

李红娟, 张 茜, 杨旭海, 等. 果蔬预处理现状分析及未来发展趋势[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(5): 271–272, 361.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.05.090

# 果蔬预处理现状分析及未来发展趋势

李红娟, 张 茜, 杨旭海, 张新建

(石河子大学机械电气工程学院, 新疆 石河子 832000)

**摘要:**果蔬预处理是果蔬制干的重要环节之一。主要介绍了烫漂、冷冻、糖渍、NaCl 浸渍和高压脉冲电场预处理等当前果蔬预处理方法的机理及应用现状, 并对果蔬预处理的未来发展趋势作了展望。

**关键词:**果蔬; 预处理; 干燥; 机理; 应用; 发展趋势

**中图分类号:** S375; TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)05-0271-02

我国是水果和蔬菜生产大国, 产量均居世界第一位, 其中脱水果蔬占世界贸易量的近 2/3<sup>[1]</sup>。果蔬是人体日常所需维生素、矿物质、有机酸、膳食纤维以及生物活性物质等营养成分的主要来源, 是人们生活必不可少的食物。但是果蔬大多易腐烂, 且有季节性, 为延长货架期、提高经济效益, 通常对其进行干燥处理。随着人们生活水平的提高, 对食品营养、安全的要求越来越高, 果蔬干燥加工也提出了“高效、优质、环保”的新要求。

随着科技的进步, 果蔬干燥技术也取得快速发展, 热风干燥技术由于简便易行且十分经济是目前大多数果蔬采用的脱水方法。然而使用这种方法干燥时, 果蔬细胞容易遭到破坏, 产品复水性能不好, 最终会引起色泽、组织、风味及营养价值的改变。为了阻止或降低这些负面影响, 需要在干燥前对物料进行预处理, 如热水烫漂、低温冻结、NaCl 溶液和糖液浸渍等。

果蔬干燥前预处理(以下简称预处理)有机械、物理和化学 3 种预处理方法, 物理和化学预处理(如烫漂以及各种化学品溶液处理)对产品品质起主要影响, 但机理较复杂。相比而言机械预处理(原料切分等)对脱水干燥速度及品质影响较小<sup>[2]</sup>。

## 1 果蔬预处理方法

### 1.1 烫漂预处理

烫漂预处理是将已切分或未切分的新鲜原料在温度较高的热水、沸水或常压蒸汽中进行加热。高温热烫起到软化物料表面的作用, 在膨化时可以提高干燥物料的变形能力、钝化酶类、使水分散失加快、降低原料的不良风味和产品硬度、提高产品脆度。射流冲击烫漂是一种将高温高湿气体通过圆形或狭缝形喷嘴直接喷射到固体待干燥物料表面进行烫漂的新技术, 该气流具有较高的传热系数<sup>[3]</sup>, 并且对物料干燥过程中的干燥速率、色泽保护等显有成效。目前已经用于胡萝卜、

杏、线辣椒等<sup>[4-6]</sup>物料的烫漂预处理中。经过高温高湿气体射流冲击烫漂预处理后的物料会发生果胶质增溶, 造成组织结构变化, 细胞间黏附力损失下降, 提高干燥速率, 缩短干燥时间, 还能够有效避免果蔬组织软烂、脱皮、可溶性固形物和营养物质的流失等<sup>[5]</sup>。目前还有很多新的漂烫预处理方法, 如高温瞬时蒸汽漂烫、微波漂烫、常温酸漂烫、欧姆漂烫、超声波协同热漂烫和压热声处理等。随着干燥产业的迅猛发展, 这些新型的漂烫工艺将不断在果蔬干燥工业中得到应用。

目前, 烫漂预处理在不同果蔬干燥中都有大量的研究。赵玉生研究发现烫漂预处理后马铃薯中的酶失去活性, 加快了马铃薯的干燥速度, 使其不会发生褐变且能提高复水率, 故用烫漂预处理后再进行干燥实验效果最好<sup>[3]</sup>。马琴等研究表明烫漂湿度和温度是影响枸杞干燥时间的关键因素, 在温度 115 ℃、湿度 40%、时间 30 s 烫漂预处理下, 枸杞干燥时间比未预处理组的时间缩短 4.75 h<sup>[7]</sup>。

但烫漂过度不利于产品色泽的保持, 应根据物料特性做合适的选择。适当程度的热烫预处理有利于膨化产品含水率的降低、膨化度和色泽品质的提高。随着干燥技术的发展, 烫漂在保证干燥品质基础上使果蔬干燥向快速、节能和操作控制方便等方向发展。

### 1.2 冷冻预处理

低温冷冻预处理是把果蔬的整体温度降至冰点以下再进行加工或保存的方法。该方法是用来干燥热敏性物料和保持生物活性物质的一种有效办法, 是迄今为止保持食品品质最好的干燥方法之一<sup>[8]</sup>。在冷冻的环境下, 果蔬的代谢受到抑制, 自身营养成分消耗减少, 冷冻环境温度越低, 这种消耗就越少。低温冷冻预处理有助于固化物料内部的纤维结构, 从而使物料形状在干燥阶段得以保持。

冷冻预处理有助于提高产品质构特性, 增加膨化干燥产品的膨化度、脆度, 加快果蔬干燥速度。冷冻预处理后, 黑毛豆组织中的液态水结冰后体积变大、毛细管扩张、管径增大, 并且组织中原有的细胞壁发生一定程度的融化, 与未经冷冻处理的产品相比, 产品的水分含量、硬度均显著降低, 而脆度则显著增加<sup>[9]</sup>。甘薯不同冻融处理结果表明, 随着冻融次数增加, 干制品复水性增加, 表现密度减小, 呈现出较好的色泽<sup>[10]</sup>。

### 1.3 糖渍预处理

糖液浸渍预处理是把物料置于一定浓度的糖液中浸渍一

收稿日期: 2014-06-11

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 31360399)。

作者简介: 李红娟(1987—), 女, 硕士研究生, 研究方向为农产品干燥技术及装备。E-mail: 1449905487@qq.com。

通信作者: 张 茜, 副教授, 博士, 研究方向为农产品干燥技术及装备。E-mail: zqq80@163.com。

定时间。该种预处理不仅使物料加速失水,而且对物料色泽和外形的保持有着显著的作用,对干燥过程的热量和质量传递以及干制品的复水性能均有显著影响。糖渍预处理会降低热风干燥甘薯的活化能,糖度越高,干燥速率越小<sup>[11]</sup>。而且随着糖液浓度升高,物料表面吸收糖分结晶和内部溶解糖液渗透脱水,热量传递受阻,内部水蒸汽压下降,使得物料干燥时内部水分迁移速度会明显下降。糖分的存在也降低了脱水制品的吸水速率,干物料复水性有所降低。所以在该预处理中要根据物料特性合理控制糖液浓度,保证达到物料干燥前预期的预处理效果。经糖渍预处理的胡萝卜在干燥介质相对湿度适宜时,能有效缩短干燥时间和降低能量消耗<sup>[12]</sup>。

不同糖种类预处理对产品影响显著,在产品色泽方面,经过果葡糖浆、麦芽糖浆浸渍处理的膨化产品的色泽好于经过麦芽糖醇浸渍处理的产品;在产品硬度方面,经过果葡糖浆、麦芽糖浆浸渍处理的膨化产品硬度明显高于经过麦芽糖醇浸渍处理的产品。所以在麦芽糖浆、果葡糖浆、麦芽糖醇中,选用麦芽糖浆或果葡糖浆作为预处理的浸渍溶液较好,有利于加快物料干燥速率。

#### 1.4 NaCl 浸渍预处理

NaCl 浸渍预处理是将物料浸渍在 NaCl 溶液中一段时间的处理方法,具有渗透脱水的作用。随着 NaCl 溶液浓度升高,产品的水分含量降低,干燥速度加快<sup>[11]</sup>。孙妍等研究了过饱和 NaCl 溶液浸泡或煮沸或过饱和 NaCl 溶液煮沸处理对海参干燥时间、复水品质的影响,结果表明各组对应的干燥过程完成时间、干燥速率大小呈现出显著的差异,海参的干燥过程仅经历降速阶段,水分扩散起主导作用;经过不同前处理得到的海参初始含水率不同、干燥过程必需时间、复水品质也有较大差异<sup>[13]</sup>。

高浓度的 NaCl 渗透液对物料颜色的保持有显著作用。哈密瓜原料在真空油炸前进行 NaCl 溶液烫漂护色处理可以使加工后的哈密瓜产品具有较好的颜色和形状<sup>[14]</sup>。不同浓度的 NaCl 溶液预处理下,随着 NaCl 溶液浓度的逐渐升高,哈密瓜膨化产品含水率逐渐变小,说明 NaCl 溶液浸渍处理可以有效促进物料失水,膨化干燥产品的明度指数明显随 NaCl 溶液浓度的升高而增大,表明高浓度的 NaCl 渗透液对物料颜色保持有显著的作用<sup>[15]</sup>。

#### 1.5 高压脉冲电场预处理技术

高压脉冲电场预处理是在生产过程中充分利用高压脉冲电场,对产品干燥前预处理的一种脱水干燥技术<sup>[16]</sup>。其机理是外电厂诱导生物细胞膜两侧电荷聚集,形成穿透膜电位差,当该电位差大于生物细胞膜自然电位差时,细胞膜发生迅速电破裂和局部结构的改变,使细胞膜通透性急剧增加,从而干燥失水速度加快。利用该技术可减少干燥能耗、降低成本,达到高效节能的目的。而且该方法具有非热加工特性,其温升小、传递快速均匀、处理时间短,能够满足某些果蔬的热敏性需要,可用于加快干燥速率、降低脱水能耗、使食品的热破坏最小,提升果蔬脱水后的品质。Bajgai 等通过高压电场对菠菜叶进行干燥研究发现,当高压电场干燥时,物料不升温、速度快,能很好的保存物料的营养元素<sup>[17]</sup>。刘振宇等在高压脉冲电场预处理苹果对流干燥影响的试验中,发现经脉冲电场预处理的苹果样本平均脱水率比未处理的高,说明高压脉冲

电场预处理果蔬的干燥脱水技术,可实现提高果蔬脱水速度的目的,从而缩短干燥加工时间,提高果蔬干燥速率<sup>[18]</sup>。因此在加工能耗大、成本高的真空冷冻干燥等技术领域,有着广阔的应用前景。

不同物料高压脉冲电场预处理显著程度不同,处理效果与果蔬物料性质有关,主要是因为不同物料的细胞参数及其结构引起力学性质的改变不同,预处理作用强度越大,细胞膜受到的应力也越大。

#### 1.6 其他果蔬预处理

果蔬干燥前的预处理方式多种多样,根据果蔬品种和特性的不同,选用 1 种或多种预处理,可有效加快干燥速率、提升产品质量、保持营养物质等。脱水前原料经过热烫和二氧化硫以及应用硫脉、抗坏血酸等溶液预处理,都可以破坏酶的氧化系统,钝化酶的活性。当前随着人们生活水平的提高,对食品品质要求也越来越高,对干燥产品质量要求也越来越高。在食品预处理过程中需要合理的联合处理方式,以加快干燥速率,提升产品质量,降低成本和能耗。张茜等研究了切 3 段、过热蒸汽烫漂、热水烫漂 3 种不同预处理对线辣椒在气体射流冲击干燥时间、速率、水分比等方面不同的影响,结果表明切 3 段预处理样品组的水分有效扩散系数最大,可降低红色素的损失并能减少褐变<sup>[6]</sup>。所以这种干燥前果蔬的联合预处理可以避免单一预处理的缺陷,使得几种预处理优势互补,可有效提高干燥速率和品质。

干燥过程中均经历降速阶段,但是干燥过程中呈现出的特点是不同的,样品的初始含水率也有较大的差异。根据不同的果蔬品种,选择最佳的预处理方法,可以有效加快干燥速率,提升产品质量,最大程度的满足市场需求,达到经济效益的最大化。

## 2 发展趋势

随着国内对果蔬干燥的逐步重视和国际间技术交流的日益增多,有选择地参考国外的研究成果,并分析预处理工艺中存在的问题,明确发展方向,必将促进果蔬脱水工业的可持续发展。人们追求安全、营养、方便的食品,所以果蔬制干中合理的预处理方式可以加快失水、提高干燥速率、保证产品质量,达到人们所期望的效果。果蔬干燥前根据产品特性对预处理过程进行综合考虑,合理设置预处理方法,为寻求人们满意的果蔬加工工艺提供参考。

为保证品质,果蔬预处理逐渐向以下几个方面发展:(1)研究各种物料特有的品质要素,找出控制它们的预处理规律,最大化促进干燥产业的快速发展。(2)目前许多小型果蔬脱水厂预处理均采用手工操作,为克服手工操作控制预处理时间难,影响预处理质量,预处理设备逐步实现机械化。(3)从单一要素控制逐步发展成多个要素控制,根据物料的特点,将 2 种或 2 种以上的预处理方法优势互补,使预处理达到最优组合。

#### 参考文献:

- [1] 沈卫强. 果蔬干燥新技术及应用前景[J]. 农机化研究, 2009, 31 (12): 236 - 238.

了土地污染强度,不利于土地的可持续利用。

#### 4 结论与对策

元阳县作为哈尼梯田核心区,其土地生态安全不仅关乎该地区土地的可持续发展,还影响着梯田文化的传承。元阳县 2003—2013 年土地生态安全综合值较低,呈波动上升趋势,评价等级在较不安全、临界安全、较安全间波动,2009 年生态安全综合值出现大幅度下降,2013 年则大幅度上升。元阳县的土地生态系统结构已在人类活动的影响下发生了一定变化,生态系统主要服务功能尚能发挥,2014 年后对土地的保护及维护力度得到加强,效果较为显著,生态压力尚处于土地生态系统的承载能力之内。

尽管元阳县土地生态安全水平目前处于较安全级,但随着人口自然增长率、人口密度、单位面积耕地化肥施用量等指标数据的逐年增大,以及人均耕地面积的逐年减少,元阳县土地生态安全仍面临较大压力。为使元阳县土地可持续利用,维持并提高元阳县土地生态安全水平显得尤为重要,主要对策和建议包括 4 个方面:(1)进一步加强梯田保护,推进废弃地的复垦和生态修复,提高农田耕地质量;(2)进一步引导农户合理使用化肥,减少化肥过渡使用造成的土地污染;(3)进一步宣传计划生育政策,控制人口过快增长;(4)进一步加大政府对农业、环保的投入,加强水土流失治理,提高工业固体废物综合利用率。

#### 参考文献:

- [1]徐崇明,王继富,吴 威. 黑龙江省土地生态安全问题及对策[J]. 国土与自然资源研究,2009(3):36-37.
- [2]许月卿,崔 丽. 小城镇土地生态安全评价研究——以贵州省猫跳河流域为例[J]. 水土保持研究,2007,14(5):312-315,318.
- [3]许国平. 中国土地资源安全评价研究进展及展望[J]. 水土保持研究,2012,19(2):276-279,284.
- [4]张 愁,王成芝. 国内外蔬菜干燥前预处理及其发展[J]. 农牧与食品机械,1991(3):5-7.
- [5]赵玉生. 从流变特性分析烫漂对马铃薯组织结构的影响[J]. 冷饮与速冻食品工业,2000(2):6-7.
- [6]杜志龙,高振江,温朝晖,等. 胡萝卜的气体射流冲击烫漂与干燥试验研究[J]. 粮食与食品工业,2010,17(1):22-26.
- [7]肖红伟,张世湘,白峻文,等. 杏子的气体射流冲击干燥特性[J]. 农业工程学报,2010,26(7):318-323.
- [8]张 茜,肖红伟,杨旭海,等. 预处理对线辣椒气体射流冲击干燥特性和色泽的影响[J]. 农业工程学报,2012,28(1):276-281.
- [9]马 琴,谢 龙,高振江,等. 气体射流冲击烫漂预处理对枸杞干燥的影响[J]. 食品科技,2013,38(10):83-88.
- [10]Irzyniec Z, Klimezak J, Michałowski S, et al. Freeze-drying of the black currant juice[J]. Drying Technology, 1995, 13:417-424.
- [11]刘 霞,江 宁,刘春泉,等. 预处理对微波联合气流膨化干燥黑毛豆仁品质的影响[J]. 核农学报,2011,25(6):1216-1220.
- [12]郭 婷,何新益,邓放明,等. 冻融处理对甘薯热风干燥产品品

- [4]梅 艳,雍新琴,舒帮荣,等. 基于信息熵与未确知测度理论的土地生态安全评价——以江苏省为例[J]. 江苏农业科学,2013,41(10):297-301.
- [5]孙 芬,郑财贵,牛德利. 三峡库区土地生态安全评价及土地利用优化研究——以重庆市丰都县沿江地区为例[J]. 江苏农业科学,2013,41(5):368-370,420.
- [6]刘飞跃,万哨凯. 基于主成分分析法的吉安市土地利用的生态安全评价研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(11):5788-5790.
- [7]田克明,王国强. 我国农用地生态安全评价及其方法探讨[J]. 地域研究与开发,2005,24(4):79-82.
- [8]冯文斌,李升峰. 江苏省土地生态安全评价研究[J]. 水土保持通报,2013,33(2):285-290.
- [9]鄢 然,雷国平,孙丽娜,等. 基于灰色关联法的哈尔滨市土地可持续利用评价研究[J]. 水土保持研究,2012,19(1):154-158.
- [10]魏兴萍. 基于灰色关联分析三峡库区重庆段生态安全[J]. 水土保持研究,2010,17(4):124-128,133.
- [11]王建洪,任志远,苏雅丽. 基于生态足迹的 1997-2009 年西安市土地生态承载力评价[J]. 干旱地区农业研究,2012(1):224-229.
- [12]鲜明睿,侍 昊,徐雁南,等. 基于景观格局的常州市生态承载力动态分析[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2013,37(1):25-30.
- [13]胡文英,沈 琼. 元阳哈尼梯田景观稳定性评价[J]. 云南地理环境研究,2011,23(1):11-17.
- [14]王 鹏,况福民,邓育武,等. 湘南红壤丘陵区土地生态安全动态评价——以衡阳市为例[J]. 水土保持研究,2013,20(3):243-248.
- [15]李玉平,朱 琛,张义文. 河北省邢台市土地生态安全评价及可持续发展对策研究[J]. 水土保持通报,2013,33(6):116-120,124.
- [16]李 玲,侯淑涛,赵 悦,等. 基于 P-S-R 模型的河南省土地生态安全评价及预测[J]. 水土保持研究,2014,21(1):188-192.
- [17]王 君,房 升,陈 杰,等. 糖渍甘薯热风干燥特性及数学模型研究[J]. 食品科学,2012,33(7):105-109.
- [18]赵玉生,王云霞. 干燥前预处理对胡萝卜脱水机理和产品质量的影响[J]. 郑州粮食学院学报,2000,21(1):60-61.
- [19]孙 妍,薛长湖,齐祥明,等. 干燥前预处理对海参干燥过程及产品品质的影响[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2006,36(S2):57-61.
- [20]蔡亚东,赵成军. 哈密瓜脆片真空油炸工艺技术[J]. 食品工业科技,1998,17(6):61-62.
- [21]毕金峰,方 芳,丁媛媛,等. 预处理对哈密瓜变温压差膨化干燥产品品质的影响[J]. 食品与机械,2010,26(2):15-18.
- [22]刘振宇,郭玉明. 高压矩形脉冲电场果蔬预处理微观结构变形机理的研究[J]. 农产品加工·学刊,2009(10):22-25.
- [23]Bajgai T R, Hashinaga F. Drying of spinach with a high electric field[J]. Drying Technology, 2001, 19(9):2331-2341.
- [24]刘振宇. 高压脉冲电场预处理对果蔬脱水特性及品质影响的研究[D]. 晋中:山西农业大学,2009:116-117.