

# 速冻荷兰豆生产中热烫和单体速冻工艺的优化研究

(深圳职业技术学院, 深圳 518055) 翟迪升

**摘要** 通过对速冻荷兰豆生产中两个重要工序的研究,完善和优化了热烫及单体速冻的工艺条件。

**关键词** 单体速冻 (IQF) 热烫 荷兰豆

**Abstract** A study on perfecting and optimizing the IQF and the blanching treatments of pea pods.

**Key words** IQF; blanching; pea pods

中图分类号 : TS205.7 文献标识码 : A

文章编号 : 1002-0306 (2002) 07-0051-04

荷兰豆 (Pea pods) 色泽青绿, 味美香甜, 组织脆嫩, 食之无纤维感, 营养丰富, 每 100g 嫩豆荚含水分 70.1~78.3g、碳水化合物 14.4~29.8g、蛋白质 4.4~10.3g、脂肪 0.1~0.6g、胡萝卜素 0.15~0.33mg<sup>[1]</sup> 及其它营养素, 因此它受到各国人们的喜爱。但生鲜荷兰豆常温贮存和长途运输会造成品质下降, 所以它一部分用作生鲜蔬菜就近销售食用外, 其余部分用来加工外销速冻荷兰豆。作者在完善速冻荷兰豆的工艺参数、优化工艺条件方面作了研究, 用此指导生产, 将使生产处于较优水平。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

荷兰豆 品种为台中 11 号, 广东东莞产;

过氧化氢、愈创木酚 均为国产分析纯。

数显插入式测温计, 中粮深圳信中出口食品工贸公司从法国进口的二段式单体速冻食品生产线。

### 1.2 工艺流程

荷兰豆 → 拣选 → 去端去筋 → 清洗 → 热烫 → 冷却 → 检查 → 预冷 → 沥水 → 单体速冻 → 检查 → 包装 → 贮藏 → 单体速冻荷兰豆 (IQF Pea Pods)

### 1.3 热烫工艺条件的确定

热烫温度和时间是影响热烫效果的主要因素。按照食品热处理的有关理论, 热处理的温度越高, 热

处理的时间越短, 食品的营养成分损失就越少, 食品的感官品质就越高。所以, 结合设备的实际情况, 荷兰豆热烫时的热水温度只能选取 100℃ 以下的温度, 但考虑到水沸腾时物料流动方向难以控制, 并考虑加工地海拔高度对水温的影响及实际生产的可操作性 (调节热烫时间较调节热烫温度容易且快捷), 选取 95~96℃ 为热烫时热水的温度, 分别以 0、10、20、30、35、40、45、50、55、60、75、90s 为热烫时间进行热烫实验 (热烫后立即用水冷却至室温), 以过氧化酶实验和感官评定作为主要实验指标, 确定最佳热烫工艺条件。

### 1.4 过氧化酶实验

取 4~5 个热烫冷却后的豆荚, 切成小片放入洁净的 50ml 比色管中, 然后准确加入 2% 的过氧化氢水溶液 10ml, 振荡 10s, 最后再准确加入 1% 愈创木酚的乙醇溶液 10ml, 开始计时并振荡数秒, 静置, 观察豆荚是否变色, 并记录开始变色的时间。若变色时间小于 60s, 称过氧化酶实验阳性, 表明豆荚热烫不足, 速冻荷兰豆在贮运环境中可能发生酶促褐变, 造成品质下降; 若变色时间大于 60s, 称过氧化酶实验阴性, 表明热烫使豆荚中的容易发生酶促褐变的酶类失活, 速冻荷兰豆在贮运环境中就不可能发生酶促褐变, 产品品质得到保证; 但若变色时间大于数分钟, 虽然属于过氧化酶实验阳性, 而此时豆荚热烫灭酶的同时, 它会发生变色、软烂等质量问题, 故称此为热烫过度。

### 1.5 速冻工艺条件的确定

影响速冻的因素很多, 当设备和物料的种类选定后, 为了便于生产和控制速冻工艺及过程, 结合速冻设备和速冻食品生产工艺原理, 选用速冻间冷空气温度为 -38~40℃、荷兰豆厚度为 40mm、分别以不同的速冻时间和不同的冷空气流速进行速冻实验, 荷兰豆经不同速冻时间和在不同流速的冷空气中速冻后测定速冻荷兰豆的几何中心温度、产品品质及速冻时流态化的程度, 从而确定最佳速冻工艺条件。

收稿日期: 2002-02-21

作者简介: 翟迪升 (1963-), 男, 讲师, 主要从事食品加工工艺研究。

表 1 热烫温度为 95~96℃、荷兰豆经不同热烫时间时实验结果

热烫时间(s)	过氧化酶实验结果	豆荚感官评定结果
0	+++ + + + + + + +	豆荚组织坚硬 ,脆性很大 ,一折即断 ,深绿色 ,无豆香气 ,有很浓的生豆味
10	+++ + + + + + +	豆荚组织坚硬 ,一折即断 ,淡的亮绿色 ,基本无香气 ,口感脆性很大 ,有很浓的生豆味
20	+++ + + + +	豆荚组织坚实 ,易折断 ,亮绿色 ,有豆香气 ,口感脆性较大 ,有较浓的生豆味
30	+++	豆荚组织良好 ,不易折断 ,亮绿色 ,有浓的豆香气 ,口感脆性适中 ,有浓的生豆味
35	+	豆荚组织良好 ,亮绿色 ,有浓的豆香气 ,口感脆性适中 ,有生豆味
40	-	豆荚组织良好 ,亮绿色 ,有浓的豆香气 ,气味清香 ,口感脆性适中 ,有生豆味
45	-	豆荚组织良好 ,亮绿色 ,有浓的豆香气 ,口感脆性适中 ,有点生豆味
50	-	豆荚组织良好 ,亮绿色 ,有浓的豆香气 ,口感脆性适中 ,可以食用
55	-	豆荚组织良好 ,亮绿色 ,有豆香气味 ,口感脆性适中 ,可以食用
60	-	豆荚组织松软 ,亮绿色 ,有淡的豆香气味 ,口感脆性基本适中 ,食用时有点软绵感
75	-	豆荚组织较松软 ,绿色中泛点黄色 ,有很淡的豆香气味 ,口感脆性较小 ,口感组织软绵
90	-	豆荚组织很松软 ,部分豆荚开始开裂、软烂 ,黄绿色 ,基本无豆味 ,口感组织较软绵

注：“+”表示过氧化酶实验为阳性，“+”越多表示褐变越严重；“-”表示过氧化酶实验为阴性

## 2 结果与讨论

### 2.1 热烫工艺条件的确定

见表 1。

由实验结果可知,当豆荚不经过热烫处理时,过氧化酶实验呈现阳性,豆荚全部褐变,且变色非常严重,这是由于豆荚中的过氧化酶、过氧化物酶等酶类的活性依然存在,愈创木酚在这些酶类的作用下,被过氧化氢氧化成褐色的四愈木醌,这表明荷兰豆速冻前一定要热烫灭酶,否则速冻荷兰豆在贮运过程中会产生酶促褐变,造成其品质下降;当豆荚热烫处理不足(热烫时间≤35s)时,过氧化酶实验呈现阳性,豆荚有不同程度的褐变,褐变的程度随热烫时间的延长而减轻,这是由于豆荚中的酶类仍然具有活性,但其活性已有所下降,且随热烫时间的延长其活性越弱,它酶促过氧化氢氧化愈创木酚成褐色的四愈木醌的能力也越来越弱,所以豆荚的褐变程度随热烫时间的延长而越来越少,这表明这种热烫不足的荷兰豆在贮运过程中也会产生酶促褐变(只不过其褐变的程度较未热烫的荷兰豆为轻而已),自然它也会造成其品质不同程度的下降;当热烫时间为≥40s时,过氧化酶实验阴性,这是由于豆荚中的酶类已经失活,它当然不能酶促过氧化氢氧化愈创木酚成褐色的四愈木醌,所以豆荚没有褐变,这表明适度的热烫可以使速冻荷兰豆在贮运过程中不会发生因酶促褐变而使其品质下降;但当热烫时间为50~55s时,豆荚的感官品质虽然达到食用时的最佳状态,但是考虑到速冻荷兰豆一般在食用时还要进行一次加热处理,所以热烫后的荷兰豆应该“较熟”,最好不要“熟”,不能“过熟”,更不能“变黄”、“软烂”;当热烫时间≥60s时,豆荚的感官品质开始下降,且随着热烫时间的增加豆荚的感官品质下降的越严重:豆荚颜色变黄、组织软烂、无豆荚应有的滋味和气味。综合以上分析,为了保证消费者在食用荷兰豆时有良好的品质,荷兰豆热烫的工艺条件应该是使速冻荷兰豆在冷藏条件下在保质期内不会酶促褐变,同时豆

荚为亮绿色,具豆香气味,口感豆荚“较熟”,组织脆性适中为佳。满足此条件的荷兰豆豆荚最佳热烫工艺条件为:热烫温度95~96℃、热烫时间40~45s。

为了减少实验工作量,实验是在实验室条件下进行的。在得到上述结果后,用此结果进行小试、中试,结合实际生产中存在的各种因素,热烫工艺条件调整为:热烫温度95~96℃、热烫时间40~50s。实验同时得出具体热烫时间的选择要根据荷兰豆的成熟度和新鲜度作适当的调整:当荷兰豆的成熟度较低(即较嫩)时,热烫时间要短些;当新鲜度较高时,热烫时间要短些,反之亦然。

此结果与有些报道的90~100℃、60~90s热烫工艺相比,参数区间更小,时间也更短,工艺条件得到优化。

### 2.2 速冻工艺条件的确定

2.2.1 冷空气流速的确定 单体速冻的关键技术之一是如何使物料成流态化,影响物料流态化的主要因素有冷空气的流速、设备、物料厚度等。当设备选定后,它已无法改变流态化效果。实际生产中物料厚度也是不易改变的(需要反复调节5个无级调速电机转速才能平衡物料流量),同时物料厚度也会影响产品产量,所以通过改变物料厚度来实现流态化是不科学的。而空速是最容易改变的(调节1个无级调速电机的转速),也是改变流态化效果最有效的手段。所以,实验以冷空气流速为变量,进行流态化效果实验,结果见表2。

由实验结果看出,当第一冻结区(预冷和表层冻结区)和第二冻结区(深层冻结区)空速分别为4m/s和3m/s时,物料在第一冻结区成微微的“沸腾”状态,在第二冻结区处于静态,这是由于空速不够大,没有把豆荚吹起,所以没有实现流态化,结果在冻结过程中粘连在一起,造成没有实现“单体”和中心温度不够。当第一冻结区和第二冻结区空速分别达到5~6m/s和4~5m/s时,物料在两区均成“沸腾”状态,这是由于空速足够大,把豆荚吹起,实现了流态

表 2 空气温度-38~-40°C、豆荚初温 5°C、速冻时间 5min、物料厚度约 40mm 时不同空速时的流态化实验结果

实验号	表层冻结区空速(m/s)	豆荚在网带上的状态	深层冻结空速(m/s)	豆荚在网带上的状态	速冻荷兰豆品质评定(相关部分)
1	4	成微微的“沸腾”状	3	滞留于网带上，基本上处于静止状态	粘连较多，粘连者中心温度-12~-15°C
2	5	有起有落，成“沸腾”状	4	有起有落，成轻微“沸腾”状	单体，不粘连，中心温度达到-18.2°C
3	6	有起有落，成“沸腾”状，程度较大	5	有起有落，成“沸腾”状	单体，不粘连，中心温度-18.7°C
4	7	有起有落，成剧烈的“沸腾”状，有一部分豆荚悬浮于气流中，出现夹带现象	6	有起有落，成“沸腾”状，程度较大	单体，不粘连，中心温度-19.0°C

表 3 不同速冻时间时的速冻实验结果

速冻时间(min)	豆荚中心温度(°C)	豆荚感官评定结果
1	-1.0	表面有冰衣，豆荚有点变硬，但未冻结，单体无粘连，直条状
2	-2.1	表面有冰衣，豆荚变硬，豆荚部分被冻结，单体无粘连，直条状
3	-3.4	表面有冰衣，豆荚变硬，一折可断，豆荚部分被冻结，单体无粘连，直条状
4	-8.7	表面有冰衣，豆荚较硬，一折即断，豆荚基本被冻结，单体无粘连，直条状
5	-18.1	表面有冰衣，豆荚很硬很脆，轻折即断，已冻结，单体无粘连，直条状
6	-22.3	表面有冰衣，豆荚很硬很脆，轻折即断，豆荚已被冻结，单体无粘连，直条状

注 1 实验条件：空温-38~-40°C、第一和第二冻结区空速分别为 5~6 m/s 和 4~5 m/s、豆荚初温 5°C、物料厚度 40mm

注 2：由于网带传速所限，前三个实验是在速冻间定时取样的

化，物料在冻结过程中始终被冷空气包围而不能与豆荚接触，所以豆荚不会粘连在一起，同时速冻荷兰豆中心温度也达到-18°C以下。当第一冻结区冷空速达到 7m/s 时，物料在该区成剧烈的“沸腾”状态，造成夹带，导致流态化恶化。由此可以得出在实验条件下，理想的流态化条件是第一和第二冻结区冷空速分别为 5~6 m/s 和 4~5 m/s。

2.2.2 速冻时间的确定 在流态化实验基础上，选用速冻间冷空气温度为-38~-40°C、第一冻结区空速为 5~6 m/s、第二冻结区空速 4~5 m/s、荷兰豆厚度为 40mm、荷兰豆进入速冻间的初始温度为 5°C 的条件下，分别以 1、2、3、4、5、6 min 的速冻时间进行速冻实验，以速冻荷兰豆的几何中心温度为主要的实验指标确定最佳的工艺条件，实验结果见表 3。若以速冻时间 t 为横坐标，以豆荚的几何中心温度 T 为纵坐标，绘制速冻曲线，如图 1 所示。

从实验结果表 3 和图 1 可以看出，在实验条件下，经 1min 速冻，荷兰豆的温度迅速下降，表面已经形成冰衣，这是由于高速低温的冷空气使荷兰豆温度迅速下降，其表面温度最低，并很快达到了水的冰

点，此时荷兰豆表面的水分被冻结形成了薄冰层，也就是冰衣，但由于冷能传递是由表及里的，因此荷兰豆温度分布是由表面到几何中心成递增梯度的，此时荷兰豆内部温度还没有达到其冰点，荷兰豆内部的水就不能结冰，自然荷兰豆没有冻结，但由于冰衣存在，所以使之有点变硬；当速冻时间在 1~3min 之间时，豆荚温度下降非常缓慢，这是由于随着速冻的进行，荷兰豆温度达到了其冰点，荷兰豆组织内大部分水分被冻结形成了冰，而此时因水冻结成冰放出了大量潜热，荷兰豆内部的这些潜热不能及时被导出，在此阶段由于形成了大量的冰晶体，所以豆荚变硬；当速冻时间超过 3min 时，豆荚的温度下降开始加快，这是由于随着速冻的进行，荷兰豆组织内能用于冻结的水越来越少，冷空气能比较及时地带走豆荚热量及少量潜热的缘故，此时荷兰豆组织内有更多的冰晶体存在，所以荷兰豆变得更硬；当速冻时间超过 4min 时，豆荚的温度下降更快，这是由于随着速冻过程的进行，荷兰豆组织内能用于冻结的水更少，冷空气能更及时地带走豆荚热量的缘故，此时荷兰豆组织内有更多的冰晶体存在，所以荷兰豆变得很硬；当速冻时间为 5min 时，荷兰豆几何中心温度降到-18°C，荷兰豆各项指标已达到要求；当速冻时间超过 5min 时，荷兰豆的几何中心温度已经降到-18°C 以下，但温度下降趋缓，这是由于荷兰豆与冷空气的温差已经较小，导致制冷效果下降之故。可见当速冻时间超过 5min 时，荷兰豆的几何中心温度下降将会更慢，而且制冷效果大大降低，造成生产成本增加，从速冻食品加工原理和冷藏链的要求，食品速冻到-18°C 已经符合要求，也就是速冻

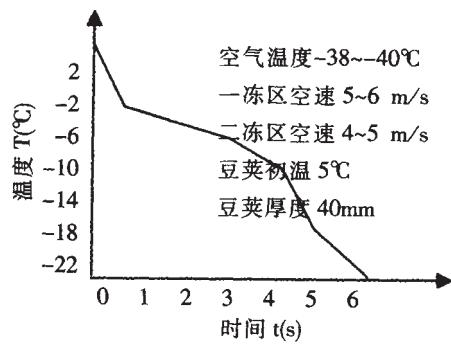


图 1 荷兰豆速冻曲线

5min 即可。

2.2.3 最佳速冻工艺条件 从上述两组实验结果及其分析可知，在荷兰豆厚度为 40mm、初始温度为 5℃时的最佳速冻工艺条件是速冻间冷空气温度为 -38~40℃、第一冻结区和第二冻结区的冷空气流速分别为 5~6 m/s 和 4~5 m/s、速冻时间为 5min。此结果与有些报道相比，增加了物料厚度这个影响速冻效果的主要参数，同时空气温度更低，且空气流速分段控制，速冻时间也更短，工艺得到优化。

### 3 结论

从研究得出，生产单体速冻荷兰豆时，热烫的最佳工艺条件是热烫温度 95~96℃、热烫时间 40~50s；在热烫后豆荚厚度为 40mm、初始温度为 5℃时单体速冻的最佳工艺条件是速冻间冷空气温度为 -38~40℃、第一冻结区的冷空气流速为 5~6m/s、第二冻结区的冷空气流速 4~5m/s、速冻时间为 5min。这一结论与以前的报道相比，热烫温度范围更小，热烫时间更短，物料初温更低，冷空气温度更低，速冻时间更短，

而且增加了物料厚度这个影响流态化和速冻效果的主要因素，同时根据速冻原理，设置不同的空气流速进行速冻的分段控制。这些改进和措施，提高了产品品质，降低了生产成本，同时使生产过程容易控制。

### 参考文献

- 1 钱正青. 豌豆. 北京农业, 1996(5):38
- 2 康景隆. 快速冻结. 中国商业出版社, 1996.97~108, 16~138
- 3 洪若豪. 出口鲜豆类速冻保鲜加工技术. 食品科技, 1998(2): 28~29
- 4 Williams D C, Lim M H, et al. Blanching of vegetable for freezing. Food Technology, 1986, 40 (6): 130~140
- 5 Halpin B E, Lee C T. Effect of blanching on enzyme activity and quality changes in green beans. Food Sci, 1987, 52: 1002~1005

## 《中国优秀博硕士学位论文全文数据库》(CDMD) 总体介绍

CDMD 由《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社与清华同方光盘股份有限公司共同研制，得到了国务院学位办与全国近 300 家博士培养单位的大力支持与协助。CDMD 具有覆盖学科广、文献量大、收录质量高、全文收录、每日更新、使用方式灵活等特点，是我国颇具权威的优秀博硕士学位论文全文数据库。

CDMD 覆盖理工、农林、医卫、社会科学各学科，精选收录全国近 300 家博士授予单位 2000—2001 年的论文全文近 30000 册，其中“211 工程”高校的收录率达 80%。CDMD 按学科划分为 9 大专辑出版，今后，每年增加论文全文 20000 册。

代码	专辑名称	专辑光盘	学科范围
M-A	理工辑 A(数理科学)	半年刊	数学 力学 物理 生物 天文 地理 测绘 资源 气象 水文 海洋 地质 地球物理学
M-B	理工辑 B(化学化工能源与材料)	半年刊	化学 化工 矿冶 石油 天然气 金属及金属工艺 煤炭 轻工 劳动保护 环境 材料
M-C	理工辑 C(工业技术)	半年刊	工业通用技术及设备 机械 仪表 航空 航天 交通运输 水利工程 农业工程 建筑 动力 原子能技术 电工技术
M-D	农业辑	半年刊	农业基础科学 农艺学 植保 农作物 园艺 林业 畜牧 动物医学 狩猎 蚕蜂 水产 渔业
M-E	医药卫生辑	半年刊	预防医学与卫生学 基础医学 临床医学 中医 中药 药学 生物医学工程
M-F	文史哲辑	半年刊	文学 艺术 旅游 历史 哲学 宗教 体育 人物传记
M-G	经济政治与法律辑	半年刊	经济学 商贸 金融 保险 政论 党建 外交 军事 法律
M-H	教育与社会科学综合辑	半年刊	社会科学研究方法 社会学 民族学 人口学 人才学 各级各类教育
J-I	电子技术与信息科学辑	半年刊	无线电 计算机 自动化 新闻与传媒 图书情报 档案

全国免费咨询热线 8008100946

地 址：北京清华大学华业大厦 1300 室 通信地址：北京清华大学 84—48 信箱 邮编：100084

联系人：张莉 联系电话：010—62791829/30/31 E-mail：qklw@cnki.net

详情请访问 CNKI 电信全国中心 <http://www.cnki.net/> CNKI 教育全国中心 <http://www.edu.cnki.net/>

中国学术期刊(光盘版)电子杂志社 清华同方光盘股份有限公司 光盘国家工程研究中心