

研究报告

水循环杀菌对软包装甘栗仁罐头感官品质的影响

许凌云,侯阳,杨倩,王铁龙

(中国检验检疫科学研究院,北京 100176)

摘要:目的 探究不同水循环杀菌、不同杀菌强度对软包装甘栗仁罐头感官品质的影响,明确软包装甘栗仁罐头最佳水循环杀菌方式。方法 当杀菌温度和杀菌时间相同时,分别采用卧式静止全浸水式杀菌锅、卧式静止侧喷淋水式杀菌锅和卧式静止顶喷淋水式杀菌锅对软包装甘栗仁罐头进行杀菌,通过 General method 计算软包装甘栗仁罐头的杀菌强度 F 值,探究不同杀菌强度 F 值对甘栗仁感官品质的影响;根据以上确定的杀菌强度 F 值,构建上下等范围内的 F 值。当 F 值相同时,利用 BALL 公式法计算不同水循环的杀菌温度和杀菌时间,探究不同水循环杀菌对软包装甘栗仁罐头感官品质的影响。结果 当杀菌温度和杀菌时间相同时,全浸水式杀菌强度 F 值是 6.2 min,侧喷淋水式 F 值是 5.1 min,顶喷淋水式 F 值是 4.9 min,当 F 值是 5.1 min 时,甘栗仁感官品质评价最佳;根据 $F=5.1$ min 构建杀菌强度范围是 3、4、5、6、7 min。当 F 值是 3~5 min 时,三种水循环杀菌工艺下软包装甘栗仁罐头感官品质均与 F 值呈正相关。当 F 值是 5~7 min 时,甘栗仁感官品质均与 F 值呈负相关。结论 当杀菌温度和杀菌时间相同时,软包装甘栗仁罐头经侧喷淋水杀菌后感官品质评价最佳。当 F 值相同时,杀菌后的软包装甘栗仁罐头感官品质:侧喷淋水>全浸水式>顶喷式。综上所述,在三种水循环杀菌工艺条件中,软包装甘栗仁罐头产品经侧喷淋水式杀菌锅杀菌后感官品质最佳。

关键词:水循环杀菌;杀菌强度 F 值;感官品质;软包装甘栗仁罐头

中图分类号:R155

文献标识码:A

文章编号:1004-8456(2022)04-0649-08

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.04.003

Effects of water cycle sterilization on the sensory quality of canned chestnut in soft packaging

XU Lingyun, HOU Yang, YANG Qian, WANG Tielong

(Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100176, China)

Abstract: Objective To clarify the best water cycle sterilization method of canned chestnut in flexible packaging, the effects of different water cycle sterilization and heat sterilization intensity (F) on the sensory quality were explored. **Methods** When the sterilized temperature and time were the same, the horizontal still water immersion retort, horizontal still water spray retort and horizontal still water shower retort were used to sterilize the canned chestnut in flexible packaging. The heat sterilization intensity (F) of canned chestnut in flexible packaging was calculated by General method, and the influence of different F values on the sensory quality were explored. According to the above determined F , the F in the upper and lower ranges were constructed. When the F was the same, the BALL formula method was used to calculate the sterilized temperature and time of different water cycles, and to explore the effects of different water cycles on the sensory quality. **Results** When the sterilized temperature and time were the same, the F of horizontal still water immersion retort was 6.2 min, the horizontal still water spray retort was 5.1 min, and the horizontal still water shower retort was 4.9 min. When the F was 5.1 min, the sensory quality evaluation of chestnut was the best. According to $F=5.1$ min, the ranges of heat sterilized intensity were 3, 4, 5, 6 and 7 min. When the F values were 3~5 min, the sensory quality of chestnut under the three water cycle sterilization processes was positively correlated with the F . When the F values were 5~7 min, the sensory quality of chestnut was negatively correlated with the F . **Conclusion** When the sterilized temperature and time were the same, the sensory quality evaluation of chestnut after water spray retort was the best. When the F was the same, the sensory quality of chestnut was the best with water spray retort, followed by water immersion retort and water shower retort. In summary, among the three water cycle sterilization process conditions, the chestnut had the best sensory

收稿日期:2021-12-31

基金项目:河北省重点研发计划项目(20327113D);河北省重点研发计划项目(21327117D)

作者简介:许凌云 女 助理工程师 研究方向为食品热处理、HACCP体系等 E-mail: 15227831802@163.com

通信作者:王铁龙 男 高级工程师 研究方向为食品热处理、HACCP体系等 E-mail: 36924431@qq.com

quality after water spray retort.

Key words: Water cycle sterilization; heat sterilized intensity (F); sensory quality; chestnut in flexible packaging

板栗,壳斗科栗属植物,又名魁栗、毛栗、风栗和锥栗。板栗作为我国著名的食用坚果,已经有3 000多年的种植历史^[1-2]。板栗不仅富含淀粉、维生素、膳食纤维和矿物质(钾、磷和镁)等多种营养成分^[3-5],还具有独特的香气和软糯甜腻的口感,深受消费者喜爱,因此板栗品质的研究一直是热点问题。聂东梅等^[6]通过研讨不同干燥温度对带壳丹东板栗干燥速率、含水率变化、板栗成品的组织状态、色泽以及口感的影响,发现丹东板栗在40℃干燥条件下的干燥成品质量好、口感佳,但效率低;45℃条件下的干燥速率较高,但是成品内部发生了皱缩;50℃条件下的干燥速率高,但成品内部发生了皱缩,表皮颜色也呈褐色,严重影响板栗口感。章斌等^[7]以固形物增加率为指标,探究不同炒制处理对板栗加工与风味品质的影响,结果表明在50~60°Brix的葡萄糖液、料液比1:15、糖渍80 min的条件下,按传统方式炒制50 min后,固形物增加率可达6.46 g·g⁻¹,此时板栗色泽均匀,果形饱满,气味香而不浓,甜而不腻。但探究工业化软包装甘栗仁罐头感官品质的研究较少,因此确定工业化杀菌工艺对软包装甘栗仁感官品质的影响研究对工业化杀菌方法的改进与创新具有重要意义。

杀菌是食品工业质量安全控制的关键工序^[8],热力杀菌作为传统的杀菌方式^[9],其主要目的是杀死食品中的致病菌、产毒菌、腐败菌,并抑制有可能残存微生物的再生长繁殖,确保食品能够在室温下,保藏较长时间不致败坏,来确保消费者食用安全性^[10]。常见的应用于软包装杀菌的杀菌设备主要是间歇式静止杀菌设备,包括蒸汽杀菌锅、浸水式杀菌锅和淋水式杀菌锅^[11]。目前国内外利用热

力杀菌试验确定最佳杀菌工艺的研究较多,如MOHAN等^[12]探究了热处理时间对不同包装类型中大虾品质的影响;ALI等^[13]利用不同 F 值(5、7和9 min)下沙丁鱼的传热曲线和质构变化,确定了沙丁鱼的最佳杀菌工艺;王铁龙等^[14]利用控制变量的方法对水产罐头进行热穿透试验,得出了固形物的最大装罐量为影响热处理的最关键因子这一结论。

目前对板栗仁的研究多集中于探究不同杀菌方式对板栗仁的杀菌抑菌作用,如何树钜等^[15]考察了微酸性电解水的有效氯浓度和杀菌时间等因素对板栗仁的杀菌抑菌效果。王德静等^[16]探究了次氯酸钠、脱氢醋酸钠和亚硫酸氢钠等抑菌杀菌剂对新鲜板栗仁的抑菌效果。但针对不同杀菌设备、不同水循环方式杀菌工艺对板栗杀菌效果的研究较少,因此本文采用卧式静止全浸水式杀菌锅、卧式静止侧喷淋水式杀菌锅、卧式静止顶喷淋水式杀菌锅这三种水循环杀菌工艺对甘栗仁进行杀菌,并通过研究杀菌强度 F 值和水循环方式对甘栗仁感官品质的影响,确定甘栗仁最佳水循环杀菌工艺,解决依赖传统杀菌经验工艺对甘栗仁杀菌的各种不利影响,为提高软包装甘栗仁杀菌效率和感官品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 主要仪器与试剂

卧式静止全浸水式杀菌锅、卧式静止侧喷淋水式杀菌锅、卧式静止顶喷淋水式杀菌锅(山东鼎盛工业装备股份有限公司),杀菌锅相关参数详见表2;TSPRO XL型ELLAB温度传感器(丹麦ELLAB有限公司)。

表1 水循环杀菌参数

Table 1 Water cycle sterilization parameters

水循环杀菌类型	托盘车数量	托盘尺寸/mm	产品摆放形式	层数	每层产品数量
卧式静止全浸水式					
卧式静止侧喷淋水式	4	1 000×960×66	单层均匀水平摆放	15	96
卧式静止顶喷淋水式					

50 g/袋商超有机甘栗仁产品(承德SL食品股份有限公司),产品信息和杀菌参数详见表2。

1.2 试验方法

1.2.1 ELLAB温度传感器校准设置

正式开展试验前,根据杀菌参数对ELLAB温度传感器进行校准,校准方法参考纪金龙^[17]。校准内容详见表3。根据我国出入境检验检疫局行业标

表2 产品信息

Table 2 Product Information

项目	信息
产品名称	50 g/袋软包装甘栗仁
产品形态	固体
杀菌参数	121℃、23 min
产品包装形式	软包装
包装尺寸/mm	160×110×25

表3 温度传感器校准要求

Table 3 Temperature sensor calibration requirements

校准内容	指标要求
温度点/°C	121.00
精度/°C	±0.10

准 SN/T 0400. 6—2005 对热力杀菌的相关规定,以及美国食品和药物监督管理局联邦法规(21 CFR)的 113、114 部分和热加工专家协会公布的相关协议设定采样频率为 60 s/次。

1. 2. 2 甘栗仁产品的预处理

为保障试验结果的准确性和可靠性,甘栗仁产品的装袋量需比正常条件下多 5%,且需控制初温低于正常生产条件下 3 °C 左右。

1. 2. 3 水循环杀菌工艺热分布测试

利用 SN/T 4414. 2—2015《出口食品热加工设备热分布测试规程第 2 部分:水杀菌釜》方法^[18]并结合实际探头情况:三个水循环杀菌工艺均有 4 个托驾车,每个托驾车上均放置 4 个 ELLAB 温度传感器,每个水循环杀菌工艺共计 16 个温度传感器探头,测试杀菌锅内传热最慢点(冷点)位置,为热穿透测试做准备。具体点位分布如图 1 和表 4。

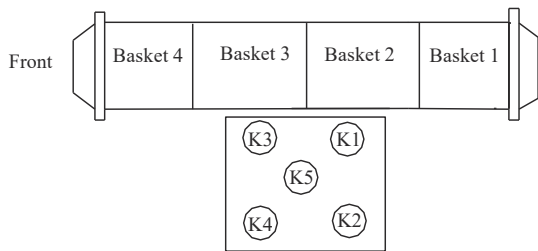


图1 温度探针布点侧视和俯视图

Figure 1 Side and top views of temperature probe layout

1. 2. 4 水循环杀菌工艺热穿透测试及杀菌强度 F 值的计算

按照 SN/T 0400. 13—2014《进出口罐头食品测试规程第 13 部分:热渗透测试》的方法^[19]:热渗透

表4 水循环杀菌工艺热分布测试温度传感器布点表

Table 4 Heat distribution test temperature sensor distribution of water cycle sterilization process

托架车(由内向外)	托盘(由下至上)	点位
一	1	K5
	5	K4
	10	K5
	15	K1
二	1	K5
	5	K2
	10	K5
	15	K3
三	1	K5
	5	K4
	10	K5
	15	K1
四	1	K5
	5	K2
	10	K5
	15	K3

测试时应将测温探头准确放置于被测试罐内传热最慢点(冷点)的位置上。将 10 个 ELLAB 温度传感器探针插入甘栗仁产品中心部位,然后封袋。10 袋装有探头的甘栗仁软包装产品均匀分布在托架盘冷点位置处,2 个 ELLAB 温度传感器探针放置托架盘车上,测试杀菌锅温度。准备开展热穿透测试。

杀菌强度 F 值计算采用累积求和法,见式(1)。

$$F = \sum LR_i = \sum t_p \times \{ 1 / [\log_{10}(R_t - C_T) / Z] \} \quad (1)$$

其中, t_p : 温度测量装置采集温度的时间间隔 (min); C_T : 被测试产品内容物冷点温度 (°C); R_t : 杀菌参照温度 (°C); Z : 微生物耐热性数值; LR : 微生物每分钟受热致死率^[20-22]。

1. 2. 5 甘栗仁感官评价

由具备一定感官评价知识和经验的 4 名男性和 6 名女性组成甘栗仁感官评审团,对热杀菌后的甘栗仁气味、滋味、色泽和口感这 4 个参数进行感官评价,具体赋分情况见表 5。

表5 甘栗仁感官评分标准

Table 5 The sensory scoring standard of chestnut kernel

感官评价/分	气味	滋味	色泽	口感
10(优)	浓郁板栗香气	明显板栗味道	金黄色	软糯可口
8(良)	较淡板栗香气	板栗味道不明显	黄色或棕色	软糯性较好
6(中)	无板栗香气,无异味	无明显板栗味道	颜色略深或略浅	软糯性一般
4(差)	无板栗香气,稍有异味	无板栗味道,稍有异味	颜色较深或较浅	软糯性稍差
2(劣)	无板栗香气,明显异味	无板栗味道,明显异味	颜色过深或过浅	无软糯性

2 结果

2. 1 热分布测试

卧式静止全浸水式杀菌锅热分布测试温度曲线如图 2 所示。16 个点位经过 46 min 升温后,均可达到 121. 83 °C 以上并维持 23 min;在进入恒温阶

段后,各点位在同一时刻最大温差为 0. 38 °C。冷点 T-13 位于第 1 托驾车第 1 层 K5 位置。

卧式静止侧喷淋水式杀菌锅热分布测试温度曲线如图 3 所示。16 个点位经过 48 min 升温后,均可达到 121. 00 °C 以上并维持 23 min;在进入恒温

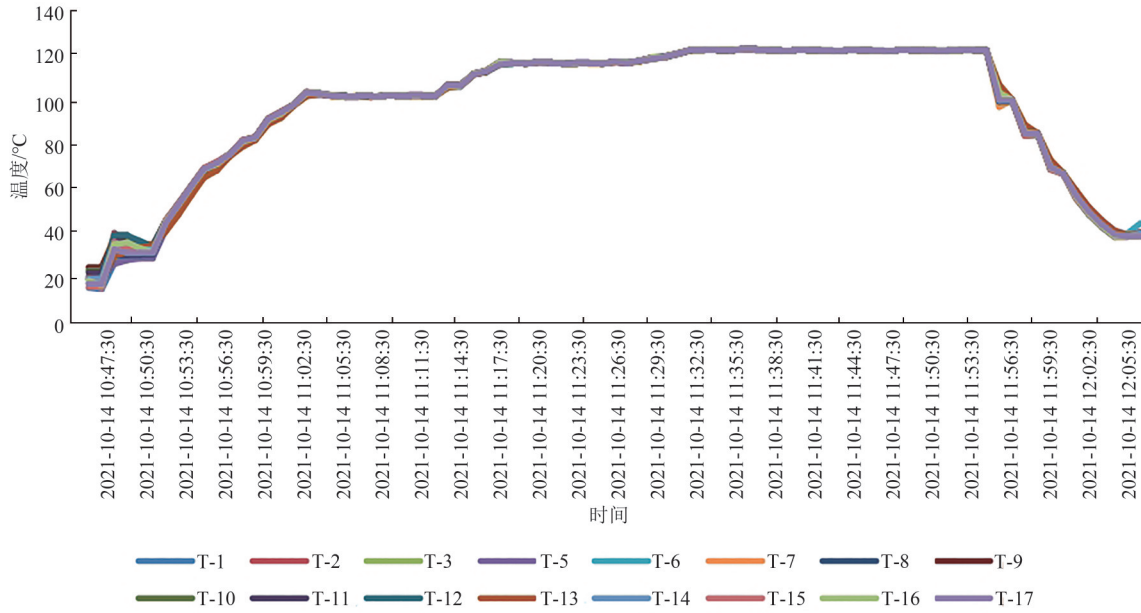


图2 卧式静止全浸水式杀菌锅热分布测试温度曲线

Figure 2 Heat temperature curve of heat distribution of horizontal still water immersion retort

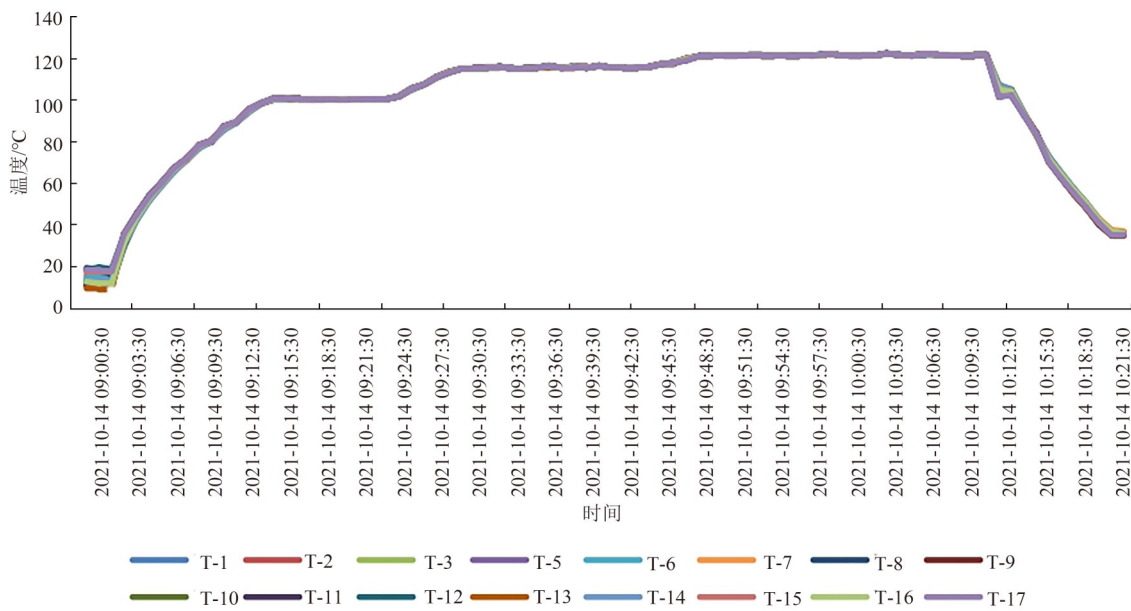


图3 卧式静止侧喷淋水式杀菌锅热分布测试温度曲线

Figure 3 Heat temperature curve of heat distribution of horizontal still water spray retort

阶段后,各点位在同一时刻最大温差为 1.58 °C。冷点 T-13 位于第 1 托驾车第 1 层 K5 位置。

卧式静止顶喷淋水式杀菌锅热分布测试温度曲线如图 4 所示。16 个点位经过 43 min 升温后,均可达到 121.01 °C 以上并维持 23 min;在进入恒温阶段后,各点位在同一时刻最大温差为 1.57 °C。冷点 T-13 位于第 1 托驾车第 1 层 K5 位置。

由卧式静止全浸水式杀菌锅、卧式静止侧喷淋水式杀菌锅和卧式静止顶喷淋水式杀菌锅热分布测试结果可知,三类杀菌锅的冷点位置均位于第 1 托驾车第 1 层 K5 位置,这与王铁龙等^[9]给出的结论相一致。中国检验检疫科学研究院热力杀菌实

验室整理的近 5 000 台次杀菌锅热分布的检测结果均显示,卧式静止侧喷淋水式杀菌锅、卧式静止顶喷淋水式杀菌锅和卧式静止全浸水式杀菌锅的常见冷点位置均位于托架车第一层中心位置或者是几何中心位置。冷点位置的确定为精确计算杀菌强度 *F* 值提供位置依据。

2.2 热穿透测试

按照 SN/T 0400.13—2014^[19] 行业标准要求,热渗透测试时应将测温探头准确放置在被测试罐内传热最慢点(冷点)的位置上,得到杀菌强度 *F* 值的结果。

卧式静止全浸水式杀菌锅热穿透测试结果如

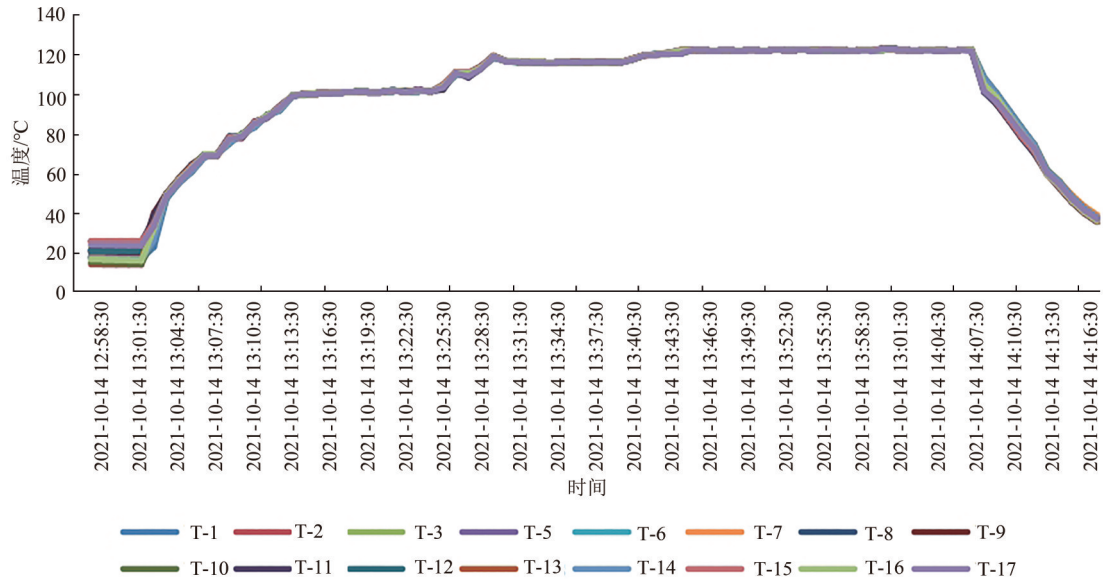


图4 卧式静止顶喷淋水式杀菌锅热分布测试温度曲线

Figure 4 Heat temperature curve of heat distribution of horizontal still water shower retort

图5所示,环境点位(T-4、T-21)经过42 min升温后均可达到121.10℃以上并持续23 min。产品相对低点为T-20,经过BALL公式法计算最终F值为6.2 min。

卧式静止侧喷淋水式杀菌锅热穿透测试结果如图6所示,环境点位(T-4、T-21)经过47 min均可达到121.02℃以上并持续23 min。产品相对低点为T-20,经过BALL公式法计算最终F值为5.1 min。

卧式静止顶喷淋水式杀菌锅热穿透测试结果如图7所示,环境点位(T-4、T-21)经过43 min均可达到121.00℃以上并持续23 min。产品相对低点为T-20,经BALL公式法计算最终F值是4.9 min。

由卧式静止全浸水式杀菌锅、卧式静止侧喷淋水式杀菌锅和卧式静止顶喷淋水式杀菌锅热穿透

测试结果可知:甘栗仁经过121.00℃、23 min杀菌后,其在冷点位置处的杀菌强度F值存在明显不同。经全浸水式杀菌锅杀菌后的甘栗仁杀菌强度F值是6.2 min,经侧喷淋水式杀菌后的甘栗仁F值是5.1 min,经顶喷淋水式杀菌后的甘栗仁F值是4.9 min。

2.3 不同水循环杀菌工艺对甘栗仁感官品质的影响

为明确不同水循环杀菌工艺对甘栗仁感官品质的影响,现对三种杀菌锅冷点位置处的甘栗仁进行感官评分,评分结果如图8和9所示。不同水循环杀菌工艺下甘栗仁感官品质相差较大,经侧喷淋水式杀菌锅杀菌后的甘栗仁感官评分最高。气味方面,经侧喷和全浸水式杀菌锅杀菌后的甘栗仁香

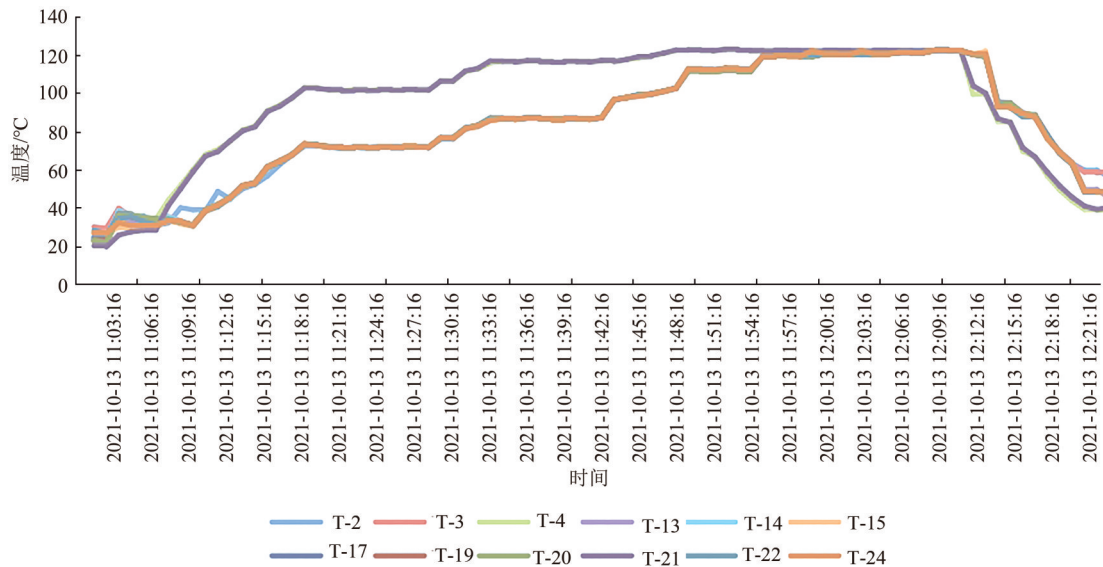


图5 卧式静止全浸水式杀菌锅热穿透测试温度曲线

Figure 5 Heat temperature curve of thermal penetration of horizontal still water immersion retort

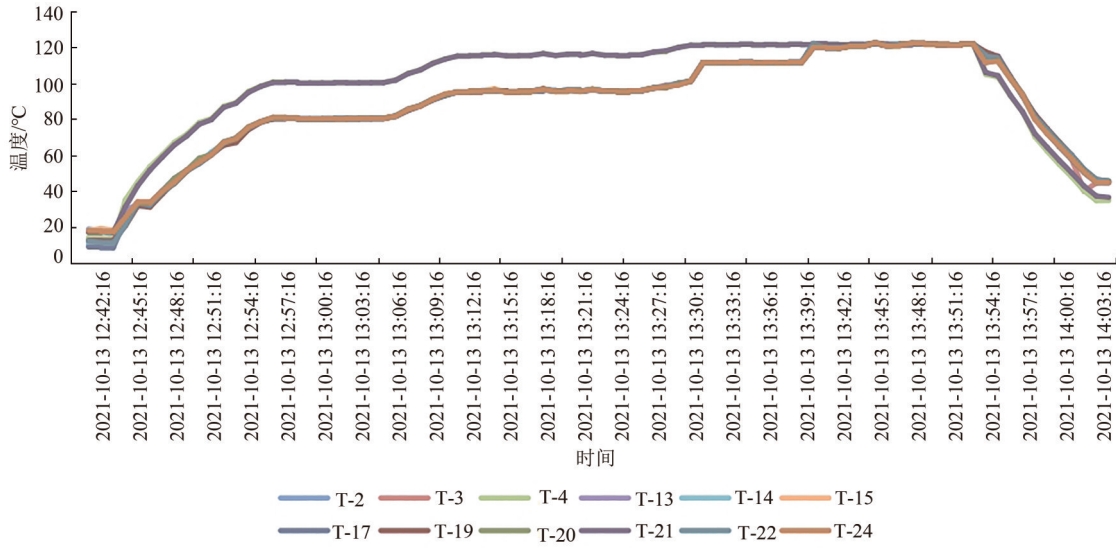


图6 卧式静止侧喷淋水式杀菌锅热穿透测试温度曲线

Figure 6 Heat temperature curve of thermal penetration of horizontal still water spray retort

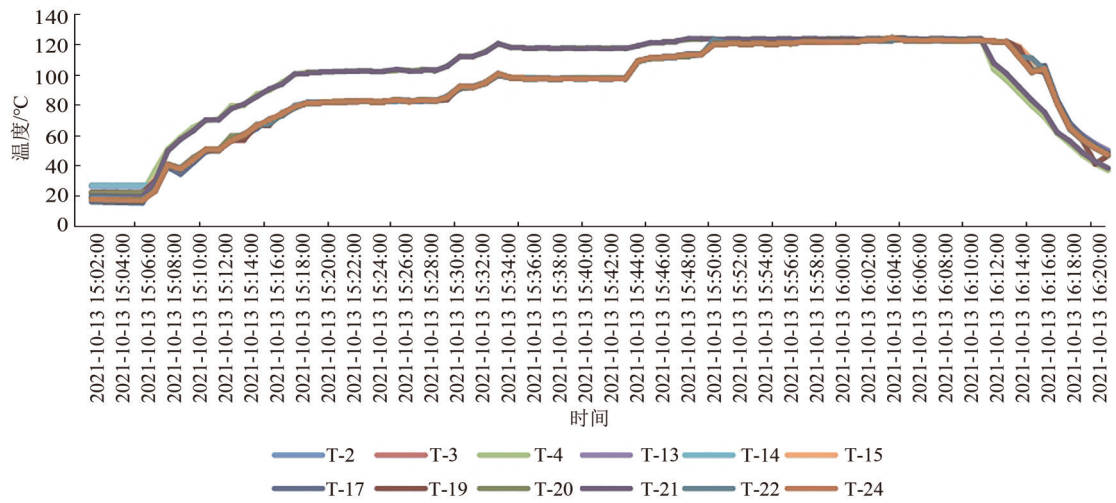


图7 卧式静止顶喷淋水式杀菌锅热穿透测试温度曲线

Figure 7 Heat temperature curve of thermal penetration of horizontal still water shower retort

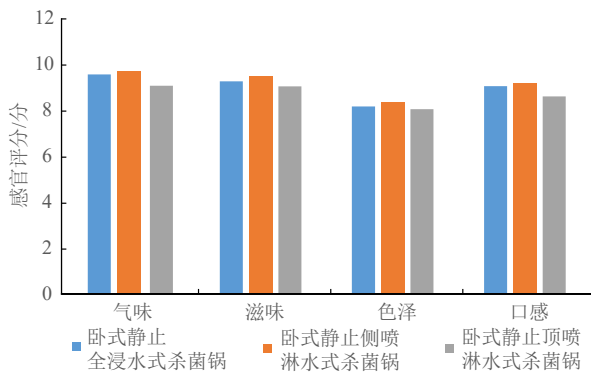


图8 甘栗仁感官评分

Figure 8 The sensory scoring of chestnut kernel

气浓郁,而顶喷后的板栗香气较淡;滋味方面,全浸水和侧喷后的甘栗仁板栗味道明显,无异味,顶喷后的甘栗仁味道不明显;色泽方面,经侧喷后的甘栗仁色泽金黄,全喷后的甘栗仁色泽黄色,顶喷后的则略显棕色;口感方面,侧喷和全浸水后的甘栗

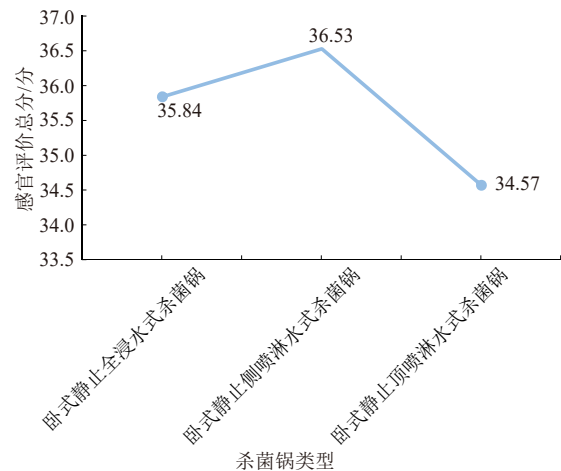


图9 甘栗仁感官评分结果

Figure 9 The results of sensory evaluation of chestnut kernels

仁软糯可口,入口香甜,而顶喷后的甘栗仁软糯性则较差。因此,经杀菌后的甘栗仁感官评分侧喷>全浸水>顶喷,此时甘栗仁的杀菌强度 F 值为 5.1 min。

2.4 不同杀菌强度 F 值对甘栗仁感官品质的影响

当杀菌温度和杀菌时间相同时,经侧喷淋水式杀菌后的甘栗仁感官品质最佳,此时杀菌强度 F 值是 5.1 min。根据 $F=5.1$ min 构建上下等范围内的 F 值 3、4、5、6、7 min,探究不同杀菌强度对甘栗仁感官品质的影响。

由图 10 可知,随着杀菌强度 F 值的变化,软包装甘栗仁罐头感官品质评分呈现先上升后下降的趋势。当 F 值是 3 min 时,经卧式静止全浸水式杀菌后的甘栗仁感官评分为 34.12 分,侧喷淋水式杀菌后的甘栗仁感官评分是 34.45 分,顶喷淋水式是 32.13 分。当 F 值是 4 min 时,经卧式静止全浸水式杀菌后的甘栗仁感官评分为 34.89 分,侧喷淋水式杀菌后的甘栗仁感官评分是 34.98 分,顶喷淋水式是 33.09 分。当 F 值是 5 min 时,经卧式静止全浸水式杀菌后的甘栗仁感官评分为 35.23 分,侧喷淋水式杀菌后的甘栗仁感官评分是 35.67 分,顶喷淋水式是 33.78 分。随着杀菌强度 F 值的增大,甘栗仁的感官评分也随之增大。此时,甘栗仁感官评分为卧式静止侧喷淋水式>全浸水式杀菌>顶喷淋水式杀菌。当 F 值是 6 min 时,经卧式静止全浸水式杀菌后的甘栗仁感官评分为 34.78 分,侧喷淋水式杀菌后的甘栗仁感官评分是 35.12 分,顶喷淋水式是 33.15 分。当 F 值是 7 min 时,经卧式静止全浸水式杀菌后的甘栗仁感官评分为 34.02 分,侧喷淋水式杀菌后的甘栗仁感官评分是 34.89 分,顶喷淋水式是 32.99 分。随着杀菌强度 F 值的增大,甘栗仁的感官评分随之减少。此时,甘栗仁感官评分为卧式静止侧喷淋水式>全浸水式杀菌>顶喷淋水式杀菌。

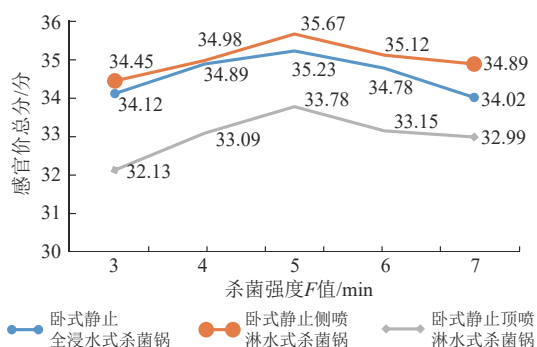


图 10 甘栗仁感官评分结果

Figure 10 The results of sensory evaluation of chestnut kernels

综上,当 F 值是 3~5 min 时,三种水循环杀菌工艺下软包装甘栗仁罐头感官品质均与 F 值呈正相关。当 F 值是 5~7 min 时,甘栗仁感官品质均与 F 值呈负相关。在三种水循环杀菌工艺条件中,软包装甘栗仁罐头产品在侧喷淋水式杀菌锅杀菌后感

官品质最佳。

3 结论

板栗作为我国著名的食用坚果,其不仅富含多种营养成分,还具有独特的香气和软糯甜腻的口感。探究工业化杀菌工艺对软包装甘栗仁感官品质的影响对工业化杀菌方法的改进与创新具有重要意义。当杀菌温度和杀菌时间相同时,全浸水式杀菌强度 F 值是 6.2 min,顶喷淋水式 F 值是 4.9 min,侧喷淋水式 F 值是 5.1 min,当 $F=5.1$ min 时甘栗仁感官品质评价最佳;根据上述 $F=5.1$ 构建杀菌强度范围是 3、4、5、6、7 min。当 F 值是 3~5 min 时,三种水循环杀菌工艺下软包装甘栗仁罐头感官品质均与 F 值呈正相关。当 F 值是 5~7 min 时,甘栗仁感官品质均与 F 值呈负相关。综上所述,在三种水循环杀菌工艺条件中,软包装甘栗仁罐头产品在侧喷淋水式杀菌锅杀菌后感官品质最佳。

参考文献

- [1] 韩元顺,许林云,周杰.中国板栗产业与市场发展现状及趋势[J].中国果树,2021(4):83-88.
HAN Y S, XU L Y, ZHOU J. Status and trend of the development of chestnut industry in China [J]. China Fruits, 2021(4): 83-88.
- [2] BORGES O P, SOEIRO CARVALHO J, REIS CORREIA P, et al. Lipid and fatty acid profiles of *Castanea sativa* Mill. chestnuts of 17 native Portuguese cultivars [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2007, 20(2): 80-89.
- [3] YANG F, HUANG X J, ZHANG C L, et al. Amino acid composition and nutritional value evaluation of Chinese chestnut (*Castanea mollissima* Blume) and its protein subunit [J]. RSC Advances, 2018, 8(5): 2653-2659.
- [4] 阚黎娜,李倩,谢爽爽,等.我国板栗种质资源分布及营养成分比较[J].食品工业科技,2016,37(20):396-400.
KAN L N, LI Q, XIE S S, et al. Resource distribution and nutritional quality difference of Chinese chestnuts [J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(20): 396-400.
- [5] LIU C, WANG S J, CHANG X D, et al. Structural and functional properties of starches from Chinese chestnuts [J]. Food Hydrocolloids, 2015, 43: 568-576.
- [6] 聂东梅,段双平.热风干燥温度对丹东板栗感官品质的影响[J].食品安全质量检测学报,2020,11(23):8931-8935.
NIE D M, DUAN S P. Effect of hot air drying temperature on sensory quality of Dandong chestnut [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(23): 8931-8935.
- [7] 章斌,罗嘉欣,侯小桢,等.糖渍对板栗加工与风味品质的影响研究[J].现代食品,2020(2):102-104,109.
ZHANG B, LUO J X, HOU X Z, et al. Study on the effect of sugar immersion on chestnut processing and flavor quality [J]. Modern Food, 2020(2): 102-104, 109.
- [8] 王铁龙,杨倩,侯阳,等.我国热力杀菌现状分析[J].食品

- 界, 2019(4): 88-89.
- WANG T L, YANG Q, HOU Y, et al. Woguo reli shajun xianzhuang fenxi[J]. Food Industry, 2019(4): 88-89.
- [9] 王铁龙, 杨倩, 徐晓丽, 等. 构建“双冷”方法优化食品热杀菌工艺规程的研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(2): 218-224.
- WANG T L, YANG Q, XU X L, et al. Study on the establishment of “double cooling” method to optimize the thermal sterilization process of food [J]. Food Research and Development, 2019, 40(2): 218-224.
- [10] 漳州中罐协科技中心. 食品热力杀菌理论与实践[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2014.
- Zhangzhou Zhongguanxie Keji Zhongxin. Thermal process for foods packaged in sealed containers-theory & practice [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2014.
- [11] 季数. 淋水式杀菌技术在软袋包装食品领域的杀菌优势[N]. 中国食品报, 2010-05-31.
- Ji S. Linshuishi shajun jishu zai ruandai baozhuang shipin lingyu de shajun youshi[N]. 中国食品报, 2010-05-31.
- [12] MOHAN C O, RAVISHANKAR C N, BINDU J, et al. Effect of thermal process time on quality of “shrimp kuruma” in retortable pouches and aluminum cans [J]. Journal of Food Science, 2006, 71(6): S496-S500.
- [13] ALI A, SUDHIR B, SRINIVISA GOPAL T K. Effect of heat processing on the texture profile of canned and retort pouch packed oil sardine (*Sardinella longiceps*) in oil medium [J]. Journal of Food Science, 2005, 70(5): S350-S354.
- [14] 王铁龙, 徐晓丽, 杨倩, 等. 水产罐头食品热穿透主要关键因子比较分析的研究[J]. 现代食品, 2019(2): 119-123.
- WANG T L, XU X L, YANG Q, et al. Compare and research of canned seafood processing critical factor on heat penetration [J]. Modern Food, 2019(2): 119-123.
- [15] 何树钜, 王乐, 张欢, 等. 微酸性电解水对板栗仁的杀菌抑菌作用[J]. 中国消毒学杂志, 2017, 34(8): 726-729.
- HE S F, WANG L, ZHANG H, et al. The bacteriostatic effect of slightly acidic electrolyzed water on Chinese chestnut kernel [J]. Chinese Journal of Disinfection, 2017, 34(8): 726-729.
- [16] 王德静, 胡燕. 不同抑菌杀菌剂对新鲜板栗仁抑菌效果的研究[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(16): 112-115.
- WANG D J, HU Y. Study on the antibacterial effect of disinfectant in rresh chestnut kernel [J]. Food Research and Development, 2014, 35(16): 112-115.
- [17] 纪金龙. 热力蒸汽灭菌器的性能检测和验证分析[J]. 中国计量, 2017(6): 105-108.
- Ji J L. Reli zhengqi miejunqi de xingneng jiance he yanzheng fenxi[J]. China Metrology, 2017(6): 105-108.
- [18] 国家质量监督检验检疫总局. 出口食品热加工设备热分布检验规程 第2部分: 水杀菌锅: SN/T 4414.2—2015[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Temperature distribution inspection procedure for the thermal processing equipment of the exporting food. Part 2: Water retort: SN/T 4414.2—2015[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.
- [19] 国家质量监督检验检疫总局. 进出口罐头食品检验规程 第13部分: 热渗透测试: SN/T 0400.13—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Rules for inspection of canned food for import and export. Part 13: Heat penetration testing: SN/T 0400.13—2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2015.
- [20] 毛伟杰, 西尾佳惠, 福冈美香, 等. 罐头杀菌值简单计算方法的探讨[J]. 现代食品科技, 2019, 35(1): 182-188, 181.
- MAO Weijie, NISHIO Yosie, FUKUOKA Mika, et al. A simple calculation method for the sterilization value of canned food [J]. Modern Food Science and Technology, 2019, 35(1): 182-188, 181.
- [21] 黄福南. Ball公式法与热过程计算[J]. 食品与发酵工业, 1984, 10(5): 74-85.
- HUANG F N. Ball gongshfa yu reguocheng jisuan[J]. Food and Fermentation Industries, 1984, 10(5): 74-85.
- [22] 邢利婷, 刘崇歆, 魏文松, 等. 高温杀菌对麻婆豆腐菜肴食用品质的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(20): 142-146.
- XING L T, LIU C X, WEI W S, et al. Effects of high-temperature sterilization on the eating quality of Mapo tofu dishes [J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(20): 142-146.