

“天然洁蛋”热杀菌工艺及生产过程安全控制

李嘉莹¹, 朱莉华³, 徐艺青³, 姜怀玺¹, 仝其根^{2*}

(1. 农产品有害微生物及农残安全检测与控制北京市重点实验室, 北京 102206; 2. 食品质量与安全北京实验室, 北京 102206; 3. 蛋品安全生产与加工北京市工程研究中心, 北京 100094)

摘要: **目的** 出于节能、节水和安全的考虑, 提出“天然洁蛋”概念及加工模式, 对“天然洁蛋”的生产设备、工艺过程进行研究。 **方法** 将 HACCP 体系用于“天然洁蛋”生产全程, 确定鲜蛋初分捡、光检、热风杀菌为关键控制点, 并从加工车间安全和卫生两个方面制定操作规范。研究热风对蛋白变性、细菌杀灭效果的影响。 **结果** 最佳工艺参数确定为: 热风杀菌温度 150 °C, 最佳风速为 1.0~1.2 m/s, 杀菌时间 57 s。 **结论** 在此温度和风速下, 可几乎杀灭蛋壳表面所有细菌和致病菌, 并保证贴近蛋壳的蛋白不变性, 且经热风杀菌后鸡蛋品质比未经处理的更好。

关键词: 天然洁蛋; 蛋白变性; 杀菌; 关键控制点

“Natural clean eggs” thermal sterilization process and the safety control of processing

LI Jia-Ying¹, ZHU Li-Hua³, XU Yi-Qing³, JIANG Huai-Xi¹, TONG Qi-Gen^{2*}

(1. *The Harmful Microorganisms and Pesticide Residues and Safety of Agricultural Products Detection and Control of the Beijing Municipal Key Laboratory, Beijing 102206, China*; 2. *The Food Quality and Safety Laboratory in Beijing, Beijing 102206, China*; 3. *The Egg Safety in Production and Processing Engineering Research Center of Beijing, Beijing 100094, China*)

ABSTRACT: Objective Considering energy saving, water saving and safety, the concept of "natural clean eggs" and processing mode were put forward. The production equipment and technological process of the "natural clean eggs" were also investigated. **Methods** HACCP system was used for the production process of "natural clean eggs", the fresh eggs' first separation, optical inspection and hot air sterilization were determined as the critical control points, and processing workshop safety operation specification was established from two aspects of the personnel safety and health. The effects of hot air sterilization on the protein denaturation rate and sterilization were studied. **Results** The optimum process parameters were: hot air sterilization temperature was set at 150 °C, the best wind speed gear was 1.0~1.2 m/s, and sterilization time was 57 s. **Conclusion** At this temperature and wind speed, almost all bacteria and pathogenic bacteria on shell surface could be killed, the protein closing to the shell was not denatured, and the egg quality sterilized was better than that without treatment.

KEY WORDS: natural cleaning eggs; protein denaturation; sterilization; critical control point

基金项目: 北京市农委—适合农村合作社的蛋品安全技术转化(2013010101)

Fund: Supported by Beijing Municipal Rural-Egg Safety Technology Transformation Suitable for Rural Cooperatives (2013010101)

*通讯作者: 仝其根, 教授, 主要研究方向为蛋品、食品添加剂、农产品加工。E-mail: tongqigen@163.com

*Corresponding author: TONG Qi-Gen, Professor, Beijing University of Agriculture, Changping District of Beijing City, Huilongguan Town at Road No.7, Beijing 102206, China. E-mail: tongqigen@163.com

1 引言

我国作为世界上生产禽蛋最多的国家, 出口量却远低于其他国家, 仅占总产量的一小部分, 供大于求。这是由于欧美国家对鲜蛋出口制定了一系列标准, 有些已成为世界通用标准, 而我国一直未按照这些标准生产, 从而在出口时遭遇“绿色壁垒”^[1]。国内销售的禽蛋一直是未经清洁处理直接从鸡舍送到农贸市场或超市, 存在一定安全隐患^[2]。随着人们对生活品质追求越来越高, 近几年我国市场上出现了各种品牌、包装的洁蛋。洁蛋是指禽蛋经表面清洗、除菌、涂膜、检验、分级、喷码、包装等一系列处理后的蛋品^[3]。目前我国小型禽蛋生产企业、农村禽蛋合作社、家庭或集体养殖场, 由于资金、技术等方面的原因, 只有部分企业有能力或意愿生产洁蛋, 但其发展势头良好。

洁蛋处理虽然使蛋壳表面得以清洁, 杀死了大多数微生物, 但也存在很多缺点, 表现在: (1) 浪费水。我国水资源现状不容乐观, 但清洗鲜蛋需要很多水; (2) 不环保^[4]。清洗时使用的清洗剂、消毒剂易污染下水道, 且易通过蛋壳的气孔进入蛋内, 造成污染; (3) 清洗时会破坏鲜蛋外壳膜, 虽然进行了涂膜保鲜, 但涂膜剂本身也是一种食品添加剂, 可能会污染蛋内部^[5]; (4) “洁蛋”生产线需要的工人相对较多, 成本较高; (5) “洁蛋”售价普遍较高, 不适于在普通消费者中推广, 从而销售期长, 新鲜度降低。

然而, 并非所有鲜蛋都是不洁净的, 大约有 60%~70% 的鲜蛋是干净的, 将干净的蛋进行杀菌处理, 就产生了非清洗型加工方式, 也就是“天然洁蛋”的加工方式^[6]。“天然洁蛋”的产生顺应了当今社会的发展趋势, 本文将介绍“天然洁蛋”的具体加工方式以及工艺优化。

2 HACCP 体系在“天然洁蛋”生产中的应用

2.1 HACCP 体系建立的意义

HACCP 作为有效控制食品中物理、生物、化学危害的安全控制系统已得到国内外食品界的广泛认可^[7], 在我国一些食品行业也已得到广泛应用和推广。同样, 在“天然洁蛋”生产过程中, 利用 HACCP 体系使得对最终产品的检验转化为控制生产环节中潜在的危害, 即从源头抓起, 防患于未然。在“天然洁

蛋”生产过程安全控制中起到事半功倍的效果。

2.2 天然洁蛋加工工艺

“天然洁蛋”是指蛋壳表面清洁(每个污渍面积小于 0.02 cm^2), 无物理损伤, 无明显可见的蛋液粘附物、粪便、饲料、羽毛等污物, 无需经过清洗、涂膜工艺, 并且蛋壳表面致病菌和绝大多数微生物被灭杀的正常鲜蛋^[4]。如果鲜蛋存在污渍面积较大、外壳破裂或硌窝等现象, 均不属于“天然洁蛋”。如图 1 所示。图 1 中上方图中的鸡蛋外观干净完整, 属于“天然洁蛋”, 而下方图中的鸡蛋可以明显看到污渍面积较大、内表面有斑点、外表面有裂纹和硌窝, 就不属于“天然洁蛋”。



图 1 “天然洁蛋”与普通鸡蛋对比图

Fig. 1 Comparison of “nature clean eggs” and ordinary eggs

“天然洁蛋”加工工艺流程: 鲜蛋初分捡→人工上蛋→光检→热风杀菌→冷却→分级→包装。

(1) 鲜蛋初分捡: 在养殖场集蛋器上捡蛋时, 人工将脏蛋与净蛋分别捡入两个蛋箱中, 再将净蛋箱中的破蛋(硌窝蛋、流清蛋、裂纹蛋、穿孔蛋)剔除掉, 将分捡好的鲜蛋运送至原料库存放。

(2) 人工上蛋: 将库存鲜蛋运送到天然洁蛋的生产车间, 人工将蛋排放在鲜蛋传送轨道上。

(3) 光检: 通过透光照蛋检验剔除掉原料蛋品中的破蛋、劣蛋(斑点蛋、散黄蛋、臭蛋、绿色蛋白蛋)、次蛋(血丝蛋、血圈蛋)^[8]。

(4) 热风杀菌: 将光检过后的完好净蛋通过一定温度和风速的热风杀菌室, 杀菌时间为 57 s, 以杀灭细菌。

(5) 分级: 按鲜蛋重量分为 XXL、XL、L、M、S、C 级 6 个等级, 分别是 68~78 g、60~68 g、53~60 g、48~53 g、43~48 g、小于 43 g 和大于 78 g^[9]。

(6) 包装: 选用全新的、环保的符合相应卫生标准和技术要求的包装材料。

研究表明“天然洁蛋”与市场上现有的“洁蛋”相比具有节水、节能、对蛋内部无污染等优点^[10]。

2.3 “天然洁蛋”加工过程中的危害分析

本研究针对“天然洁蛋”生产全过程中可能出现的潜在危害进行深入分析, 主要表现在以下几方面:

(1) 鲜蛋初分捡

原料的质量对最终的产品质量起着决定性作用, 不合格原料对产品存在着显著危害, 并且这种危害在以后工序中无法减轻或消除。因此原料蛋应该选用来自非疫区、健康家禽生产的蛋。

(2) 光检

透光检验是对原料蛋进行的二次检验, 进一步剔除掉原料蛋品中的破蛋、劣蛋、次蛋以及其他不符合质量要求的蛋品(如异物蛋、蛋白气泡蛋等)^[11]。这部分蛋品的质量不合格同样会造成成品的质量安全问题。

(3) 热风杀菌

热风杀菌的温度和风速对产品的质量有很大的影响, 杀菌温度过高不仅浪费能源还可能导致蛋白变性; 温度过低则达不到杀菌效果。风速同样如此。因此温度和风速的设定要以既能杀菌又能保证蛋白不变性为标准。

2.4 “天然洁蛋”加工过程中的关键控制点(CCP)

根据“天然洁蛋”加工工艺特点分析潜在危害后, 确定其关键控制点(CCP)如表 1 所示。

2.5 “天然洁蛋”生产设备及安全操作规范

2.5.1 生产设备

因“天然洁蛋”是一个全新的概念, 生产设备可按照不同要求来设计。本研究所用的生产设备是与深圳振野蛋品机械有限公司联合研发的, 主要由 5 部分构成, 分别是上蛋、光检、热风杀菌、风干冷却、分级。其中热风杀菌是核心部分, 设备照片如图 2、3 所示:



图 2 “天然洁蛋”生产设备

Fig. 2 Production equipment of “natural clean egg”



图 3 设备中的热风杀菌部分

Fig. 3 Hot air sterilization part

表 1 “天然洁蛋”安全生产关键控制点

Table 1 Critical control point of “natural cleaning egg” safety production

| CCP | 显著危害 | 关键限值 | 监控 | | | | 纠偏措施 | 记录 | 验证 |
|-------|-------------|-------------|-----------|----------|-----|------|-------------|---------------|-----------|
| | | | 对象 | 方法 | 频率 | 操作者 | | | |
| 鲜蛋初分捡 | 脏蛋、破蛋 | 不得有脏蛋和破蛋 | 原料蛋 | 目测 | 每批次 | 捡蛋工人 | 严格挑选出不合格的蛋品 | 原料验收记录 | 抽检、每日审查记录 |
| 光检 | 破蛋、次蛋、劣蛋、脏蛋 | 不得有不合格蛋 | 初分捡后的蛋品 | 照蛋检测、目测 | 每批次 | 检验员 | 严格挑选出不合格的蛋品 | 光检结果记录 | 抽检、每日审查记录 |
| 热风杀菌 | 微生物 | 微生物减少、蛋白不变性 | 热风温度、菌落总数 | 温度计、平板计数 | 每批次 | 操作人员 | 严格控制热风温度 | 热风温度记录、菌落总数记录 | 抽检、每日审查记录 |

2.5.2 员工安全操作规范

(1) 全体员工必须接受安全生产教育,必须遵守《安全生产操作规范》的一切规定,不得有任何违规违章操作,“安全第一,预防为主”。

(2) 直接从事加工的人员和检验人员应身体健康,有健康证明。

(3) 进入加工车间的人员一律整齐穿戴工作服装,并保持个人卫生,衣物定期消毒。

(4) 对工作人员进行定期培训,保证他们的能力和知识与时俱进。

(5) 保持工作环境整洁卫生、通风通气,保持车间消防、安全通道畅通无阻。下班前清洁设备,并确保断电后离开。

2.5.3 卫生操作规范

(1) 鸡舍卫生必须每天打扫,及时清除舍内粪便,保持干燥,定期消毒,集蛋器无鸡粪、鸡毛堆积。

(2) 未经清洗消毒的手套、工作服、器具或其他不卫生物品等不得带入车间。

(3) 生产设备、器具等被污染时,立即停止生产,清洗消毒后方可生产。

(4) 原料、污染物、成品不能堆放在一起。作业中应及时清理破裂的鸡蛋,严禁乱堆乱放。

3 热杀菌“天然洁蛋”加工技术参数优化的研究

加热过程可以杀死一定数量微生物^[12],因此以安全及延长保质期为目标,通过研究热风对蛋壳表面细菌总数的杀灭作用及对壳膜内蛋白变性的影响确定最适杀菌温度和风速,以期既能有效杀灭蛋壳表面细菌又能保证壳膜内蛋白不变性。

3.1 材料与方法

3.1.1 材料

鸡蛋(北京富兴达禽蛋养殖专业合作社);营养琼脂培养基(郑州亚世生物技术有限公司);氯化钠(北京化工厂);卫生棉签(稳健医疗集团有限公司)。

3.1.2 仪器设备

“天然洁蛋”加工设备(深圳振野蛋品机械有限公司);SW-CJ-1FD型超净工作台(苏州尚田洁净技术有限公司);SN200型灭菌锅(昆明倍捷科技有限公司);DHP-500型恒温培养箱(天津市中环实验电炉有限公司);XMTE-7000型恒温水浴锅(余姚市长江温度仪表

厂);BCD-102型冰箱(奥克斯集团);XH-C型旋涡振荡器(常州欧邦电子有限公司);100~1000 μL微量加样器(长沙科怡仪器设备有限公司);EA-01多功能蛋品质分析仪(以色列ORKA FTCL公司)。

3.1.3 试验方法

利用“天然洁蛋”加工设备对一定量的鸡蛋按不同的热风温度(120℃~180℃)和两档风速(1.0~1.2 m/s, 2.5~3.0 m/s)进行一定时间(57 s)的杀菌,探究鸡蛋在此过程中蛋白变性的情况和蛋壳表面细菌总数情况,以及按照该方法处理后鸡蛋在贮藏不同时间后的一些质量指标变化,进一步验证该热杀菌方法的效果。

(1) 蛋白变性的判定方法

将需要判定的鸡蛋样品逐一磕破蛋壳,通过肉眼直接观察或用小刀刮取贴近蛋壳膜的蛋白质观察其状态,若发现有轻微浑浊的胶状物质,则说明蛋白质发生变性。

(2) 表面微生物的检测方法

①样品的处理

用无菌生理盐水浸湿的棉签均匀擦拭蛋壳表面后将棉签放入装有9 mL灭菌生理盐水的无菌试管内,震荡1~2 min,制成1:10的样品匀液。之后用1000 μL移液枪递增稀释至所需倍数(1:1000),即为菌悬液^[13]。

②菌落总数的测定方法

依据GB 4789.2-2010^[14]菌落总数测定法中平板计数法对蛋壳表面细菌进行计数。选择菌落数在30~300之间的平板作为菌落总数测定标准。

(3) 哈氏单位(哈夫值)、蛋黄颜色测定

先把鸡蛋放在测试仪顶部测得鸡蛋重量,然后磕开鸡蛋,放在测试盘上测试以下数据^[15]:

按照蛋黄颜色扇用RGB传感器来测蛋黄颜色;用超声波来测蛋黄高度和蛋白厚度,即用来表示哈氏单位HU^[2];

$$HU=100 \times \lg(H-1.7w^{0.37}+7.57)$$

式中:HU—哈夫单位;H—浓厚蛋白高度,mm;
w—蛋重,g。

显示屏上自动显示报告结果,注明级别、蛋黄颜色、蛋白厚度等。

3.2 结果与分析

3.2.1 热风温度对蛋白变性的影响

将700枚鸡蛋分别通过温度设定为120℃~

180 °C的热风杀菌室,热风速度为1.0~1.2 m/s,杀菌时间均为57 s。从各个温度杀菌后的鸡蛋中分别随机抽取60枚,按上述方法判定蛋壳膜内蛋白变性情况如表2所示。

表2 热风温度对蛋白变性的影响
Table 2 Effects of air temperature on the protein denaturation

| 温度(°C) | 检测量(枚) | 蛋白变性率(%) |
|--------|--------|----------------|
| 120 | 60 | 0 |
| 130 | 60 | 0 |
| 140 | 60 | 0 |
| 150 | 60 | 0 |
| 160 | 60 | 开始出现疑似变性的情况,8% |
| 170 | 60 | 50% |
| 180 | 60 | 100% |

结果表明,温度越高,出现蛋白变性的可能性越高。热风温度在150 °C以下时,样品蛋的蛋白都没有变性,热风温度达160 °C时,有8%样品蛋的蛋白开始出现疑似变性的情况,到180 °C时所有样品蛋的蛋白全部变性。

3.2.2 风速对蛋白变性的影响

由上述结果可知,热风温度大于150 °C时开始出现蛋白变性。因此将600枚鸡蛋分别通过温度设定为150 °C~170 °C的热风杀菌室,每个温度的热风杀菌室风速分别设定为1.0~1.2 m/s(1档)和2.5~3.0 m/s(2档),杀菌时间均为57 s。从不同温度不同风速热风杀菌后的鸡蛋中分别随机抽取60枚,按上述方法判定蛋壳膜内蛋白变性情况如表3。

表3 不同温度下风速对蛋白变性的影响
Table 3 Effects of air speed on the protein denaturation at different temperatures

| 风速 | 抽样量(枚) | 蛋白变变量(枚) | 蛋白变性率(%) |
|-------------|--------|----------|----------|
| 1档(150 °C时) | 60 | 0 | 0.0 |
| 2档(150 °C时) | 60 | 1 | 1.7 |
| 1档(160 °C时) | 60 | 8 | 13.3 |
| 2档(160 °C时) | 60 | 12 | 20.0 |
| 1档(170 °C时) | 60 | 50 | 83.3 |
| 2档(170 °C时) | 60 | 52 | 86.7 |

结果表明,相同温度不同风速时,蛋白变性率有所差异,但不明显。总体而言,2.5~3.0 m/s风速下时的蛋白变性率高于1档(低速)风速。

3.2.3 热风温度对蛋壳表面细菌总数的影响

将700枚鸡蛋分别通过温度设定为80 °C~140 °C的热风杀菌室,热风速度为1.0~1.2 m/s,杀菌时间均为57 s。从各个温度杀菌后的鸡蛋中分别随机抽取60枚,按上述方法测定蛋壳表面菌落总数如表4。

表4 热风温度对蛋壳表面细菌总数的影响
Table 4 The influence of air temperature on the total number of bacteria on the shell surface

| 温度(°C) | 检测量(枚) | 细菌总数(cfu/g) |
|--------|--------|-------------------|
| 80 | 60 | 多不可计 |
| 90 | 60 | 多不可计 |
| 100 | 60 | 1.2×10^4 |
| 110 | 60 | 1.7×10^2 |
| 120 | 60 | 60 |
| 130 | 60 | <10 |
| 140 | 60 | <10 |

结果表明,热风温度低于100 °C时蛋壳表面细菌数量多不可计,随着温度升高,细菌总数越来越少。在110 °C~130 °C时蛋壳表面细菌较少,杀菌效果好。大于130 °C(包含130 °C)时可几乎完全杀灭蛋壳表面细菌。

3.2.4 风速对蛋壳表面菌落总数的影响

将300枚鸡蛋分别通过温度设定为110 °C~130 °C的热风杀菌室,热风速度分别为1.0~1.2 m/s、2.5~3.0 m/s,杀菌时间均为57 s。从各个温度、风速杀菌后的鸡蛋中分别随机抽取60枚,按上述方法测定蛋壳表面菌落总数。结果如表5。

表5 风速对蛋壳表面细菌总数的影响
Table 5 The influence of air velocity on the total number of bacteria on the shell surface

| 风速 | 抽样量(枚) | 细菌总数(cfu/g) |
|-------------|--------|-------------------|
| 1档(110 °C时) | 60 | 1.7×10^2 |
| 2档(110 °C时) | 60 | 1.2×10^2 |
| 1档(120 °C时) | 60 | 60 |
| 2档(120 °C时) | 60 | <10 |
| 1档(130 °C时) | 60 | <10 |
| 2档(130 °C时) | 60 | <10 |

表 6 热处理对蛋品质的影响
Table 6 The influence of heat treatment on egg quality

| 贮藏时间(天) | 处理方式 | 失重率(%) | 蛋液 pH | 颜色值 | 哈夫值 | 蛋白高度(mm) |
|---------|-----------|--------|-------|-------|--------|----------|
| 20 | 空白 | 1.87 | 7.83 | 10.00 | 53.94 | 3.12 |
| | 120 °C 热风 | 1.36 | 7.71 | 10.55 | 64.411 | 4.32 |
| 30 | 空白 | 3.69 | 6.55 | 11.20 | 49.73 | 2.80 |
| | 120 °C 热风 | 2.17 | 8.00 | 10.5 | 55.75 | 3.43 |

结果表明, 鸡蛋经相同热风温度不同风速杀菌后, 蛋壳表面菌落总数略有不同, 但差异不明显, 2.5~3.0 m/s 风速下杀菌效果较好。

3.2.5 贮藏时间对蛋品质的影响

经前面试验结果选定既能杀灭微生物又能防止蛋白变性的适当热风温度 120 °C, 将分检后干净完整的鸡蛋经过热风处理 57 s, 利用 EA-01 多功能蛋品质分析仪测定保鲜 20 d 和 30 d 蛋的失重率、蛋液的 pH、哈夫值、蛋白高度和颜色值, 和未经处理的蛋(空白)进行比较, 结果如表 6 所示。

结果表明, 贮藏 20 d 经热处理后蛋液 pH 略微降低; 贮藏 30 d 经热处理后蛋液 pH 相对升高。无论是贮藏 20 d 还是 30 d, 经热处理的鸡蛋失重率都比未经处理的低, 哈夫值和蛋白高度都比未经处理的高。失重率越低、哈夫值越高, 表明鸡蛋越新鲜, 由此说明经热风杀菌鸡蛋更耐贮藏。

3.3 小 结

综合上述试验可知, 热风温度在 150 °C 以下可以保证蛋白不变性, 而在 130 °C 以上时可几乎完全杀灭蛋壳表面细菌。风速对蛋白变性和细菌杀灭效果的影响不是特别显著, 总体来说 2.5~3.0 m/s 风速下杀菌效果比 1.0~1.2 m/s 风速下更好, 但同时高风速下蛋白变性率也随之升高。综合考虑最佳工艺参数为杀菌温度 150 °C、风速 1.0~1.2 m/s。且经热风处理后鸡蛋失重率降低, 哈夫值和蛋白高度升高, 品质更好。

4 结论与展望

随着国内消费者对原蛋卫生状况要求的不断提高, 洁蛋生产已成为迫在眉睫的发展趋势。通过蛋白变性试验、菌落总数的检测, 确定杀菌时间为 57 s 的条件下最佳热风杀菌温度为 150 °C, 最佳风速为 1.0~1.2 m/s。在此温度和风速下, 可几乎杀灭蛋壳表

面所有细菌和致病菌, 并保证蛋白不变性。且经热风杀菌后鸡蛋的失重率降低、哈夫值和蛋白高度升高, 鸡蛋品质比未经处理的更好。此外, 将 HACCP 体系运用于“天然洁蛋”生产过程中, 通过对生产工序中潜在危害的分析, 确定了关键控制点, 建立了 HACCP 工作计划表。该体系可以对“天然洁蛋”生产过程进行有效的质量监控。但鲜蛋初分检、光检、热风杀菌等作为关键控制点的问题还需日后进一步实践验证。“天然洁蛋”生产工艺、技术参数以及安全操作规范的确定对于今后“天然洁蛋”的推广具有重要意义。

参考文献

- [1] 钱勇. 中国禽产品出口的绿色壁垒及解决之道[J]. 中国家禽, 2006, 28(10): 36-41.
Qian Y. The green barrier for Chinese poultry products export and the solution [J]. Chin Poultry, 2006, 28 (10): 36-41.
- [2] 张剑新, 张静. 洁蛋加工工艺探究[J]. 中国禽业导刊, 2009, 26(14): 43-44.
Zhang JX, Zhang J. Study on processing technology of clean eggs [J]. China Poultry Introd, 2009, 26 (14): 43-44.
- [3] 林文庭. 浅谈洁蛋加工[J]. 福建轻纺, 2008, (1): 12-15.
Lin WT. Discussion on processing of clean eggs [J]. Fujian Textile, 2008, (1): 12-15.
- [4] 仝其根, 姜怀玺, 李瑞红, 等. 鲜蛋综合加工技术及安全体系的建立[J]. 中国家禽, 2012, 34(2): 44-48.
Tong QG, Jiang HX, Li RH, *et al.* Egg processing technology and establishment of safety system [J]. Chin Poultry, 2012, 34(2): 44-48.
- [5] 刘岑岑. 鸡蛋涂膜保鲜技术[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(20): 144-146.
Liu CC. Egg coating preservation technology [J]. J Anhui Agric Sci Bull, 2009, (20): 144-146.
- [6] 杨素芳, 马美湖. 中国洁蛋生产与消费者的重要性及关键加工技术[J]. 农业工程技术, 2007, (1): 26-33.
Yang SF, Ma MH. The importance of China clean eggs

- production and consumers and the key processing technology [J]. *Agric Eng Technol*, 2007, (1): 26–33.
- [7] Lima M. Monitoring the microbiological quality of raw milk through the use of an ATP bioluminescence method [J]. *Food Control*, 2000, (11): 209–216.
- [8] 岑益科. 基于机器视觉的鸡蛋品质检测方法研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2006.
Cen YK. Research on egg quality detection method based on machine vision [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2006.
- [9] 王鹏云. 鸡蛋分级包装设备主要结构设计和运动仿真[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
Wang PY. Main structural design and movement simulation of egg packaging equipment [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2011.
- [10] 仝其根, 姜怀玺, 王明明. 一种清洁杀菌鲜蛋的生产方法: 中国, 201110053104.5 [P]. 2011-03.
Tong QG, Jiang HX, Wang MM. A production method of cleaning and sterilizing eggs: China, 201110053104.5 [P]. 2011-03.
- [11] 韩立宏. 在洁蛋全程中应用 HACCP 体系的探讨[J]. *中国家禽*, 2008, 30(11): 58–60.
Han LH. Discussion on the application of HACCP system in clean eggs full productive process [J]. *Chin Poultry*, 2008, 30(11): 58–60.
- [12] 张海芳, 赵丽芹, 韩育梅. 热处理在果蔬贮藏保鲜上的应用[J]. *保鲜与加工*, 2005, 5(2): 13–15.
Zhang HF, Zhao LQ, Han YM. The application of heat treatment on the fruit and vegetable fresh-keeping [J]. *J Pres Process*, 2005, 5(2): 13–15.
- [13] 王耀峰, 刘良忠, 宫智勇, 等. 二氧化氯在鲜蛋消毒保鲜中的应用研究[J]. *食品科学*, 2008, 29(11): 632–636.
Wang YF, Liu LZ, Gong ZY, *et al.* Study on the application of chlorine dioxide in disinfection and preservation on fresh eggs [J]. *J Food Sci*, 2008, 29(11): 632–636.
- [14] GB 4789.2-2010 食品微生物学检验 菌落总数测定[S].
GB 4789.2 2010 Food microbiology test Determination of the total number of colonies [S].
- [15] 李小利. 哈氏单位是检验鸡蛋品质的重要指标[J]. *检验检疫学刊*, 2013, 23(2): 48–50.
Li XL. Hartz unit is the important index for testing the egg quality [J]. *J Inspect Quarant*, 2013, 23 (2): 48–50.

(责任编辑: 白洪健)

作者简介



李嘉莹, 硕士研究生, 主要研究方向为食品加工与安全。
E-mail: 2012lijiaying@sina.com



仝其根, 教授, 主要研究方向为蛋品、食品添加剂、农产品加工等。
E-mail: tongqigen@163.com