水过程呈现相同的趋势, 即复水初期, 复水比的增长较快, 并随着时间的增长, 复水比增长的趋势逐渐变缓, 最后基本达到复水饱和。

从图2中可以看出, 真空冷冻干燥的胡萝卜的复水比明显高于其他干燥方式, 这主要是由于真空冷冻干燥方式的独特性, 即在胡萝卜冻干过程中, 其体积基本保持不变, 水分升华后在果肉中留下的空隙促使了冻干胡萝卜的复水率高。

而低温真空干燥的复水比明显高于热风干燥, 410Pa、0℃低温真空干燥的复水比可以达到4.56, 恢复到新鲜胡萝卜的52%, 这主要由于热风干燥的高温破坏了胡萝卜组织结构, 造成了严重的不可逆性, 而低温真空干燥则可以较好的保持胡萝卜的组织结构, 可逆性好。

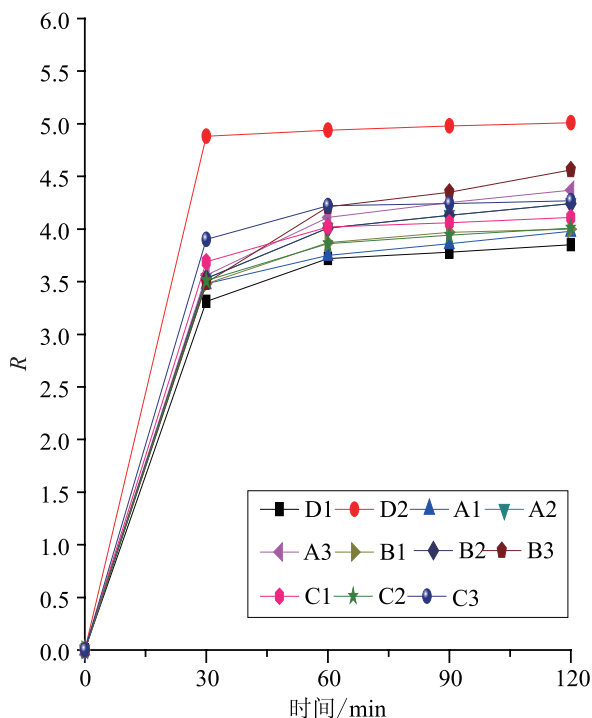


图2 复水特性曲线

Fig.2 Rehydration characteristics

2.2 不同干燥方式干燥胡萝卜的还原糖的变化

经过不同干燥方式干燥处理的胡萝卜的还原糖质量分数见图3。图中O表示新鲜胡萝卜的还原糖质量分数。

由图3可知, 经过干燥处理后的胡萝卜的还原糖质量分数明显高于新鲜胡萝卜, 并且不同干燥方式干燥胡萝卜的还原糖质量分数显著不同, 经过热

风干燥的胡萝卜还原糖质量分数最高, 其次是经过真空冷冻干燥胡萝卜, 低温真空干燥的胡萝卜还原糖质量分数最低。

分析此现象的原因主要与胡萝卜组织结构有密切的关系, 热风干燥、冷冻干燥均破坏了胡萝卜组织结构的完整性, 提高了细胞膜的通透性, 因而造成其脱水后还原糖含量的显著增加, 而低温真空干燥相对可以保持胡萝卜组织细胞的完整性。

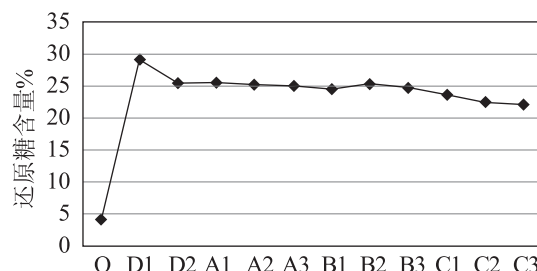


图3 不同干燥方式干燥胡萝卜的还原糖含量的比较

Fig.3 The comparing chart of reducing sugar of carrots dried with different methods

2.3 不同干燥方式干燥胡萝卜的维生素C质量分数的变化

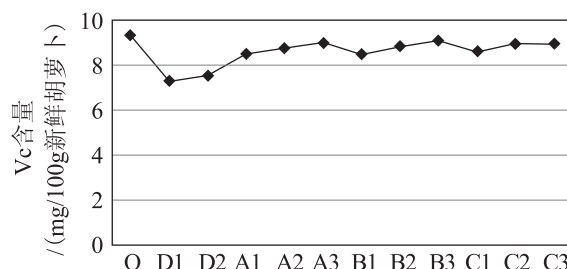


图4 不同干燥方式干燥胡萝卜的维生素C含量的比较

Fig.4 The comparing chart of vitamin C of carrot dried with different methods

图4是不同干燥方式干燥胡萝卜的维生素C质量分数的比较, 从图中可以看出:

1) 干燥后的胡萝卜维生素C均低于新鲜胡萝卜, 这主要是由于维生素C是水溶性物质, 在胡萝卜的脱水过程中维生素C会随着水分的脱出而渗出损失。

2) 低温真空干燥中, 温度对维生素C损失影响较大, 温度越接近冰点, 则维生素C损失越少。从图4中可以看出0℃时在不同真空度下维生素C损失率分别为3.18%、2.54%和3.61%, 相比而言, 真空度对胡萝卜的维生素C含量的影响则较小。

3) 低温真空干燥胡萝卜的维生素C损失率明显低于热风干燥和真空冷冻干燥胡萝卜, 从图4知, 热风干燥胡萝卜的维生素C损失最严重, 损失率达

到21.7%；冷冻干燥次之，损失率为18.85%；而低温真空干燥胡萝卜维生素C损失率最大为8.8%。

主要原因是：在热风干燥中胡萝卜中的维生素C分解酶在高温条件下加速了维生素C的分解，从而导致热风干燥胡萝卜的维生素C损失严重；而冷冻干燥维生素C的损失则是由于冻结破坏了胡萝卜原有的组织结构，提高了细胞膜的渗透性，胡萝卜在脱水过程中渗透脱水的速率增加，从而导致维生素C损失；相比而言，低温真空干燥中温度较低，抑制了维生素C分解酶的活性，同时低温真空干燥可以保持胡萝卜的组织结构，因此维生素C损失率较低。

3 结论

通过将萝卜非冻结状态低温真空干燥与真空冷冻干燥及热风干燥胡萝卜相比较，可以得出以下结论：

1) 经过低温真空干燥处理的胡萝卜复水性明显优于热风干燥，但是略低于真空冷冻干燥。

2) 与真空冷冻干燥和热风干燥相比，经过低温真空干燥处理的胡萝卜其还原糖质量分数最低，胡萝卜组织结构完整性较好。

3) 对比经过三种干燥技术处理后的维生素C含量，经过热风干燥和真空冷冻干燥胡萝卜的维生素C损失率分别约是低温真空干燥胡萝卜的2.47倍和2.14倍。与真空冷冻干燥与热风干燥相比，低温真空干燥可以较好的保持胡萝卜新鲜时的营养成分。低温真空干燥可以克服热风干燥所产生的溶质失散现象。

参考文献

- [1] 山根昭美,郭海元. 冰温干燥食品[J]. 制冷学报, 1987(4): 64-67. (Akemi Yamane, Guo Haiyuan. Near The Freezing Point of Dry Food [J]. Journal of Refrigeration, 1987(4): 64-67.)
- [2] 季瑞溶, 岩田隆. 冰温干燥贮藏食品的研究[J]. 上海农学院学报, 1993, 11(2): 135-139. (Ji Ruirong, Takashi Iwata. The Study on Controlled Freezing Point Dry-stored Foods [J]. Journal of Shanghai Agricultural College, 1993, 11(2): 135-139.)
- [3] 服部国彦. 东北人参的冰温干燥研究报告[R]. 天津商业大学. 大青工业株式会社冰温事业室, 2007.
- [4] 粮食大辞典编辑委员会编. 粮食大辞典[M]. 中国物资出版社, 2009: 12-13.
- [5] 张慇. 生鲜食品保质干燥新技术理论与实践[M]. 化学工业出版社, 2009: 251-252.
- [6] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5009.7-2008 食品中还原糖的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [7] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 6195-1986 水果、蔬菜维生素C含量测定法(2,6-二氯酚酚滴定法)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1986.

作者简介

申江, 男(1960-), 教授, 天津商业大学机械工程学院院长, 天津市天津商业大学机械工程学院制冷系, 300134, (022) 26669745, E-mail: shenjiang@tjcu.edu.cn. 研究方向: 食品冷链技术, 制冷系统优化及节能技术等。

About the author

Shen Jiang (1960-), male, Professor, Dean of Mechanical Engineering School, Tianjin University of Commerce, Dept. of Refrigeration Technology, Beichen District of Tianjin, Tianjin, 300134, (022) 26669745, E-mail: shenjiang@tjcu.edu.cn. Research fields: Food Cold Chain Technology, Optimization and Conservation Technology of Refrigeration Systems.