

西兰花真空冷冻干燥的加工工艺及机理*

刘玉环¹, 杨德江¹, 冯九海¹, 武治昌¹, 秦良生²

1(河西学院农学系, 甘肃 张掖, 734000) 2(张掖市金海冻干食品有限责任公司, 甘肃 张掖, 734000)

摘 要 在多年对西兰花的冷冻生产实践的基础上, 对冻干西兰花的加工工艺进行了研究和分析。运用阿伦纽斯原理, 确定西兰花的共晶点温度为 $-10\sim-15^{\circ}\text{C}$, 实际生产中的冻结温度为 $-30\sim-35^{\circ}\text{C}$ 。根据西兰花冻结温度, 确定了升华干燥和解析干燥的最佳工艺条件, 真空度分别为: $60\sim 80\text{Pa}$ 、 $50\sim 70\text{Pa}$, 需要时间分别为: $9\sim 10\text{h}$ 、 2h 。在此条件下给出西兰花的冷冻升华干燥曲线。此时西兰花的含水量可达到 3% 左右。

关键词 西兰花, 真空冷冻干燥, 工艺

西兰花(*Brassica oleracea* L. Var. *botrytis*)又称嫩茎花椰菜、青花菜, 属十字花科芸苔属甘蓝变种, 原产意大利。它不仅食用方便, 而且营养丰富。据报道, 西兰花每 100g 可食部分含蛋白质 1.9g , 脂肪 0.2g , 膳食纤维 1.2g , 糖类 3.6g , Vc 66mg , V_{B_1} 0.01mg , V_{B_2} 0.05mg , 胡萝卜素 $10\mu\text{g}$ 和多种矿物质, 是我国出口创汇的主要蔬菜种类之一。其食用部分是幼嫩的花梗与花蕾, 采收后在常温下绿色易黄花、失水变软, 从而影响其商品价值。因此, 对西兰花进行真空冷冻干燥加工工艺研究, 提高产品质量, 扩大产品出口, 提高农业生产效益, 满足市场需求具有现实意义。本文探讨了西兰花的真空冷冻干燥过程中工艺参数及其特性, 旨在为西兰花的产业化冻干提供参考依据。

1 实验材料、设备和方法

1.1 实验材料

西兰花: 市售。

1.2 主要实验设备

LG-100 冻干仓(中国沈阳航天新阳速冻设备制造公司)、WN 自控速冻库(中国沈阳航天新阳速冻设备制造公司)、LG-0.2 实验用冻干机(中国沈阳航天新阳速冻设备制造公司)、HQ-72 全自动水分检测仪(意大利 KLORTNER(克洛特纳)仪表公司)。

2 方 法

2.1 工艺流程

新鲜原料→分选→盐水浸泡→茎花分离→手工

切花(机械切茎)→漂烫→沥水→装盘→冻结→升华干燥→解析干燥→挑选计量→包装→成品

2.2 操作要点

西兰花的冻干可以分为预处理、冻结、升华干燥、解析干燥和后处理 5 个阶段。

2.2.1 西兰花冻干的预处理

(1)原料挑选: 应选择菜株颜色浓绿鲜亮, 花球表面无凹凸, 花蕾紧密结实, 手感较沉重, 无病虫害残, 成熟度、大小基本一致且勿过老者为宜; 新鲜的西兰花原料在采摘后 24h 内(最长不超过 30h)进行加工, 否则会开花发黄变质, 影响产品质量。对不能及时加工的要贮存在 $0\sim 3^{\circ}\text{C}$ 恒温库内。

(2)原料盐水浸泡: 原料在分切前进行盐水浸泡, 盐水浓度为 30g/L , 浸泡时间为 $5\sim 10\text{min}$, 浸泡的目的是驱除在原料中的虫子, 同时具有清洗的作用。

(3)茎花分离: 经过浸泡的西兰花, 采取人工的方式, 在西兰花主茎分叉处, 将主茎和带小茎的花朵用刀切分, 实现茎花分离。

(4)切花、消毒: 将带小茎的西兰花放在工作台上, 采用手工方式进行花球切割, 要求花球高度在 $10\sim 12\text{mm}$, 花球宽度和厚度在 $10\sim 12\text{mm}$ 之间。手工切花要控制切口, 切口越小越好。处理后的西兰花花球, 先清洗, 再用质量分数 0.03% 的次氯酸钠溶液中消毒 5min , 用清水清洗。

(5)切茎: 茎花切割时对分离出来的主茎, 选择切断面淡绿色的、无木质纤维肥嫩的部分作为冻干产品的原料使用。西兰花主茎, 先在滚筒清洗机内用高压水进行清洗, 之后在 0.03% 的次氯酸钠溶液中消毒 5min , 用清水清洗后, 用切丁机切割成 $(6\times 6\times 6)\text{mm}$ 的小块。

为了提高成型率, 防止形状不合格的西兰花丁进

第一作者: 大学毕业, 副教授。

* 河西学院校列课题

收稿日期: 2008-07-02, 改回日期: 2008-10-07

入下到工序,要在切割后对丁进行过筛(6 mm×6 mm),过筛后的丁再次进行消毒。

(6)漂烫与冷却:漂烫可以钝化蔬菜中的酶,杀死虫卵和微生物,减少氧化和不良风味产生,使西兰花颜色鲜绿。因此,将人工切割好的西兰花花球和花茎,分别进行漂烫,一般 10~12mm 的花球在 90~95℃ 的热水中浸烫 80~100 s,6 mm×6 mm 的茎在 90~95℃ 的热水中浸烫 60~80 s。漂烫后的花球和茎立即分别进入冷却槽(强制制冷降温,冷却水温度保持在 5℃ 以下)进行快速冷却,物料中心温度冷却至 10℃ 以下,冷却时间越短越好。

(7)沥水与装盘:经冷却后西兰花花球、茎的表面会滞留一些水滴,这对冻结和生产效率都会产生影响。容易使冻结后的西兰花球相互黏结在一起,不利于下一步的真空干燥。在震动沥水机上进行震动沥水,除去表面水滴后将西兰花球均匀摊放在不锈钢料盘上,花球最合适的装盘量为 10 kg/m²,厚度 30~35 mm,花茎最合适的装盘量为 11 kg/m²,厚度 25~30 mm。

2.2.2 冻结

冻结过程中应把握好冻结温度和冻结速率^[1]。为确定西兰花的真空冷冻干燥工艺,首先应知道其共晶点温度。西兰花因品种、产地、含水量不同共晶点温度也略有差异,共晶点温度根据阿伦尼罗斯原理液体导电靠离子,西兰花结冰时电阻无穷大,用电阻法测定西兰花的共晶点温度。随着温度的降低,电流在不断减小,当西兰花的温度降低到 -10~-15℃ 时,电流趋近于 0,说明此时的西兰花已全部冻结。因此可以确认西兰花的共晶点温度为 -10~-15℃。在实际生产中,冻结的温度一般比共晶点温度低 15℃,西兰花冻结温度在 -30~-35℃。

西兰花冻结的过程是个放热过程,在库温保持 -35℃ 时,冻结 3h 左右较为适宜。

2.2.3 升华干燥

西兰花在升华干燥过程中,由于需要不断地补充升华潜热,在保持升华界面温度低于共晶点温度的条件下,不断地供给热量。实验证明,1g 冰变成 1g 蒸汽大约需要吸收 2 803 J 的热量^[2]。升华干燥过程是一个传热传质的过程,西兰花在升华干燥过程中传热和传质沿同一条途径进行,但方向相反^[2](图 1),被干燥西兰花的加热是通过已干层的辐射来进行,而内部冻结层的温度则决定于传热和传质的平衡条件。干燥过程中的传热传质过程是互相影响的,随着升华

的不断进行,多孔干燥层的增厚,供给的热量相应有所增加^[3]。一般将升温的速率控制在 0.1~1.2℃/min 范围,直到完成中心部分的升华,这一过程大约需要 9~10 h 左右,真空度在 60~80 Pa 之间,此时西兰花的含水量为 11% 左右。

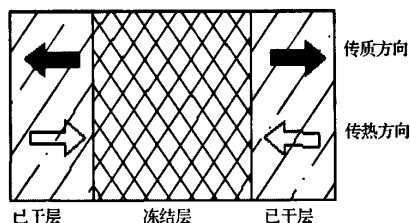


图 1 升华干燥过程中传热传质示意图

2.2.4 解析干燥

在升华干燥结束后,为了进一步除去西兰花细胞中没有冻结的结合水,这些水分的吸附能量高,如果不给予足够的热量,它们不能被解析出来,因此这个阶段的物料温度应足够高,西兰花的最高温度是 60℃,为使水蒸气有足够的推动力逸出,应在西兰花的内外形成较大的压差,因此,这个阶段应有较高的真空度 50~70 Pa。这一过程大约需要 2h,含水量为 3% 左右,符合加工产品的质量要求。根据以上的分析、实验和生产,得出一条比较合理的西兰花球真空冷冻干燥工艺曲线(图 2)。

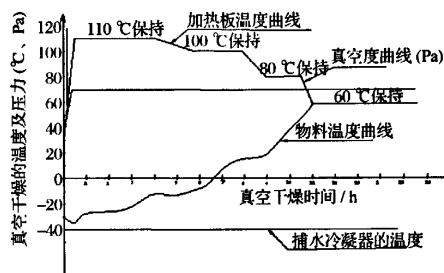


图 2 西兰花冻干工艺曲线图

2.2.5 后处理

干燥结束后,应立即根据产品的等级、保存期限、客户要求等进行分级,计量,检查等后处理及充氮或真空包装。干燥后的西兰花吸水性强,为防止产品吸潮而变质,尽量缩短拣选的时间,降低空气湿度(<45%)和环境温度(<20℃)。

3 讨论

3.1 冻结速率对干燥效果的影响

制品的冻结速率对干燥效果也有很大影响。从冰点到制品的共晶点温度之间需要快速冷却,否则容易使蛋白质变质,生命体死亡。快速冷却时冰晶还来不及生长就被冻结,所形成的晶粒细且数量多^[4]。这样的冰晶在升华时速度慢,但干后溶解快,能反映出产品原来的结构;反之,缓慢冷却产生的冰晶较大,不利于升华,但干后溶解慢。所以需要试验一个合适的冷却速率,西兰花一般为 0.1~1.5℃/min。以得到较高的存活率、较好的物理性状和溶解度,且有利于干燥过程中的升华。

3.2 加热介质温度对干燥效果的影响

在真空度不变的情况下,如果传入的热量不能弥补升华所需的相变热,物料的温度将会下降,造成固体冰的状态脱离升华线,使升华失败。如果传热过大,升华的水蒸气不能及时传递出来,将物料内部压力升高,造成固态冰溶解,使升华失败。现有试验条件下,真空度维持不变,设定隔板温度时就要考虑备能达到的真空度。如不能保证每次试验能达到真空度都会一致,则隔板温度的设定不能太高。在此过程

中,如能进行自动化控制热能随升华线变化,维持传热与传质的平衡,将会使冷冻干燥顺利进行。

3.3 真空度对干燥效果的影响

真空系统的作用是排出从干燥室中抽出的不可凝性气体和空气,以建立能保持制品升华速率的真空度。高真空度有效地降低了水蒸气气流的阻力,同时在干燥过程中由于没有空气的存在,也避免了氧化作用。在大多数的生产应用中,要实现冷冻干燥,水汽凝结器真空度应抽到 3.5 Pa 或更低,一般可将干燥箱内压力控制在 13~130 Pa。

参 考 文 献

- 1 顾振新主编. 园产品工艺学[M]. 苏州:苏州大学出版社, 2001. 96~100
- 2 罗云波,蔡同一主编. 园产品贮藏加工学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2001. 197~203
- 3 张兆祥,晏继文,徐成海,等编著. 真空冷冻干燥与气调保鲜[M]. 北京:中国民航出版社,1996. 176~179
- 4 高福成主编. 冻干食品[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1999. 8~13

The Research on Dry Frozen Broccoli Process and Its Mechanism

Liu Yuhuan¹, Yang Dejiang¹, Feng Jiu hai¹,

Wu Zhichang¹, Qin Liangsheng²

1(Department of horticulture, Hexi University, Zhangge 734000, China)

2(Zhangye Jinhai freeze drying Co. Ltd, Gansu, Zhangye 734000, China)

ABSTRACT With the improvement of people's life quantity and dietary structure, the expedient food is more and more popular. Dry frozen vegetable products are one of the best choices to meet with the need. The best vacuum freezing—dry condition was discussed and best simulation dry frozen curve was given. This paper can be a guide in the industry processing.

Key words *Brassica oleracea* L. var. votrytis, vacuum frozen dry, research

政策
法规
标准

原料乳中三聚氰胺快速检测国家标准发布实施

从国家质检总局获悉,国家质检总局、国家标准化管理委员会 15 日批准发布了《原料乳中三聚氰胺快速检测液相色谱法》国家标准,标准自发布之日起实施。

针对奶站、企业在原料乳收购过程中对三聚氰胺快速检测的需要,科技部会同质检总局、农业部、卫生部等部门组织专家开展了快速检测的筛选工作。通过对 126 家单位提供的 128 种快速检测方法进行初筛和现场统一测试,专家认为由中国计量科学研究院提供的原料乳中三聚氰胺快速检测方法是比较成熟的方法,建议制定为国家标准。

该方法按照国家标准快速制定程序,经 10 余家实验室共同实验验证,并经专家组审查通过,制定为《原料乳中三聚氰胺快速检测液相色谱法》国家标准。

该方法适用于原料乳中三聚氰胺的快速检测,也适用于不含添加物的液态乳制品中三聚氰胺的快速检测。使用该方法,可以解决原料乳的收购奶站和企业,以及乳制品生产企业在投入较小的情况下,快速、准确对所收购的原料乳进行三聚氰胺检测的问题。