

减压技术快速腌制松花蛋工艺条件的优化

季玲, 刘会平, 杨晓兴, 袁伟, 刘平伟

(天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

摘要: 本文采用真空减压技术, 对以鲜鸭蛋为原料腌制松花蛋的工艺过程进行了分析和研究。本试验研究温度、真空度、每天维持真空度时间对松花蛋质量指标的影响, 并通过正交试验研究出最佳工艺条件: 温度为 23 ℃, 真空度为 -0.01 MPa, 每天维持真空度的时间为 24 h。减压腌制法与常规腌制法对比, 腌制时间由原来的 25 d 变为现在的 6.5 d, 腌制时间缩短了 74%, 且正品率达到 97.5%。并以上述最佳工艺条件生产的松花蛋, 经感官评定和质构、理化等指标的考察, 品质最佳。

关键词: 真空减压法; 松花蛋; 工艺优化

文章篇号: 1673-9078(2013)5-1029-1035

Fast Preparation of Preserved Eggs by Low-pressure Technology

Ji Ling, Liu Hui-ping, Yang Xiao-xing, Yuan Wei, Liu Ping-wei

(College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: The fast preparation conditions for preserved egg by low pressure-vacuum were investigated and optimized by analyzing the influence of temperature, vacuum degree, vacuum-maintaining time on egg quality indexes. Orthogonal test showed that the optimum conditions were: temperature 23 ℃, vacuum -0.10 MPa and evacuation time 24 h per day. Compared with ordinary method, the preserved eggs by low pressure-vacuum method needed shorter curing time from 25 days to 6.5 days, reduced by 74%. In addition, with the low-pressure technology, the product showed the best sensory quality with the yield reached 97%.

Key words: low pressure-vacuum; preserved egg; technology optimization

松花蛋又称皮蛋、变蛋、灰包蛋等, 是我国传统风味蛋制品^[1]。口感鲜滑爽口, 色香味均有独到之处。鲜蛋在加工过程中, 蛋内的蛋白和蛋黄在强碱作用下, 蛋白质等发生一系列的变化, 最终形成松花蛋。它具有醇香、清爽可口、食用方便等特点, 不仅为国内广大消费者所喜爱, 在国际市场上也享有盛名^[2]。然而, 我国城乡蛋品的消费以鲜蛋为主, 占产蛋量的 90% 以上, 而国外蛋制品消费中鲜蛋占比远低于这一数字^[3], 故蛋品的深加工对蛋品行业至关重要, 松花蛋的工艺优化必将促进蛋品行业的发展。且松花蛋属于生食品, 具有营养丰富, 色、香、味俱全, 食法简单、低胆固醇等特点, 并远比鲜蛋耐贮藏^[4]。

改革开放以来, 我国松花蛋行业得到了快速发展。传统加工皮蛋的方式为清料腌制法^[5], 但一般腌渍时间较长, 一般为 28~40 d 才可达到成熟, 本试验采用减压腌制皮蛋的方法^[6-7], 该法不但加大了腌制料液的渗透压^[8], 同时负压能够快速、均匀地传递到整个腌

制容器的各个部分, 不受鸭蛋形状、体积的限制, 因此此法的具体工艺研究与优化具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 原料

新鲜鸭蛋, 购于天津市滨海新区农贸市场, 选择大小均一、质量良好的新鲜鸭蛋、剔除不良蛋。

1.2 主要仪器设备

真空泵, TW-2A, 温岭市挺威真空设备有限公司; 真空腌制设备, 天津科技大学自制; 分析天平, AB204-N, 上海精密科学仪器有限公司; pH 计, PHS-3C, 上海今迈仪器仪表有限公司; 黏度计, NDJ-8S, 上海方瑞仪器有限公司。

1.3 方法

采用传统料液腌制法腌制, 料液配置中用硫酸铜来取代氧化铅^[9-10]。

1.3.1 减压技术快速腌制松花蛋工艺

选蛋和洗蛋→料液配置→装缸→浸泡→减压抽真空→腌制期管理→出缸→品质检验→涂膜→后熟→装箱贮藏

1.3.2 成品率按下列公式计算成品率

成品率/% = 合格成品蛋数 / (入缸蛋数 - 破损蛋数) × 100

收稿日期: 2012-12-29

基金项目: 校人才引进基金 (20080420)

作者简介: 季玲 (1985-), 女, 硕士, 研究方向为乳品与技术

通讯作者: 刘会平 (1965-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 动物性食品加工新技术的研究

1.3.3 单因素试验方法

1.3.3.1 温度单因素^[11]

维持腌制过程中的固定真空度-0.10 MPa, 每天维持此真空度 24 h, 设置为 17 °C、19 °C、21 °C、23 °C 和 25 °C 5 种梯度。腌制后每组样品取 10 枚, 以不同腌制时期松花蛋蛋清和蛋黄的 pH 值、黏度、蛋增重率和蛋清状态为考察指标, 研究不同腌制温度对松花蛋品质、成熟情况、腌制周期及出缸合格率的影响。

1.3.3.2 真空度单因素^[12-13]

固定腌制温度 23 °C, 每天维持此真空度 24 h, 设置 5 个真空度梯度-0.02 MPa, -0.04 MPa, -0.06 MPa, -0.08 MPa 和-0.10 MPa, 以不同腌制时期蛋清、蛋黄的 pH 值、黏度、蛋增重率为考察指标, 研究不同真空度对松花蛋品质、成熟情况的影响。

1.3.3.3 时间单因素

固定腌制温度 23 °C, 真空度-0.10 MPa, 设置 5 个每天维持真空度的时间 5 h、10 h、15 h、20 h 和 24 h, 以不同腌制时期蛋清、蛋黄的 pH 值、黏度、蛋增重率为考察指标, 研究每天维持不同真空度的时间对松花蛋品质、成熟情况的影响。

1.4 正交试验设计

根据单因素试验结果, 以温度、真空度、每天维持真空度的时间为因素, 感官评价和出缸蛋的合格率为指标, 设计 L₉(3³)正交试验, 确定最佳工艺参数。

2 结果与讨论

2.1 减压法松花蛋单因素试验结果

2.1.1 温度单因素

2.1.1.1 蛋清 pH 变化

蛋清 pH 变化如图 1 所示。

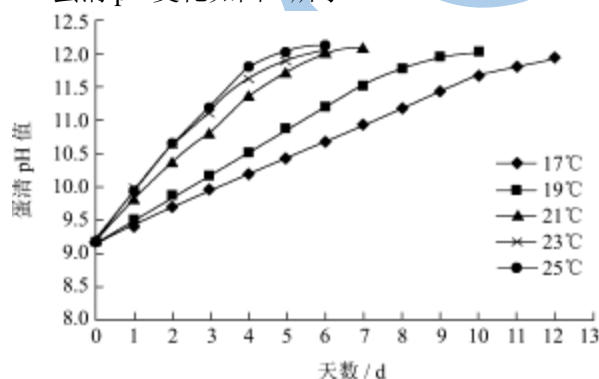


图 1 不同加工温度条件下蛋清 pH 变化

Fig.1 Changes of egg white pH when processed at different processing temperature

如图 1 所示, 温度对蛋清蛋白的 pH 值变化很明显, 呈逐渐上升的趋势。随着腌制温度的增加, pH 值上升的速率不断加快, 直到 pH 到达 11.5 左右时, 曲

线变得平缓, 这是由于此时蛋清达到了化清的状态^[14], 故 pH 值变化比较平缓。25 °C 条件下蛋清蛋白 pH 值升高最快, 出缸最早; 23 °C 条件时 pH 的变化接近 25 °C, 比 25 °C 组晚出缸一天; 21 °C、19 °C 和 17 °C 条件下蛋清蛋白的 pH 值升高依次减慢, 出缸时间依次延长。

2.1.1.2 蛋黄 pH 值变化

分别测取出的样品蛋的蛋黄 pH 值, 记录平均值, 结果如图 2 所示。

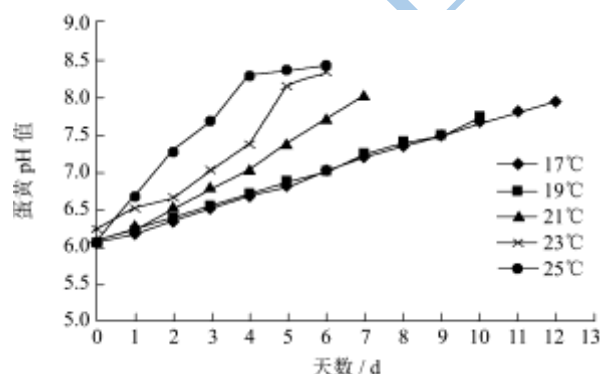


图 2 不同加工温度条件下蛋黄 pH 变化

Fig.2 Changes of egg yolk pH when processed at different processing temperature

如图 2 所示, 各组蛋黄的 pH 值均持续上升。在 25 °C 条件下蛋黄 pH 值升高的最快; 23 °C 和 21 °C 条件下蛋黄 pH 值增加依次变慢; 19 °C 和 17 °C 时蛋黄 pH 变化接近, 均比前 3 个温度条件下的蛋黄 pH 变化慢。

2.1.1.3 蛋清黏度变化

分别测取出的样品蛋的蛋清蛋白黏度, 记录平均值, 结果如图 3 所示。

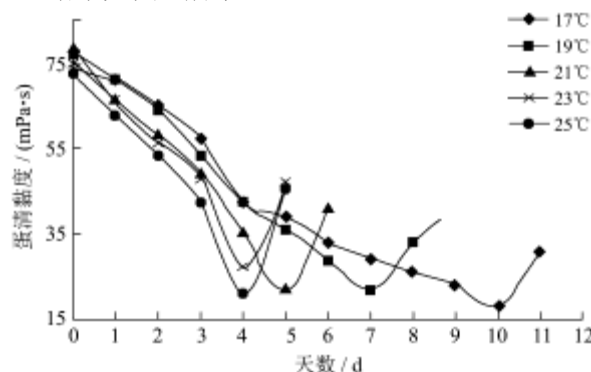


图 3 不同加工温度条件下蛋清黏度变化

Fig.3 Changes of egg white viscosity when processed at different processing temperature

由图 3 可知, 温度对蛋清蛋白黏度变化的影响较大。各组曲线均先下降至 20 mPa·s 左右时, 又急速上升。当降至 20 mPa·s, 即蛋清蛋白黏度最低时, 表明蛋清达到化清状态。在 25 °C 和 23 °C 条件下蛋清黏度

值下降最快, 最早达到化清状态, 仅需 4 d; 随着加工温度的降低, 21 °C、19 °C 和 17 °C 条件下的蛋清黏度值变化依次减慢, 蛋清蛋白达到化清状态所需天数逐渐增加, 分别为 5 d、7 d 和 10 d。

2.1.1.4 蛋黄黏度变化

分别测取出的样品蛋的蛋黄黏度, 记录平均值, 结果如图 4 所示。

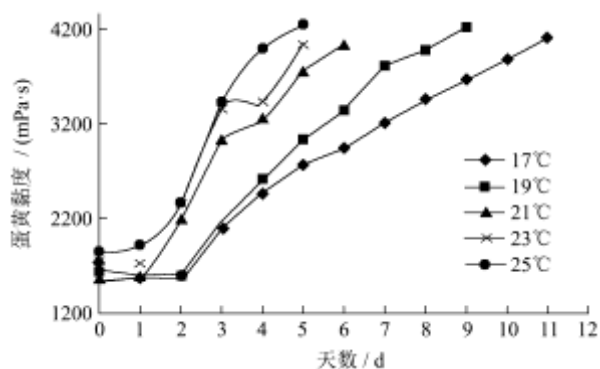


图 4 不同加工温度条件下蛋黄黏度变化

Fig.4 Changes of egg yolk viscosity when processed at different processing temperature

如图 4 所示, 蛋黄黏度逐渐上升, 呈逐渐凝固的状态。在 25 °C 和 23 °C 条件下蛋黄黏度值升高最快; 随着加工温度的降低, 21 °C、19 °C 和 17 °C 条件下的蛋黄黏度值上升依次减慢。

2.1.1.5 蛋增重率变化

腌制前每组记录 10 枚蛋的重量并做标记, 腌制后每天将其取出, 用滤纸擦干后称重, 计算蛋的增重率, 取平均值, 结果如图 5 所示。

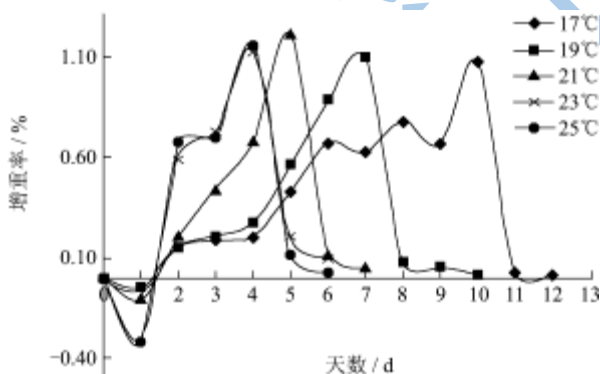


图 5 不同加工温度条件下蛋增重率变化

Fig.5 Changes of weight-increasing rate in whole egg when processed at different processing temperature

由图 5 可知, 蛋的增重率先呈现负值, 随后又逐渐上升。在 25 °C 和 23 °C 条件下蛋增重率增长最快; 随着加工温度的降低, 21 °C、19 °C 和 17 °C 条件下的蛋增重率增长依次减慢。

蛋的增重率最先呈现负值, 这是由于真空装置在喷淋料液之前对蛋进行抽气处理, 将蛋内的空气抽出,

造成蛋的重量低于原记录值的结果。待喷淋料液后, 由于持续的抽空处理, 增重率稳步上升。

2.1.1.6 蛋清蛋白状态变化

观察并记录取出的样品蛋的蛋白状态变化, 结果如图 6 所示。

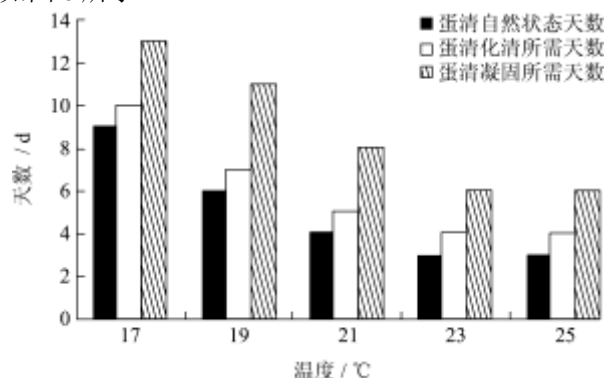


图 6 不同加工温度条件下蛋白状态变化

Fig.6 Changes of protein state when processed at different processing temperature

如图 6 所示, 在 25 °C 和 23 °C 条件下蛋清蛋白化清时间和凝固时间最短, 为 4 d 和 6 d; 随着加工温度的降低, 蛋清化清时间和凝固时间都逐渐增加, 21 °C 时为 5 d 和 8 d; 19 °C 时为 7 d 和 11 d; 在 17 °C 时最长, 为 10 d 和 13 d。

2.1.2 真空度单因素

固定腌制条件温度 23 °C, 每天维持各真空度 24 h。

2.1.2.1 蛋清 pH 值变化

腌制后每组样品每天取样 10 枚, 分别测其蛋清 pH 值, 取平均值, 结果如图 7 所示。

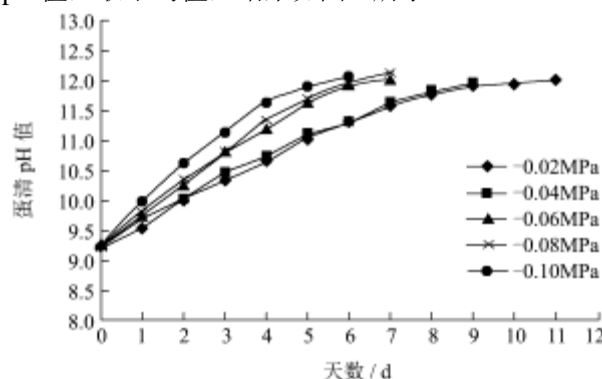


图 7 不同真空度条件下蛋清 pH 变化

Fig.7 Changes of egg white pH when processed at different processing vacuum degree

由图 7 可知, 真空度对蛋清 pH 值有很大影响。随着腌制过程, 蛋清 pH 值变化曲线呈现明显的两段性。随着腌制时间的延长, pH 值逐渐上升; 当 pH 达在 11.5 时, 曲线均上升缓慢。-0.10 MPa 条件下蛋清蛋白 pH 值升高最快, 最早达到 11.5, 即达到蛋清化

清状态,也最早出缸;-0.08 MPa和-0.06 MPa条件下pH变化规律很接近,但均低于-0.10 MPa组;-0.04 MPa和-0.02 MPa条件下pH升高最慢,达到化清状态最晚,也最晚出缸。

2.1.2.2 蛋黄 pH 值变化

分别测取出的样品蛋的蛋黄 pH 值,记录平均值,结果如图 8 所示。

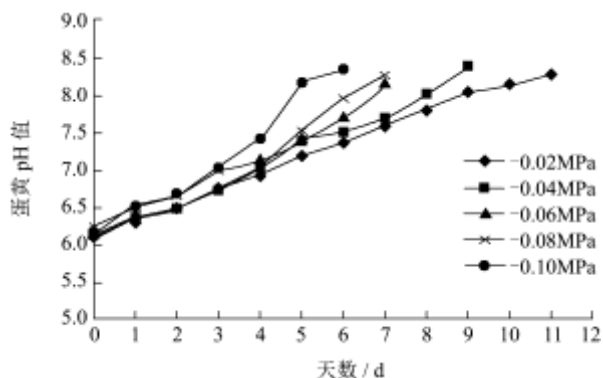


图 8 不同真空度条件下蛋黄 pH 变化

Fig.8 Changes of egg yolk pH when processed at different processing vacuum degree

如图 8 所示,各组曲线均持续上升,变化比较接近。在第 3 d 之前,各组曲线变化基本相同,从第 4 d 开始,-0.10 MPa 条件下蛋黄蛋白的 pH 值迅速升高;-0.08 MPa 和-0.06 MPa 条件下 pH 变化规律仍然很接近,但均低于-0.10 MPa 组,高于其余 2 组;-0.04 MPa 和-0.02 MPa 条件下 pH 升高最慢。

2.1.2.3 蛋清黏度变化

分别测取出的样品蛋的蛋清蛋白黏度,记录平均值,结果如图 9 所示。

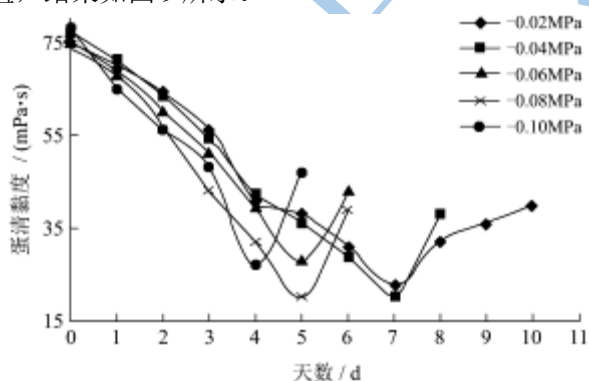


图 9 不同真空度条件下蛋清黏度变化

Fig.9 Changes of egg white viscosity when processed at different processing vacuum degree

由图 9 可知,蛋清黏度曲线先下降,后上升。在-0.10 MPa 条件下蛋清黏度值下降最快,且最早达到化清状态;-0.08 MPa 和-0.06 MPa 条件下次之;在-0.02 MPa 条件下蛋清最晚达到化清状态,且黏度值下降最慢。

2.1.2.4 蛋黄黏度变化

分别测取出的样品蛋的蛋黄蛋白黏度,记录平均值,结果如图 10 所示。

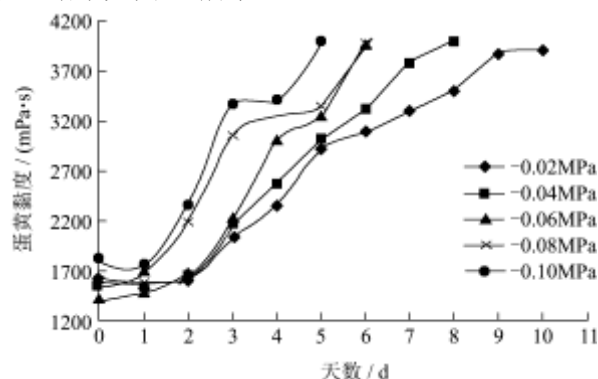


图 10 不同真空度条件下蛋黄黏度变化

Fig.10 Changes of egg yolk viscosity when processed at different processing vacuum degree

由图 10 可知,在-0.10 MPa 条件下蛋黄黏度值升高最快;-0.08 MPa 和-0.06 MPa 条件下次之;在-0.04 MPa 和-0.02 MPa 条件下蛋清黏度值升高较缓慢。

2.1.2.5 增重率变化

腌制前每组记录 10 枚蛋的重量并做标记,腌制后每天将其取出,用滤纸擦干后称重,计算蛋的增重率,取平均值,结果如图 11 所示。

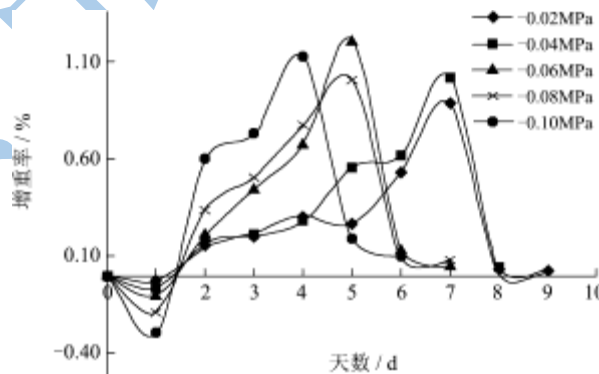


图 11 不同真空度条件下蛋增重率变化

Fig.11 Changes of weight increase rate in whole egg when processed at different processing vacuum degree

如图 11 所示,蛋的增重率先下降,后又上升,最后又缓慢下降。当使用-0.10 MPa 的加工条件时,蛋最初的负增重率最大,很显然是由于加工此组时真空度最大,蛋内的空气抽的最多,随后其增重率上升最快;-0.08 MPa 和-0.06 MPa 条件下次之;在-0.04 MPa 和-0.02 MPa 条件下蛋增重率增长最慢。

2.1.2.6 蛋清蛋白状态变化

观察并记录取出的样品蛋的蛋白状态变化,结果如图 12 所示。

由图 12 可知,在-0.10 MPa 条件下蛋清蛋白化清时间和凝固时间均最短,为 4 d 和 6 d;-0.08 MPa 和

-0.06 MPa 的化时间和凝固时间均为 8 d 和 5 d; 在-0.04 MPa 和-0.02 MPa 条件最慢, 为 10 d 和 7 d。

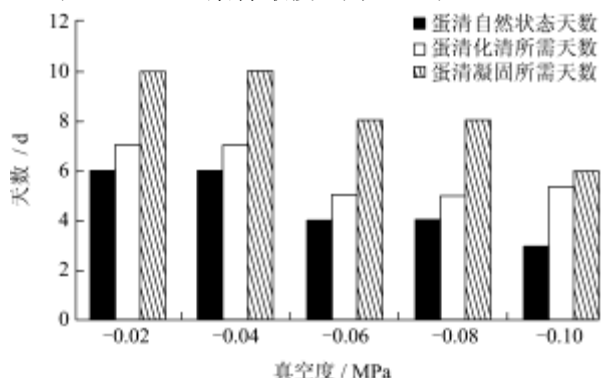


图 12 不同真空度条件下蛋白状态变化

Fig.12 Changes of protein state when processed at different processing vacuum degree

2.1.3 时间单因素

固定腌制条件真空度-0.10MPa, 温度 23 °C。

2.1.3.1 蛋清 pH 值变化

腌制后每组样品每天取样 10 枚, 分别测其蛋清 pH 值, 取平均值, 结果如图 13 所示。

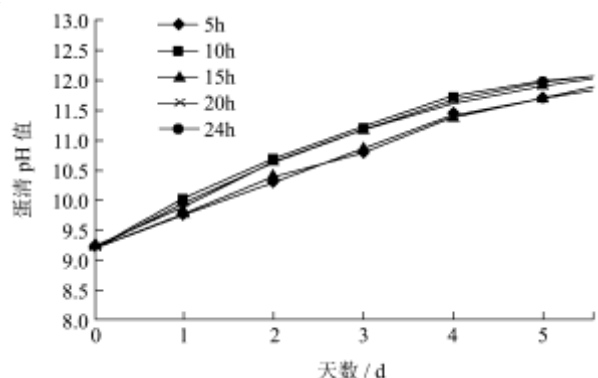


图 13 每天维持不同真空度的时间条件下蛋清 pH 变化

Fig.13 Changes of egg white pH when processed with different evacuation time

由图 13 可知, 每天维持真空度的时间对蛋清 pH 影响不是很大, 各曲线变化趋势相同。在每天维持真空度 24 h、20 h 和 10 h 的加工条件下蛋清蛋白的变化基本相同, 且 pH 值升高最快; 每天维持真空度 15 h 和 5 h 时蛋清 pH 变化接近, 均比前三者缓慢。

2.1.3.2 蛋黄 pH 值变化

分别测取出的样品蛋的蛋黄 pH 值, 记录平均值, 结果如图 14 所示。

图 14 显示, 在每天维持真空度 24 h、20 h 和 10 h 的加工条件下蛋黄 pH 值变化基本相同且升高的最快; 每天维持真空度 15 h 和 5 h 时蛋黄 pH 变化接近, 均比前 3 个条件下的蛋黄 pH 升高慢。

2.1.3.3 蛋清黏度变化

分别测取出的样品蛋的蛋清蛋白黏度, 记录平均

值, 结果如图 15 所示。

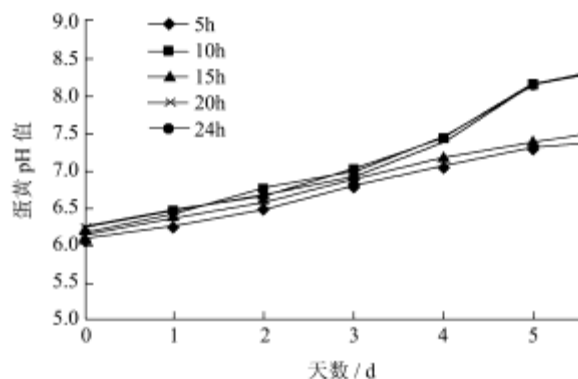


图 14 每天维持不同真空度的时间条件下蛋黄 pH 变化

Fig.14 Changes of egg yolk pH when processed with different evacuation time

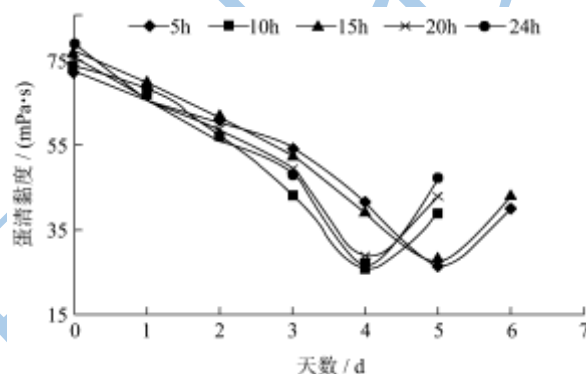


图 15 每天维持不同真空度的时间条件下蛋清黏度变化

Fig.15 Changes of egg white viscosity when processed with different evacuation time

由图 15 可知, 在每天维持真空度 24 h、20 h 和 10 h 的加工条件下, 蛋清黏度值变化接近且下降最快, 最早达到化清状态, 需要 4 d; 每天维持真空度 15 h 和 5 h 时, 蛋清黏度值减慢, 蛋清蛋白达到化清状态所需天数比前三者增加, 为 5 d。

2.1.3.4 蛋黄黏度变化

分别测取出的样品蛋的蛋黄蛋白黏度, 记录平均值, 结果如图 16 所示。

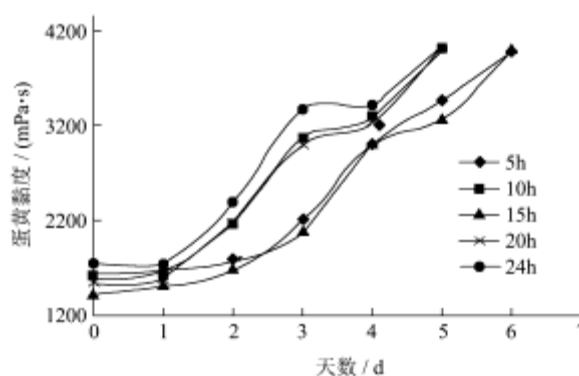


图 16 每天维持不同真空度的时间条件下蛋黄黏度变化

Fig.16 Changes of egg yolk viscosity when processed with different evacuation time

如图 16 所示, 每天维持真空度 24 h、20 h 和 10 h 时, 蛋黄黏度值变化很相似, 且升高最快; 每天维持真空度 15 h 和 5 h 时, 蛋黄黏度值变化接近但与前三者相比, 黏度值上升缓慢。

2.1.3.5 蛋增长率变化

腌制前每组记录 10 枚蛋的重量并做标记, 腌制后每天将其取出, 用滤纸擦干后称重, 计算蛋的增重率, 取平均值, 结果如图 17 所示。

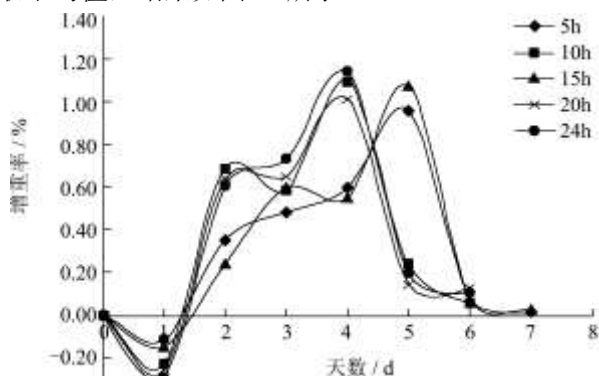


图 17 每天维持不同真空度的时间条件下蛋增重率变化

Fig.17 Changes of weight increase rate in whole egg when processed at different evacuation time

由图 17 可知, 每天维持真空度 24 h、20 h 和 10 h 时, 蛋增重率变化基本相同, 且升高最快; 每天维持真空度 15 h 和 5 h 时, 蛋增重率变化接近但与前三者相比, 增重率上升缓慢。

2.1.3.6 蛋清蛋白状态变化

观察并记录取出的样品蛋的蛋白状态变化, 结果如图 18 所示。

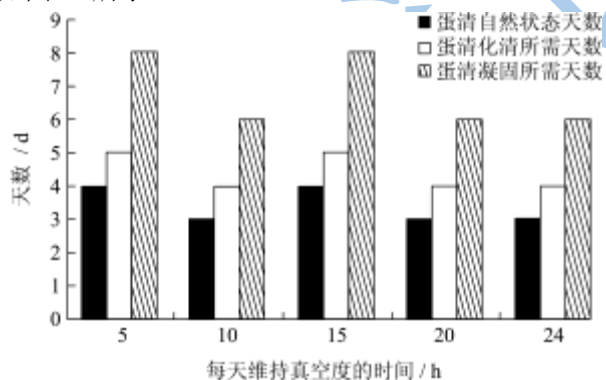


图 18 每天维持不同真空度的时间条件下蛋白状态变化

Fig.18 Changes of protein state induced by different evacuation time

如图 18 所示, 每天维持真空度的时间对蛋白状态的变化影响不是很明显。在每天维持真空度 24 h、20 h 和 10 h 条件下, 蛋清蛋白化清时间和凝固时间最快, 均为 4 d 和 6 d; 在每天维持真空度 15 h 和 5 h 时, 蛋清化清时间和凝固时间稍长, 为 5 d 和 8 d。

2.2 正交试验

根据单因素试验结果, 以温度、真空度、每天维持真空度的时间为因素, 感官评价^[15]和出缸蛋的合格率为指标, 进行 $L^9(3^3)$ 正交试验。因素水平编码表见表 1, 试验设计及结果见表 2。

表 1 因素水平表

水平	A (温度 / $^{\circ}\text{C}$)	B (真空度 /MPa)	C (每天维持真空度的时间/h)
1	21	-0.06	10
2	23	-0.08	20
3	25	-0.10	24

表 2 试验设计及结果

试验号	试验因素				出缸合格率/%	感官评价
	A	B	C	空列		
1	1	1	1	1	96.5	70.6
2	1	2	2	2	94.0	83.9
3	1	3	3	3	92.5	86.1
4	2	1	2	3	97.0	76.5
5	2	2	3	1	97.5	92.6
6	2	3	1	2	95.0	87.3
7	3	1	3	2	96.0	79.5
8	3	2	1	3	95.0	85.2
9	3	3	2	1	92.5	90.3
k_1	94.33	96.50	95.50	95.50		
k_2	96.50	95.50	94.50	95.00		
k_3	94.50	93.33	95.83	94.83		
极差 R	2.17	3.17	1.00	0.67		
k_1	80.20	75.53	81.03	84.50		
k_2	85.47	87.23	83.57	83.57		
k_3	85.00	87.90	86.07	82.60		
极差 R	5.27	12.37	5.03	1.90		

从表 2 中看出, 根据极差 R 的大小, 可以判断各个因素对试验指标影响的主次顺序是 $B>A>C$, 即真空度影响最大, 其次是腌制温度, 而每天维持真空度的时间影响较小。由出缸合格率得到的最优组合为 $A_2B_1C_3$, 即温度为 23°C , 真空度为 -0.06 MPa , 每天维持真空度的时间为 24 h; 而感官评价得到的最优组合为 $A_2B_3C_3$, 即温度为 23°C , 真空度为 -0.10 MPa , 每天维持真空度的时间为 24 h。正交表中显示的最优组合为 $A_2B_2C_3$, 与分析得到的最优组合的工艺条件不一致, 需要进行验证试验。经过验证试验, 由 $A_2B_3C_3$ 组合的试验条件得到的试验结果为出缸合格率为 97%, 感官评价得分为 93.1, 与 $A_2B_2C_3$ 组合的试验结果出缸合格率 97.5%, 感官评价得分 92.6 非常接近,

但感官评价较高,故最终选取最优组合为 A₂B₃C₃,即温度为 23 ℃,真空度为-0.01 MPa,每天维持真空度的时间为 24 h 为真空减压法加工松花蛋的最佳工艺条件。

表 3 出缸合格率方差分析表 (0.05 水平)

Table 3 Anova of qualified rate

因素	偏差平方和	自由度	F 比	F0.05 临界值	显著性
A	8.72	2	12.08	19.00	
B	15.72	2	21.78	19.00	*
C	1.72	2	2.39	19.00	
误差	0.72	2			

表 4 感官评价方差分析表 (0.05 水平)

Table 4 Anova of sensory evaluation

因素	偏差平方和	自由度	F 比	F0.05 临界值	显著性
A	51.00	2	9.42	19.00	
B	290.27	2	53.60	19.00	*
C	38.00	2	7.02	19.00	
误差	5.42	2			

3 结论

本试验研究温度、真空度、每天维持真空度时间对松花蛋质量指标的影响,并通过正交试验研究出最佳工艺条件:温度为 23 ℃,真空度为-0.01 MPa,每天维持真空度的时间为 24 h。在此条件下,真空减压法制备而得的松花蛋不但腌制时间缩短为原来的 74%,而且感官品质优良,出缸合格率高,必将是促进松花蛋工业化生产的重要方法之一。

参考文献

[1] 黄琼,丁玲,吕峰.无铅鸡蛋皮蛋腌制工艺的优化[J].浙江农

业学报,2011,23(4):812-817

[2] 季玲,刘会平,曹春玲,等.皮蛋风味物质研究[J].现代食品科技,2012,28(2):233-236

[3] 赵健楠,白春会,辛志.未来 10 年全球蛋品加工工业的发展方向[J].当代畜牧,2011,2:2-3

[4] 廖劲松,张水华.食品风味物质的分离研究进展与应用[J].食品工业科技,2003,8:106-107

[5] 马美湖.蛋品加工技术与质量安全控制战略研究[J].中国家禽,2009,31(12):1-6

[6] 刘会平,季玲,韩智飞.一种快速腌制无铅松花蛋的方法[P].天津科技大学.中国发明专利 ZL201010587188.6, 2010-12-14

[7] 刘会平,刘平伟,张新源,等.减压快速糟制糟蛋的方法[P].天津科技大学.中国发明专利 ZL201010586953.2, 2010-12-14

[8] 王一鸣.正渗透基本原理及其工程应用[J].化工技术与开发,2012,41(4):23-26

[9] 阎华.铜、锌、铁清料法加工皮蛋的应用研究[D].武汉,华中农业大学,2003

[10] 黄水晶.溏心皮蛋无铅新工艺[J].食品工业科技,1999,20(3):47-49

[11] 魏乃杰.风味艺术皮蛋的制备及其安全性研究[D].重庆:西南大学,2010

[12] 王国良,刘四新,蔡坤,等.真空处理对椰肉渗糖的影响[J].食品科学,2010,31(22):106-109

[13] 张璐.蜜枣的真空加工新方法[J].陕西科技大学学报,2007,25(4):59-63

[14] 马美湖.蛋与蛋制品加工学[M].北京:中国农业出版社,2007

[15] 刘良忠.以锌盐为主体盐分加工皮蛋的研究[J].食品与发酵工业,2003,29(7):93-94