



农机应用技术系列
丛书主编/程 岚

脱水蔬菜加工 技术与设备

谢奇珍 沈 瑾 程 岚◎主编

55.3
9



黄河出版传媒集团
阳 光 出 版 社

农
丛

脱水蔬菜加工 技术与设备

谢奇珍 沈 瑾 程 岚◎主编



黄河出版传媒集团
阳光出版社

图书在版编目(CIP)数据

脱水蔬菜加工技术与设备 / 谢奇珍, 沈瑾, 程岚主编.
—银川: 阳光出版社, 2010.2
(农机应用技术系列 / 程岚主编)
ISBN 978-7-80620-566-2

I. ①脱… II. ①谢… ②沈… ③程… III. ①蔬菜加工—干燥—技术②蔬菜加工—干燥—设备 IV.

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 027998 号

脱水蔬菜加工技术与设备

谢奇珍 沈瑾 程岚 主编

责任编辑 屠学农
封面设计 万明华
责任印制 王怀庆

黄河出版传媒集团
阳光出版社 出版发行

地 址 银川市北京东路 139 号出版大厦(750001)
网 址 www.nxcbn.com
网上书店 www.hh-book.com
电子信箱 nxhhsz@yahoo.cn
邮购电话 0951-5044614
经 销 全国新华书店
印刷装订 宁夏精捷彩色印务有限公司
印刷委托书号(宁)0004852

开本 880mm × 1230mm 1/32 印张 5.5
字数 150 千 印数 4250 册
版次 2010 年 2 月第 1 版 印次 2010 年 2 月第 1 次印刷
书号 ISBN 978-7-80620-566-2/S·1

定价 14.00 元

版权所有 翻印必究

绪 论

一、我国脱水蔬菜加工行业现状

蔬菜在人们的日常饮食中起着重要作用,它除提供粗纤维外,还提供维生素、矿物质及微量元素等其他营养成分,是仅次于粮食的重要农产品。据统计,我国现有蔬菜种植面积约 333.3 万亩,年总产量近 1.56 亿吨。然而由于新鲜蔬菜水分含量较高(90%以上),很容易腐烂变质,这给蔬菜的贮藏与运输带来一定的困难,同时由于不能及时处理,也给菜农造成了巨大的损失。据有关部门统计我国蔬菜每年从采购、储运、加工销售到流通的各个环节的损耗高达 3000 万~4000 万吨,占全年蔬菜总产量的 20%~30%。

蔬菜脱水后其水分含量降至 4%~13%,水分活度降至 0.7%左右,使微生物和酶处于不活动状态,产品密封或真空包装即可长期保存达 2~3 年;与新鲜原料相比,质量减轻 10~20 倍;产品一



般 3~10 分钟内即可复鲜,复水比为 1:3.5~10.5,复鲜度大于 90%。此外,蔬菜脱水造成了不适合微生物生长的环境条件,防止了微生物,特别是致病菌的生长繁殖,达到防腐、保鲜的效果。

目前,脱水蔬菜作为一种新兴的食品种类越来越多地受到人们的青睐。在日本、美国、香港等国家和地区,此类食品已成为一种适应现代人快节奏、高效率生活方式的流行食品;在我国,它不仅在方便食品领域大量使用,而且也是旅游、边防、地质等部门解决吃菜难的有效方法。此外,作为蔬菜深加工产品的一种,脱水蔬菜还具有新鲜蔬菜的色、香、味、形、质,而且便于贮存。这使得近 10 多年来,国内外市场上脱水蔬菜的需求量逐年增加,而我国的脱水蔬菜加工业也正是在这种需求持续大幅增长的促动下得到了迅猛的发展。

自 20 世纪 80 年代我国就开始加工脱水蔬菜,经过 20 多年的发展,我国的脱水蔬菜加工业得到了迅猛的发展,各种蔬菜脱水技术也得到了发展。脱水蔬菜已成为我国重要的出口农产品之一,脱水蔬菜产量出口量约占世界总产量的 2/3,成为世界上最大的脱水蔬菜生产国,在国际贸易中占据主导地位,并且每年还在以 30% 的速度递增。截止到 2005 年,外向型蔬菜加工产业布局已基本形成,大型脱水菜企业主要集中在山东。如:山东东和、久利、大江、鲁蒙、美林等,此外还有江苏信友,上海海通、甘肃甘绿等。到 2005 年,我国脱水蔬菜加工已形成东南沿海省份及宁夏、甘肃、内蒙等西北地区产业带,例如青椒、红椒主要集中在内蒙及宁夏、甘肃一带加工;我国干辣椒出口量已占世界干辣椒出口量的 20% 以上,其中贵州是我国的著名辣椒产区。

2005 年,我国对日本出口蔬菜 170.58 万吨,创汇 16.27 亿美元;对美国出口 33.66 万吨,创汇 3.35 亿美元;对韩国出口 58.04 万吨,创汇 2.95 亿美元;对俄罗斯出口 47.34 万吨,创汇 1.61 亿美

元;对东盟出口的蔬菜 133.13 万吨,占全国出口总量 19.58%,出口金额 5.81 亿美元,占全国出口总额的 12.96%。可以说,脱水蔬菜已成为我国部分地区乡镇企业的主要出口创汇产品,生产加工脱水蔬菜,使廉价的蔬菜增值,降低损耗,已成为提高农民收入,推动当地经济发展的有效途径之一。

目前我国脱水蔬菜除了能应对旺季的蔬菜销售外,根据其用途已形成了 3 个大市场,一是食品工业原料或配料市场,例如作快餐食品中的配菜、食品添加剂等;二是调味品市场,例如用作调料的辣椒粉、花椒粉、洋葱粉等;三是作为蔬菜替代品的特殊市场,例如在地质勘探、部队野营训练、海岛和雪山等边防哨卡、北欧冬季滑雪旅游业等特殊场所。

然而,从总体上来说,目前我国脱水蔬菜加工业的发展大多只是数量的增加,其科技含量依然较低,大多数产品仍属于低档次产品、企业规模小、经济效益差,并普遍存在设施不够完善、布局不够合理、加工工艺简单甚至不合理、缺少严格的操作规程和规范(如 HACCP、GMP)、设备能耗高、安全卫生状况较差,产品质量不稳定、原料基地的建设还不规范、企业的管理水平低,人员素质较低的现象。可以说,从蔬菜生产大国向蔬菜加工强国的转变,我们还有很长的路要走。

二. 蔬菜脱水基本原理、方法

1. 蔬菜脱水的基本生产流程

原料处理→分级→清洗→(护色)→冲洗→烫漂→冷却→(护色)→脱水→挑选(取出毛发、去铁杂、色选、分级)→包装→杀菌→入库。

2. 脱水蔬菜干燥的方法及其特点

用于脱水蔬菜的干燥机种类繁多,按热传递方式、作业方式以及蔬菜与干燥介质间的运动方向不同分别介绍如下。



(1) 按热传递的方式分类

按热传递方式,干燥机主要分为传导式、对流式、辐射式三种基本形式以及两种或两种以上基本形式的组合方式。

在脱水蔬菜的干燥中,传导式干燥机应用很少,只有特种物料的干燥采取这种方式。辐射干燥方式诸如微波干燥、红外干燥等近年来理论研究比较多,但由于设备造价以及运行成本较高等原因,在脱水蔬菜干燥实践中应用的机型很少。目前在脱水蔬菜干燥中普遍采用的机型是常压热风干燥机,传热介质为空气。

(2) 按作业方式分类

脱水蔬菜干燥机按作业方式可分为批量式和连续式两种,在批量式干燥机中,蔬菜是一次装入,待烘干到需要水分时再一次卸料,这类干燥机的典型机型有箱式干燥机、真空冷冻干燥机、低温除湿干燥机等。又按蔬菜流动与否分为堆放式和循环式。

脱水蔬菜干燥机 { 批量式
连续式

连续式干燥机中,被脱水的蔬菜是从入口连续进入,从出口连续排出,这类干燥机的典型机型有网带式干燥机、喷雾干燥机、气流干燥机、流化床式干燥机等。

3. 常见脱水蔬菜干燥机及其特点

目前,在脱水蔬菜的加工中应用的技术主要有4种:一是常压热风技术;二是真空冷冻技术;三是微波技术;四是远红外技术。采用第一种技术生产出来的产品通常称为普通脱水蔬菜,采用后3种技术生产的产品通常成为特种脱水蔬菜。蔬菜的脱水过程一般可概括为2个基本过程:首先是物料内部的水分以液态或气态的形式沿毛细管扩散到物料表面;然后由表面蒸发到干燥的周围介质中去。合理的干燥工艺应尽可能使内部扩散速度等于或

接近外部蒸发速度。不同的干燥方式如热风、远红外和微波等,其内部扩散速度也不同,这是各种方式的干燥机理不同所导致的。

常压热风技术

采用常压热风技术的干燥机理同于其他常规物料干燥的机理,即使蔬菜的内部水分通过毛细管扩散到表面,再由表面扩散到外界,该方法的主要特点就在于它采用合理温度和风量的热风来促进蔬菜内部水分的扩散。目前,我国的脱水蔬菜加工业中90%都是采用常压热风干燥,因此我国研究人员对热风干燥的技术和设备进行了深入的研究。如周蓉芬和陈焕鑫(1996)采用筛式热风干燥设备生产脱水卷心菜,得到了营养丰富的符合出口标准的优质产品。宋现君(2002)采用热风干燥技术生产脱水胡萝卜粒也取得了很好的效果,生产出来的产品色泽亮洁,极富营养、口感清脆,很受消费者青睐。研究还发现,在采用热风技术进行蔬菜脱水过程中,温度和风量是最重要的指标,必须密切配合。目前我国较常用的热风干燥设备如隧道式干燥机、箱式干燥机、流化床干燥机、网带式干燥机等,技术方面都已较为成熟。并且该类设备操作简单、成本低廉,但是与另外几种干燥方法相比,产品档次较低、经济效益较差。

真空冷冻技术

真空冷冻技术是近几年较流行的干燥技术,该技术的原理是利用水分升华来除去水分。具体是将含水物质先冻结至冰点以下,使水分变为固态冰,然后使之处于较高的真空度下,使水的沸点与冰点重合即使压力下降到水的三相点压力,此时再升温即可将冰直接转化为蒸汽而除去。正是由于冷冻干燥技术的这一原理,使得该技术比热风干燥适合更多蔬菜品种的干燥。目前冻干小葱、胡萝卜、蘑菇等的研究较为成熟,且已广泛用于方便面、方便米饭的配料和各种即冲即喝汤料中,产品除色、香、味俱全外,



仍能保持原有的形状,且复水特快;近两年研究人员又将该技术用于人参、枸杞等营养食品和荔枝、芦笋等土特风味食品的脱水加工,也获得了成功,所得产品不仅营养丰富,而且可以降低总成本中加工费用的比例,增强了市场竞争力。

在冻干蔬菜的生产中,研究人员还发现,保证产品质量的关键是真空冷冻干燥机械,然而目前此类机械大多依靠进口,如日本生产的真空冷冻干燥设备(FD)。该设备具有导轨自动切换系统,既适合大批量生产,也适合小批量生产,并采用2个干燥缸的互换冷却槽法提高生产率,是目前较先进的冻干设备之一。虽然辽宁、浙江等地已开发出相当于发达国家20世纪90年代主流产品的工业化真空冷冻干燥机,但普及率还不高。

微波技术

微波技术是利用物料内部水分对微波的吸收特性,被吸收的微波能转化为热能使内部水分转化为蒸汽而达到要求的含水量。微波属于高频波段的电磁波,它也具有电磁波所有的波动特性,如反射、透射、干涉和衍射,目前常用的微波加热专用频率为915兆赫和2450兆赫。研究结果均表明,微波加热均匀,可以避免一般加热干燥过程由于内外加热不均而引起的品质下降,并充分保持了新鲜蔬菜内原有的营养成分。此外微波干燥还具有反应灵敏,便于控制,热效率高,无余热,无污染等显著特点。目前,一些发达国家已经开发出应用微波技术的干燥设备,如日本生产的小型微波减压干燥装置。其特点是采用大功率间歇式微波急速加热的同时形成真空环境,以干燥食品。

真空远红外技术

真空远红外技术是基于很多物质对波长在3~15微米范围的红外辐射有很强的吸收带的原理。在干燥时,由于蔬菜水分含量高,远红外线使深处的水分产生剧烈振动升温而汽化,加之干

燥室内处于负压状态,此时蔬菜的内压大于外压,在压差和湿度梯度作用下加速了外扩散,脱水速率上升,含水率下降。此技术不但可以更充分利用热能,而且产品的质量也有显著的提高。近年来,远红外技术在蔬菜干燥领域的应用和研究发展很快,现已应用到大豆、刀豆、蘑菇、腐竹、茶叶、洋葱等的干燥。其结果都表明,远红外干燥时,水分迁移机制以蒸汽为主,内、外扩散的动力较大,可以在不使蔬菜过热的情况下,达到比其他传热方法大得多的能流密度,再辅之以较优的干燥参数组合,可以使干燥效率和干燥质量得到大大的提高。此外,研究人员还发现了干燥中影响成品质量的主要因素主次为温度、真空度、片厚。然而目前采用远红外技术进行干燥的加工设备的研制尚处于起步阶段,现有远红外干燥设备大多是与热风干燥相结合的机型,如国产 CTC 系列热风循环烘箱中就有该类产品,而单独的远红外干燥机械较少。

三、脱水蔬菜加工技术革新和未来发展趋势

我国脱水蔬菜的发展前景极为广阔,在脱水蔬菜的加工方面首先应注意的是加大产品的科技含量,生产高附加值的产品;其次加工设备不能仅停留在简单的模仿阶段。应对其进行优化设计,加速研制和生产符合我国国情的优质高效脱水设备及其配套设施,提高脱水技术。我国脱水蔬菜不仅要在国内市场,而且要在国际市场上以优质、高档、品牌化的产品取胜。

具体来讲,未来脱水蔬菜干燥机的发展趋势,表现在以下几个方面。

1. 使用新型加热方式以及传热介质,如在直接干燥器中使用过热蒸汽作为干燥介质,采用新型能源如太阳能、生物质能源。

2. 对传统干燥工艺及装备进行革新,如采用组合干燥,包括同一干燥方式下的多级串联干燥、不同传热干燥的组合以及根据脱水蔬菜的干燥特性,采用变温节能干燥工艺。此外,通过试验进



行优化,确定干燥机最佳的温度、湿度、风速等工艺参数。

3. 提高干燥机的余热回收率。目前,国内一般的热风干燥机,从物料中干燥1千克水所需的热量为 $5.0 \times 10^3 \sim 10 \times 10^3$ 千焦 (1.39 ~ 2.8 千瓦·时),干燥效率仅为 30% ~ 50%。为此,提高干燥机的保温性能,充分利用尾气废热,已成为降低能耗的主要措施之一。

4. 在特殊情况下,使用容积式加热(微波或高频场)干燥方式。

5. 运用新型或更有效的供热方法(如脉冲燃烧、感应加热等)。使用新型气固接触技术(如二维喷动床、旋转喷动床等)。

6. 设计灵活、多用途的干燥器。

7. 干燥装备向专业化、大型化、自动化和成套化方向发展。

编 委 会

主 编 谢奇珍 沈 瑾 程 岚

参编人员 王民敬 师建芳 刘 清

赵 威 赵玉强 邵 广

目 录

绪论

第一章 脱水蔬菜干燥的通用方法和干燥机

- 第一节 箱式干燥机 / 001
- 第二节 隧道窑式干燥机 / 010
- 第三节 带式干燥机 / 018
- 第四节 流化床式干燥机 / 025
- 第五节 喷雾干燥机 / 033
- 第六节 真空冷冻干燥机 / 044
- 第七节 低温除湿干燥机 / 050
- 第八节 气流干燥机 / 058
- 第九节 太阳能干燥 / 065
- 第十节 其他干燥方法 / 069

第二章 脱水蔬菜加工辅助系统

- 第一节 清洗设备 / 076
- 第二节 干燥通风设备 / 084
- 第三节 干燥供热设备 / 088



第四节 脱水蔬菜清选、分级、包装设备 / 098

第五节 检测仪表 / 108

第三章 脱水蔬菜加工的质量控制与节能措施

第一节 脱水蔬菜加工的过程控制—HACCP / 117

第二节 脱水蔬菜加工设备的节能方法 / 138

第四章 脱水蔬菜加工的相关技术标准

第一节 脱水蔬菜加工设备相关标准 / 146

第二节 脱水蔬菜相关品质标准 / 151

第三节 脱水蔬菜的理化与安全指标 / 157

第一章 脱水蔬菜干燥的通用方法和干燥机

第一节 箱式干燥机

一、干燥原理与结构

(一)工作原理

箱式干燥机是一种外壁绝热、外形像箱子的干燥机,也称盘式干燥机或烘箱、烘房,是最古老的干燥机之一。箱式干燥机一般由空气加热器、循环风机、盛料盘、支架、箱体等组成,箱体上开有进气口和排气口。工作时由风机产生的循环流动的空气流,空气流经空气加热器时被加热到设定的温度,热空气在流经潮湿物料的表面时于物料产生热质传递而达到干燥目的。在大多数箱式干燥设备中,为了提高热效率,热空气被反复循环通过物料。

按内部空气流动情况的不同,箱式干燥机可分为穿流(图1-1)、平行流(图1-2)和真空(图1-3)三种形式。

按照处理量不同,箱式干燥机可分为搁板式和台车式两种。

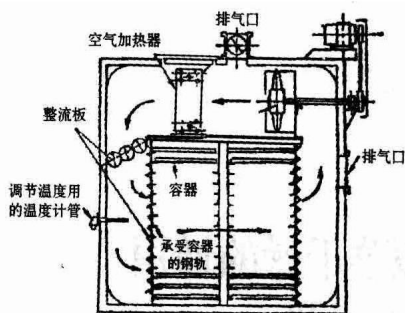


图1-1 平行流箱型干燥机

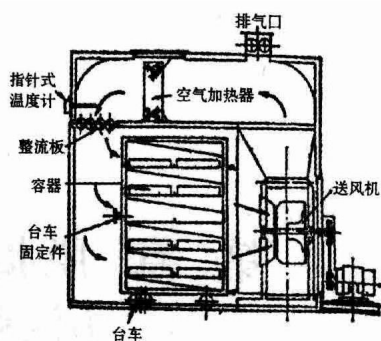


图1-2 穿流箱型干燥机

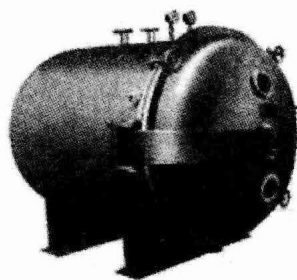
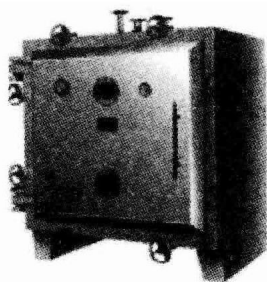


图1-3 真空箱型干燥机

(二)特点

优点:

- (1)结构简单、操作方便;
- (2)箱式干燥机中,一般用盘架盛放物料。优点是容易装卸、物料损失小、料盘易清洗;
- (3)属于万能型干燥机,尤其适用于少量、多品种物料的干燥;
- (4)对不需要翻动的物料,干燥过程中物料破损及粉尘少;
- (5)适用于能适当改变温度而进行干燥的程序控制方式。

缺点:

(1)物料得不到分散,干燥时间长;

(2)若需要干燥的物料量大,则所需的设备容积也大,工人劳动强度增大,如需要定时将物料装卸货或翻动时,粉尘飞扬,环境污染严重;

(3)热效率低,一般在40%左右,每干燥1千克水分约需消耗加热蒸汽2.5千克以上。此外,产品质量不够稳定。

三、结构

1. 平行流箱式干燥机

平行流箱式干燥机如图1-1所示,整体制成箱式,周围设有保温壁,以防止散热。前面是门,用以取放盛料的容器。平行流箱式干燥机的气流方向与物料平行,热风在物料表面上流动,以对流的方式与物料进行热量、质量交换。

2. 穿流式箱式干燥机

穿流式箱式干燥机的气流是垂直穿透物料层,其搁板或盛料容器的底由金属网或多孔板构成,使风能够均匀地通过物料层,如图1-2所示,结构与平行流式相同。

3. 真空箱式干燥机

真空干燥机的形式有如图1-3所示的箱形与圆筒型,容器由金属制成,给热方式大多采用间接加热、辐射加热方式。此外还有红外加热、感应加热等。间接加热时,将温水、蒸汽或其他载热体通过器内加热板,利用加热板与容器进行热传递。辐射加热则是利用加热板的热辐射热方式。容器是放有物料的盘或金属网。

四、干燥机的操作与使用

1. 平行流箱式干燥机

平行流箱式干燥机使用过程中需注意到以下几点: