

低盐腌制咸蛋黄的影响因素及其品质评价

陈艳琳^{1,3}, 王修俊^{1,2,3*}, 包欢欢^{1,3}, 胡荣念^{1,3}, 张露^{1,3}

¹ 贵州大学酿酒与食品工程学院 贵阳 550025

² 贵州大学辣椒产业技术研究院 贵阳 550025

³ 贵州省发酵工程与生物制药重点实验室 贵阳 550025)

摘要 为探究低盐腌制咸蛋黄对其品质的影响,利用单因素实验考察腌制液盐浓度、腌制时间和温度以及辅料配比等因素对咸蛋清含盐量、咸蛋黄含盐量、透心率、起沙性、色度值和感官评分的影响,然后通过正交试验对咸蛋黄品质进行初步评价。通过极差和方差分析得到咸蛋黄的最佳品质控制点,即:食盐质量分数为 12%、腌制时间 6 周、腌制温度 24 ℃,在该条件下制备的咸蛋黄感官评分为 86.31,起沙性 0.82,红度值 16.01,综合评分 0.81。咸蛋清的盐含量为 4.45%,与传统的饱和食盐水浸泡法中 7.19%的蛋清氯化钠含量相比,降低了 38.11%。

关键词 低盐咸蛋黄; 品质影响因素; 单因素实验; 正交试验

文章编号 1009-7848(2025)06-0239-12 DOI: 10.16429/j.1009-7848.2025.06.021

咸蛋黄作为传统的腌制食品,因味道鲜美、加工性好而受到消费者的青睐^[1]。咸蛋黄被广泛用作特殊美食的馅料,如月饼、粽子和蛋黄酥^[2-3]。其还常被当作蟹黄的廉价替代品,近年来兴起的诸如蟹黄汤包、咸蛋黄鱼皮、咸蛋黄炸鸡等各式咸蛋黄特色风味菜肴和休闲食品更是备受年轻消费人群的喜爱^[4]。咸蛋黄的腌制是用食盐使蛋黄失水,蛋黄中的乳化型脂肪族中亲油基团聚集使蛋黄流油,硬度、色度增大的过程^[5]。传统的咸鸭蛋腌制通常是将鸭蛋直接浸泡在饱和食盐水中^[6]。随着腌制时间的增加,蛋清和蛋黄的水分含量逐渐降低,同时盐分和灰分含量增加^[7]。该腌制方法周期长,制备的咸蛋清极咸^[8-9],而过咸的咸蛋清常因不可食用而被丢弃,这不仅导致蛋品资源的严重浪费,还会使微生物滋生对环境造成负担^[10-12]。

针对咸蛋清过咸造成浪费这一问题,吴玲等^[13]研究发现,在腌制过程中使用一定量的氯化

钾替代氯化钠,可显著降低成熟咸蛋的蛋白含盐量,且不会对蛋黄品质造成影响。饶红花^[14]以食品添加剂 KCl 和 K₂CO₃ 部分替代 NaCl 腌制咸蛋,降低咸蛋的含盐量。于沛^[15]在传统的高盐浓度盐水腌制方法基础上采用一种两段式腌制方法,即高盐浓度腌制与低盐浓度腌制结合的方法腌制咸蛋,达到既保证了蛋黄松沙出油的品质,又降低了蛋白盐含量,而且加快了腌制速度。孙静等^[16]通过改变咸蛋腌制过程中的腌制液来改善咸蛋的品质,其使用低盐高渗透食盐替代物来处理咸蛋腌制过程中的腌制液,在制作咸蛋时添加糖醇可有效降低蛋清咸度。Liu 等^[17]在咸蛋腌制过程中用 KCl 和 CaCl₂ 部分替代 NaCl,可以起到降低钠含量且不影响咸蛋盐味的作用。

本文以咸鸭蛋低盐浸泡法为基础,以三穗鲜鸭蛋为原料,探究低盐腌制咸蛋黄的影响因素及其最佳品质控制点,旨在为低盐咸蛋黄的生产以及品质控制提供参考。

收稿日期: 2024-06-29

基金项目: 贵州省科技计划重点项目(黔科合支撑[2022]重点 010 号);贵州省朝天椒产业集群建设项目(黔农财[2022]89 号);贵州省科技计划项目(黔科合支撑[2017]2555);中央引导地方科技发展专项(黔科中引地[2018]4020);贵州省人才平台项目(贵州省平台人才[2020]2102)

第一作者: 陈艳琳,女,硕士生

通信作者: 王修俊 E-mail: 775298123@qq.com

1 材料与仪器

鲜鸭蛋,三穗县牧琪农业有限公司;食用盐、二锅头白酒、花椒、八角、桂皮,贵州贵阳花溪沃尔玛超市;硫酸铁铵、亚铁氰化钾、硫氰酸钾、乙酸锌(均为分析纯),天津市瑞金特化学品有限公司;硝酸银、硝酸(均为分析纯),贵阳罗德生物技术有限

公司。

磁力搅拌器(BS-30KA),上海友声衡器有限公司;内切式匀浆机(XHF-D),宁波新芝生物科技股份有限公司;电子精密天平(FA2002B),上海越平科学仪器有限公司;色差仪(HP-2136),上海临嘉科教仪器有限公司;漩涡混合器(XW-80A),上海驰唐电子有限公司;数显恒温水浴锅(HH-1),

上海浦东物理光学仪器厂;恒温培养箱(SH220),济南海能仪器有限公司。

2 试验方法

2.1 咸蛋黄的腌制流程与要点

2.1.1 咸蛋黄腌制流程

鲜鸭蛋→洗净晾晒挑选→装坛→腌制→取样检测
↑
饮用水→按比例配制香辛料→煮沸→按比例添加食盐和白酒

2.1.2 咸蛋黄腌制要点 为减小原料带来的误差,购买同一批次的鸭蛋(蛋鸭产蛋前喂养的饲料和喂养的环境一致)。将鸭蛋清洗干净,选取大小均一且无裂痕的鸭蛋在室温下晾干备用。根据水的质量称取所需质量分数的香辛料倒入水中并煮沸,其中香辛料由比例为 1.0:1.5:1.5 的桂皮、花椒和八角组成^[15]。再称取所需质量分数的食盐和白酒,倒入水中配制成腌制液。将鸭蛋装入坛内,向坛内倒入腌制液直至没过鸭蛋,密封后进行腌制。

2.2 单因素实验设计

2.2.1 腌制液盐浓度对咸蛋黄品质和咸蛋清含盐量的影响 将鸭蛋分为 5 组,设置食盐质量分数分别为 9%,12%,15%,18%,21%,固定白酒和香辛料比例分别为 0.5%,在 24 ℃条件下腌制 5 周(35 d),腌制结束后取出检测。

2.2.2 腌制温度对咸蛋黄品质和咸蛋清含盐量的影响 将鸭蛋分为 5 组,设置腌制温度分别为 16,20,24,28,32 ℃,固定食盐质量分数为 15%,固定白酒和香辛料比例分别为 0.5%,腌制时间为 5 周(35 d)。

2.2.3 腌制时间对咸蛋黄品质和咸蛋清含盐量的影响 将鸭蛋分为 5 组,设置腌制时间分别为 3 周、4 周、5 周、6 周和 7 周,固定食盐质量分数为 15%,固定白酒和香辛料比例分别为 0.5%,腌制温度 24 ℃。

2.2.4 白酒浓度对咸蛋黄品质和咸蛋清含盐量的影响 将鸭蛋分为 5 组,设置白酒体积分数分别为 0.0,0.5%,1.0%,1.5%,2.0%,固定食盐质量分数为 15%,香辛料配比 0.5%,腌制温度 24 ℃,腌制 5 周(35 d)后取出检测。

2.2.5 香辛料浓度对咸蛋黄品质和咸蛋清含盐量的影响 将鸭蛋分为 5 组,设置香辛料质量分数分别为 0.0,0.5%,1.0%,1.5%,2.0%,固定食盐质量分数为 15%,白酒体积分数 0.5%,腌制温度 24 ℃,腌制 5 周(35 d)后取出检测。

2.3 氯化钠含量的测定

参照 GB 5009.44-2016 第二法佛尔哈德法测定。

2.4 咸蛋黄透心率的测定

将腌制完成后的咸蛋黄取出并用清水清洗掉表面的蛋清,室温干燥 10 min 后称重并记录(M_0)。然后将蛋黄从中间切开,用小型茶匙将溏心部分去除再进行称重(M_1)。蛋黄透心率(R)按公式(1)计算:

$$R = \frac{M_1}{M_0} \quad (1)$$

式中: M_1 为去除溏心后咸蛋黄的质量,g; M_0 为咸蛋黄的总质量,g。

2.5 咸蛋黄起沙性的测定

参照崔楠等^[18]的方法,将咸蛋黄捣碎,称取 5 g 于烧杯中,加入 50 mL 石油醚并搅匀。将烧杯中的混合物过 80 目的标准筛,然后用 100 mL 的石油醚对没有滤过的咸蛋黄碎渣进行冲洗。最后将盛有剩余咸蛋黄的标准筛放入 105 ℃烘箱中干燥 30 min,取出并置于干燥器中冷却至室温后称重。起沙性按照式下列公式计算:

$$\text{起沙性} = \frac{G_1 - (G_3 - G_2)}{G_1} \quad (2)$$

式中: G_1 为样品质量,g; G_2 为标准筛质量,g; G_3 为烘干后标准筛质量,g。

2.6 咸蛋黄红度值的测定

将腌制完成后的咸蛋黄边缘部分切成 1 cm × 1 cm × 1 cm 的立方体, 室温下用色差仪测定蛋黄的红度值。

2.7 咸蛋黄感官评分

参照《咸蛋黄》(DB42/T 738-2011) 以及《咸

鸭蛋黄》(SB/T 10651-2012) 中咸蛋黄感官指标的相关要求制定咸蛋黄的感官评分标准如表 1 所示。将腌制完成后的咸蛋黄进行熟制, 召集 10 名食品相关专业品评人员分别对咸蛋黄的气味、外观和口感进行评价。

表 1 感官评分标准

Table 1 Sensory scoring criteria

评价指标	评价标准	评分
气味(40)	咸蛋黄独特香味浓郁, 无蛋腥味和酒味	31~40
	有咸蛋黄特殊香味, 稍有蛋腥味, 无酒味	21~30
	独特香味较淡, 蛋腥味较明显, 稍有酒味	11~20
	香味不足, 蛋腥味和酒味重	0~10
外观(30)	整体呈桔红色, 色泽均匀, 出油量大	26~30
	整体呈橘红色, 色泽均匀但出油量不明显	16~25
	外层橘黄色而中心为淡黄色, 仅外层出油明显	6~15
	整体呈淡黄色, 出油量较少或无	0~5
口感(30)	整体松沙细腻, 咸淡适中, 无不良异味	26~30
	外层松沙细腻, 但中心较硬, 咸味较淡	16~25
	沙质感较弱, 口感软绵, 稍有咸味	6~15
	如水煮蛋, 无咸味	0~5

2.8 咸蛋黄模糊数学隶属函数综合评分方法

感官评分是判断咸蛋黄品质好坏的常用方法, 也能直接体现咸蛋黄的可接受度, 但感官评价的主观性较强, 难以量化评价^[19]。而盐含量、起沙性和色度值等指标虽然能够客观分析咸蛋黄的品质差异, 但难以准确的评价咸蛋黄的可接受度。模糊数学综合评价法在肉制品^[20-21]、蛋制品^[22]、饮品^[23-24]等方面应用广泛。其中模糊数学隶属函数综合评分法能够综合考虑不同指标对产品品质的影响, 从而较准确地反映不同产品品质的差异^[25]。由于评定咸蛋黄品质的各指标取值范围不同, 且各指标的数值高低与咸蛋黄品质的相关性不同, 所以需对原始指标值进行模糊变换并得到区间为 [0, 1] 的数值, 从而能够更直观的体现出不同腌制条件对咸蛋黄品质指标的影响。

本研究参照《咸蛋黄》(DB42/T 738-2011) 和《咸鸭蛋黄》(SB/T 10651-2012) 中对咸蛋黄的品质要求, 设定感官评分、起沙性、透心率和红度值为咸蛋黄综合评分的指标, 其中感官评分是能直接反映咸蛋黄的品质, 因此占咸蛋黄综合评分的

比例最高, 而起沙性、透心率和红度值作为咸蛋黄品质的客观指标, 因此占咸蛋黄综合评分的比例较低。另外, 本研究的目的是在保证咸蛋黄品质的基础上尽量降低蛋清的盐含量, 因此将蛋清盐含量设置为咸蛋黄综合评分的重要指标。综上, 确定咸蛋黄综合评分由感官评分 0.3、蛋清盐含量 0.25、起沙性 0.15、透心率 0.15 和红度值 0.15 组成。模糊变换以及综合评分的公式如下:

$$R_i = \frac{Y_i - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}} \quad (3)$$

$$R_j = \frac{Y_{\max} - Y_j}{Y_{\max} - Y_{\min}} \quad (4)$$

$$S = 0.30 \times R_{\text{感官评分}} + 0.25 \times R_{\text{蛋清盐含量}} + 0.15 \times (R_{\text{透心率}} + R_{\text{起沙性}} + R_{\text{红度值}}) \quad (5)$$

式中: R_i, R_j 为指标模糊变换值; Y_i, Y_j 为测定指标值; Y_{\min} 为测定指标最小值; Y_{\max} 为测定指标最大值; S 为咸蛋黄的综合评分。

蛋清氯化钠含量的模糊变换按照公式 (3) 计算, 蛋黄透心率、起沙性、红度值和感官评分值的模糊变换值按照公式 (4) 计算。

2.9 咸蛋黄品质影响因素验证——正交试验设计

在单因素实验的基础上,分析不同腌制条件下咸蛋黄综合评分的差异,确定腌制液盐浓度、腌制时间和腌制温度是影响咸蛋黄品质的主要因素,并将这3个主要因素按照 $L_9(3^3)$ 正交表进行咸蛋黄腌制的正交优化试验。

2.10 数据分析

采用SPSS 21.0对指标值进行差异显著性分析($P<0.05$),结果用平均值 \pm 标准差表示。

3 结果与讨论

3.1 腌制液盐浓度对咸蛋黄品质和咸蛋清含盐

表2 正交试验因素水平表

因素	A(食盐质量分数)/%	B(腌制时间)/周	C(腌制温度)/ $^{\circ}\text{C}$
1	12	4	20
2	15	5	24
3	18	6	28

量的影响

不同腌制液的食盐浓度对咸蛋黄品质及蛋清含量的影响见表3,测定指标值按照2.8节的方法进行模糊变换和综合评分的计算结果见表4。

表3 不同腌制液盐浓度对咸蛋黄品质指标的影响

食盐质量分数/ %	蛋清氯化钠 含量/%	蛋黄氯化钠 含量/%	蛋黄透心率	蛋黄起沙性	蛋黄红度值	感官评分
9	3.42 ± 0.40^e	1.05 ± 0.01^e	0.56 ± 0.03^d	0.47 ± 0.04^d	13.09 ± 1.46^e	26.80 ± 2.28^d
12	4.16 ± 0.04^d	1.00 ± 0.01^e	0.65 ± 0.01^e	0.61 ± 0.11^e	15.80 ± 1.15^b	45.80 ± 7.36^e
15	4.98 ± 0.12^c	1.22 ± 0.01^b	0.79 ± 0.03^b	0.67 ± 0.03^{bc}	17.41 ± 0.48^{ab}	74.40 ± 4.27^b
18	5.68 ± 0.25^b	1.31 ± 0.01^b	0.83 ± 0.01^a	0.76 ± 0.02^{ab}	17.69 ± 0.19^a	76.40 ± 2.96^a
21	6.23 ± 0.15^a	1.48 ± 0.01^a	0.85 ± 0.02^a	0.81 ± 0.02^a	16.70 ± 0.50^{ab}	77.20 ± 4.43^a

注:字母上标表示显著性差异($P<0.05$),下同。

表4 模糊变换及综合评分

食盐质量分数/ %	蛋清氯化钠含量 (0.25)	蛋黄透心率 (0.15)	蛋黄起沙性 (0.15)	蛋黄红度值 (0.15)	蛋黄感官评分 (0.30)	综合评分(1.00)
9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
12	0.74	0.31	0.41	0.61	0.46	0.46
15	0.44	0.79	0.76	0.96	0.83	0.74
18	0.20	0.97	0.85	1.00	0.85	0.73
21	0.00	1.00	1.00	0.80	1.00	0.72

注:指标名称后的(x)表示该指标占综合评分的比例,下同。

由表3可知,随着腌制液盐浓度的增大,咸蛋黄的透心率、起沙性、色度值和感官评分显著增大($P<0.05$)。咸蛋黄的透心率是指蛋黄的凝固部分占蛋黄质量的比例,可用来表示咸蛋黄的凝固程度,合格的咸蛋黄的透心率需在0.80以上^[26],表明咸蛋黄的腌制基本成熟^[27]。表3中,咸蛋黄的透心率随腌制盐浓度的增大而增大,当食盐质量分数为18%时,咸蛋黄的透心率为0.84,继续增大食盐质量分数至21%,咸蛋黄的透心率未发生显著变

化($P>0.05$)。起沙是咸蛋黄特有的品质之一,由表3可知,随着腌制液盐浓度的增加,咸蛋黄起沙性显著增大($P<0.05$),这与咸蛋黄透心率的变化趋势相似。腌制液盐浓度的升高还使咸蛋黄的红度值和感官评分增大,红度值的增大是由于蛋黄在盐水腌制过程中不断失水,蛋黄水分含量降低使蛋黄中叶黄素和胡萝卜素的相对含量升高^[28]。感官评分的增大一方面是因为食盐使咸蛋黄呈现咸味,另一方面是食盐改善了蛋黄的质地和风味^[29]。

虽然较高的腌制液盐浓度能够提高咸蛋黄的氯化钠含量,从而提高咸蛋黄的透心率、起沙性、红度值和感官评分,但同时蛋清的氯化钠含量也较高。当食盐质量分数为21%时,蛋清的盐含量高达6.23%,与传统的饱和食盐水浸泡法中7.19%的蛋清氯化钠含量相比降低13.35%,过高的氯化钠含量不利于蛋清的回收利用。

综合考虑咸蛋黄的透心率、起沙性、红度值和感官评分以及蛋清的氯化钠含量得到咸蛋黄的综

合评分,由表4可知食盐质量分数为15%时,咸蛋黄的综合评分最高。因此,选择12%、15%和18%的食盐质量分数作为正交试验的3个水平。

3.2 腌制时间对咸蛋黄品质和咸蛋清含盐量的影响

不同腌制时间对咸蛋黄品质及蛋清盐含量的影响见表5,测定指标值按照2.8节的方法进行模糊变换和综合评分的计算结果见表6。

表5 不同腌制时间对咸蛋黄品质指标的影响

Table 5 Effect of different curing time on quality index of salted egg yolk

腌制时间/周	蛋清氯化钠含量/%	蛋黄氯化钠含量/%	蛋黄透心率	蛋黄起沙性	蛋黄红度值	感官评分
3	3.26 ± 0.12 ^d	0.65 ± 0.10 ^c	0.59 ± 0.03 ^c	0.46 ± 0.03 ^d	14.26 ± 1.00 ^{bc}	42.00 ± 1.87 ^d
4	4.72 ± 0.16 ^c	0.95 ± 0.15 ^c	0.75 ± 0.03 ^b	0.54 ± 0.04 ^c	13.63 ± 1.47 ^c	57.80 ± 3.56 ^c
5	5.06 ± 0.23 ^{bc}	1.35 ± 0.08 ^b	0.79 ± 0.03 ^b	0.67 ± 0.03 ^b	16.94 ± 0.79 ^a	76.00 ± 2.82 ^b
6	5.45 ± 0.10 ^{ab}	1.58 ± 0.08 ^{ab}	0.85 ± 0.04 ^a	0.79 ± 0.04 ^a	17.47 ± 0.99 ^a	78.80 ± 1.92 ^a
7	5.96 ± 0.31 ^a	1.74 ± 0.13 ^a	0.87 ± 0.02 ^a	0.81 ± 0.02 ^a	16.26 ± 1.01 ^{ab}	78.20 ± 0.83 ^a

表6 模糊变换及综合评分

Table 6 Fuzzy transformation and comprehensive score

腌制时间/周	蛋清氯化钠含量 (0.25)	蛋黄透心率 (0.15)	蛋黄起沙性 (0.15)	蛋黄红度值 (0.15)	蛋黄感官评分 (0.30)	综合评分 (1.00)
3	1.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.27
4	0.67	0.57	0.23	0.00	0.44	0.42
5	0.55	0.81	0.81	0.87	0.85	0.77
6	0.14	0.93	0.90	1.00	1.00	0.76
7	0.00	1.00	1.00	0.68	0.88	0.67

由表5可知,腌制时间对咸蛋黄的透心率、起沙性、红度值和感官评分影响显著($P < 0.05$)。腌制时间由3周延长至7周时,咸蛋黄的盐含量由0.65%增大至1.74%,咸蛋黄氯化钠含量的增大使咸蛋黄的透心率由0.59增加到0.87,起沙性由0.46增加到0.81,红度值由14.26增加至16.26,感官评分由42.00升高至78.20,表明延长咸蛋黄的腌制时间能够通过增加氯化钠的渗透量来改善咸蛋黄的品质。腌制时间由6周延长至7周时,咸蛋黄的感官评分稍有降低,原因是咸蛋黄的氯化钠含量较大使其口感较咸,另外咸蛋黄的透心率、起沙性和红度值等品质指标的增幅较小,原因是蛋黄因脱水而形成的凝胶结构在一定程度上阻碍了氯化钠向蛋黄内部的渗透^[15]。延长腌制时间能够提升咸蛋黄的品质,但同时蛋清的氯化钠含量

逐渐升高。腌制时间为7周时,蛋清的氯化钠含量达5.96%,与传统的饱和食盐水浸泡法中7.19%的蛋清氯化钠含量相比降低17.11%,较高的氯化钠含量不利于蛋清的回收利用。

综合考虑咸蛋黄的透心率、起沙性、红度值和感官评分以及蛋清氯化钠含量得到咸蛋黄的综合评分,由表6可知当腌制时间为5周时,咸蛋黄的综合评分值最大,因此选择4周、5周和6周的腌制时间作为正交试验的3个水平。

3.3 腌制温度对咸蛋黄品质和咸蛋清含盐量的影响

不同腌制温度对咸蛋黄品质及蛋清盐含量的影响见表7,测定指标值按照2.8节的方法进行模糊变换和综合评分的计算结果见表8。

表7 不同腌制温度对咸蛋黄品质指标的影响

Table 7 Effect of different curing temperatures on the quality index of salted egg yolk

腌制温度/℃	蛋清氯化钠含量/%	蛋黄氯化钠含量/%	蛋黄透心率	蛋黄起沙性	蛋黄红度值	感官评分
16	3.42 ± 0.40 ^c	0.76 ± 0.10 ^d	0.72 ± 0.03 ^c	0.69 ± 0.02 ^c	17.64 ± 1.10 ^b	61.60 ± 0.89 ^c
20	4.60 ± 0.19 ^b	1.04 ± 0.18 ^c	0.76 ± 0.03 ^b	0.80 ± 0.02 ^b	19.25 ± 0.21 ^b	69.00 ± 3.08 ^b
24	5.10 ± 0.27 ^b	1.40 ± 0.02 ^b	0.79 ± 0.03 ^a	0.83 ± 0.02 ^a	17.58 ± 0.60 ^a	76.60 ± 2.88 ^a
28	6.50 ± 0.49 ^a	1.52 ± 0.10 ^{ab}	0.80 ± 0.02 ^a	0.82 ± 0.04 ^a	18.23 ± 1.43 ^b	73.00 ± 2.12 ^a
32	6.55 ± 0.32 ^a	1.63 ± 0.04 ^a	0.80 ± 0.01 ^a	0.80 ± 0.01 ^b	15.72 ± 0.70 ^c	62.40 ± 4.98 ^c

表8 模糊变换及综合评分

Table 8 Fuzzy transformation and comprehensive score

腌制温度/℃	蛋清氯化钠含量 (0.25)	蛋黄透心率 (0.15)	蛋黄起沙性 (0.15)	蛋黄红度值 (0.15)	蛋黄感官评分 (0.30)	综合评分 (1.00)
16	1.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.19
20	0.62	0.50	0.54	0.45	0.44	0.58
24	0.45	0.88	1.00	1.00	1.00	0.70
28	0.00	1.00	0.43	0.32	0.85	0.60
32	0.15	1.00	0.29	0.00	0.05	0.23

由表7可知,腌制温度对咸蛋黄的透心率、红度值和感官评分存在显著性影响($P<0.05$)。腌制温度的升高促进了氯化钠的渗透,从而使咸蛋黄透心率、起沙性、色度值和感官评分等品质指标值增大。然而,当腌制温度为28℃时,蛋黄色度值和感官评分开始下降,原因是在较高温度的环境中,过多的食盐进入蛋黄表面,导致已形成的蛋黄凝胶被破坏而使表面的蛋黄变稀。当腌制温度为32℃时,咸蛋黄的感官评分下降至62.40,而蛋清的氯化钠含量高达6.55%,说明较高的温度不利于咸蛋黄品质的形成以及蛋清盐含量的控制。

综合考虑咸蛋黄的透心率、起沙性、红度值和感官评分以及蛋清的氯化钠含量得到咸蛋黄的综合评分,由表8可知腌制温度为24℃时,咸蛋黄

的综合评分值最大,因此选择20,24℃和28℃的腌制温度作为正交试验的3个水平。

3.4 白酒对咸蛋黄品质和咸蛋清含盐量的影响

不同白酒添加量对咸蛋黄品质及蛋清盐含量的影响见表9,测定指标值按照2.8节的方法进行模糊变换和综合评分的计算结果见表10。

由表9可以看出,白酒添加量为0.0%时(未添加白酒),蛋清的氯化钠含量为4.63%,而白酒添加量为0.5%时,氯化钠含量升高至5.09%,继续增大白酒添加量后,蛋清的氯化钠含量未发生显著变化($P>0.05$),咸蛋黄氯化钠含量的变化趋势与蛋清的相似。白酒添加量未对咸蛋黄的透心率、起沙性和红度值产生显著性影响($P>0.05$),但对咸蛋黄的感官评分影响显著($P<0.05$),当白酒添

表9 不同白酒浓度对咸蛋黄品质指标的影响

Table 9 Effects of different white wine concentrations on quality of salted egg yolk

白酒添加量/%	蛋清氯化钠含量/%	蛋黄氯化钠含量/%	蛋黄透心率	蛋黄起沙性	蛋黄红度值	感官评分
0.0	4.63 ± 0.24 ^b	1.18 ± 0.07 ^b	0.74 ± 0.02 ^b	0.82 ± 0.01 ^b	16.58 ± 0.95 ^b	64.00 ± 2.82 ^c
0.5	5.09 ± 0.17 ^a	1.34 ± 0.01 ^a	0.81 ± 0.04 ^a	0.84 ± 0.02 ^{ab}	19.25 ± 0.21 ^a	73.00 ± 3.87 ^b
1.0	5.05 ± 0.07 ^a	1.33 ± 0.02 ^a	0.80 ± 0.01 ^a	0.88 ± 0.02 ^a	17.64 ± 0.61 ^{ab}	78.60 ± 1.14 ^a
1.5	5.10 ± 0.22 ^a	1.35 ± 0.07 ^a	0.74 ± 0.03 ^b	0.85 ± 0.01 ^{ab}	18.23 ± 1.43 ^{ab}	76.60 ± 2.34 ^a
2.0	5.00 ± 0.24 ^a	1.34 ± 0.01 ^a	0.74 ± 0.01 ^b	0.87 ± 0.03 ^a	17.72 ± 0.71 ^{ab}	70.00 ± 6.18 ^b

表 10 模糊变换及综合评分

Table 10 Fuzzy transformation and integrated scoring

白酒添加量/%	蛋清氯化钠含量 (0.25)	蛋黄透心率 (0.15)	蛋黄起沙性 (0.15)	蛋黄红度值 (0.15)	蛋黄感官评分 (0.30)	综合评分 (1.00)
0.0	1.00	1.00	0.11	0.24	0.00	0.45
0.5	0.10	0.86	0.99	1.00	0.65	0.65
1.0	0.16	1.00	0.75	0.54	1.00	0.68
1.5	0.00	0.88	0.00	0.71	0.56	0.41
2.0	0.10	0.00	0.11	0.00	0.68	0.25

加量为 0.5% 时,咸蛋黄的感官评分增大至 73.00,一方面是因为一定量的白酒能增加咸蛋黄的特殊香味,另一方面是因为白酒能够抑制蛋黄的腥味^[30]。当白酒添加量为 2.0% 时,感官评分下降至 70.00,是因为白酒添加量过大,较重的酒味掩盖了咸蛋黄本身的香味而使其感官评分降低。

综合考虑咸蛋黄的透心率、起沙性、红度值和感官评分以及蛋清氯化钠含量得到咸蛋黄的综合

评分,由表 10 可知白酒添加量为 0.5% 时,咸蛋黄的综合评分值为 0.65,与最大值 0.68 的差距较小,结合生产成本分析,确定咸蛋黄腌制时最佳的白酒添加量为 0.5%。

3.5 香辛料对咸蛋黄品质和咸蛋清含盐量的影响

不同香辛料添加量对咸蛋黄品质及蛋清盐含量的影响见表 11,测定指标值按照 2.8 节的方法进行模糊变换和综合评分的计算结果见表 12。

表 11 不同香辛料浓度对咸蛋黄品质指标的影响

Table 11 Effects of different spice concentrations on quality indexes of salted egg yolk

香辛料添加量/ %	蛋清氯化钠 含量/%	蛋黄氯化钠 含量/%	蛋黄透心率	蛋黄起沙性	蛋黄红度值	感官评分
0.0	4.84 ± 0.37 ^a	1.29 ± 0.08 ^a	0.71 ± 0.01 ^{ab}	0.85 ± 0.05 ^a	16.58 ± 1.10 ^a	62.80 ± 3.19 ^c
0.5	5.02 ± 0.31 ^a	1.34 ± 0.01 ^a	0.71 ± 0.03 ^{ab}	0.83 ± 0.01 ^a	17.23 ± 0.54 ^a	76.60 ± 2.07 ^b
1.0	5.10 ± 0.13 ^a	1.36 ± 0.03 ^a	0.74 ± 0.03 ^{ab}	0.88 ± 0.05 ^a	17.64 ± 0.60 ^a	78.80 ± 2.86 ^a
1.5	4.93 ± 0.51 ^a	1.35 ± 0.08 ^a	0.77 ± 0.01 ^a	0.85 ± 0.02 ^a	16.66 ± 0.90 ^a	77.80 ± 1.30 ^a
2.0	4.92 ± 0.63 ^a	1.34 ± 0.01 ^a	0.67 ± 0.03 ^b	0.87 ± 0.05 ^a	15.72 ± 0.70 ^a	67.80 ± 2.28 ^b

表 12 模糊变换及综合评分

Table 12 Fuzzy transformation and integrated scoring

香辛料添加量/ %	蛋清氯化钠含量 (0.25)	蛋黄透心率 (0.15)	蛋黄起沙性 (0.15)	蛋黄红度值 (0.15)	蛋黄感官评分 (0.30)	综合评分 (1.00)
0.0	1.00	0.63	0.33	0.00	0.00	0.29
0.5	0.30	0.19	0.00	0.90	0.73	0.73
1.0	0.00	0.42	1.00	1.00	1.00	0.78
1.5	0.55	1.00	0.73	0.76	0.67	0.78
2.0	0.30	0.00	0.98	0.53	0.82	0.58

在腌制液中添加香辛料能够增加咸蛋黄的香味,并且香辛料具有促进食盐向蛋内渗透,加速腌制进程,缩短咸蛋的成熟期的作用^[31]。有研究表明在腌制液中添加质量分数为 0.6%,比例为 1:1.5:1.5

的桂皮、花椒和八角,咸蛋的感官评分最高^[15]。由表 11 可知,不同香辛料添加量未对蛋清的盐含量、咸蛋黄的盐含量、透心率、起沙性和红度值产生显著性影响($P>0.05$),但对咸蛋黄的感官评分

影响显著($P<0.05$),当香辛料添加量为0.5%时,咸蛋黄的感官评分为76.60,主要是因为添加香辛料能够增加蛋黄的风味。当香辛料的添加量为2.0%时,咸蛋黄的感官评分下降至67.80,原因是较高浓度的香辛料使咸蛋黄出现苦味。

综合考虑咸蛋黄的透心率、起沙性、红度值和感官评分以及蛋清氯化钠含量得到咸蛋黄的综合评分,由表12可知香辛料添加量为0.5%时,咸蛋黄的综合评分为0.73,与最大值0.78的差距较小,结合生产成本分析,确定咸蛋黄腌制时最佳的香辛料添加量为0.5%。

3.6 咸蛋黄品质影响因素验证——正交试验结果与分析

单因素实验结果表明,腌制液盐浓度、腌制温度和腌制时间等因素均对咸蛋黄的品质有显著性影响($P<0.05$),而白酒添加量和香辛料添加量对咸蛋黄品质的影响不显著,因此确定腌制液盐浓度、腌制温度和腌制时间3个因素是影响咸蛋黄腌制的主要因素。按照2.9节的正交试验设计进行的试验结果如表13和表14所示,方差分析见表15。

表13为正交试验中蛋清氯化钠含量、咸蛋黄透心率、起沙性、红度值和感官评分的测定结果,将所测的指标值进行模糊变换和综合评分的计算,得到正交试验的咸蛋黄综合评分如表14所示。由表14可知,影响咸蛋黄品质的主要因素按

表13 正交试验结果

Table 13 Index values of the orthogonal test

实验组	A(腌制液盐浓度)	B(腌制时间)	C(腌制温度)	蛋清盐含量/%	透心率	起沙性	色度值	感官评分
1	1	1	1	3.62 ± 0.08^f	0.72 ± 0.04^b	0.48 ± 0.04^d	10.10 ± 0.66^{de}	62.00 ± 2.64^f
2	1	2	3	4.94 ± 0.22^d	0.73 ± 0.06^b	0.79 ± 0.02^a	11.90 ± 0.47^{bc}	65.31 ± 3.51^{ef}
3	1	3	2	4.45 ± 0.11^e	0.81 ± 0.03^b	0.82 ± 0.02^a	16.01 ± 0.64^a	86.31 ± 1.52^a
4	2	1	2	4.32 ± 0.03^e	0.76 ± 0.02^b	0.63 ± 0.02^e	8.13 ± 1.52^f	82.30 ± 3.05^{ab}
5	2	2	1	5.25 ± 0.06^e	0.78 ± 0.00^b	0.78 ± 0.01^a	11.81 ± 0.37^{bc}	79.60 ± 2.51^{bc}
6	2	3	3	5.45 ± 0.10^e	0.87 ± 0.02^a	0.81 ± 0.03^a	12.41 ± 0.50^b	74.32 ± 3.78^{cd}
7	3	1	3	5.72 ± 0.17^b	0.88 ± 0.02^a	0.69 ± 0.01^b	8.39 ± 1.40^{ef}	63.11 ± 2.64^f
8	3	2	2	5.47 ± 0.07^e	0.73 ± 0.03^b	0.82 ± 0.02^a	11.30 ± 0.47^{bcd}	70.01 ± 2.00^{de}
9	3	3	1	6.73 ± 0.05^a	0.88 ± 0.01^a	0.81 ± 0.04^a	10.61 ± 0.92^{cd}	72.61 ± 3.05^d

表14 正交试验的综合评分

Table 14 Comprehensive scores of orthogonal tests

实验组	A(腌制液盐浓度)	B(腌制时间)	C(腌制温度)	综合评分
1	1.00	1.00	1.00	0.52
2	1.00	2.00	3.00	0.66
3	1.00	3.00	2.00	0.81
4	2.00	1.00	2.00	0.49
5	2.00	2.00	1.00	0.61
6	2.00	3.00	3.00	0.65
7	3.00	1.00	3.00	0.51
8	3.00	2.00	2.00	0.64
9	3.00	3.00	1.00	0.72
k_1	0.66	0.51	0.62	
k_2	0.58	0.64	0.65	
k_3	0.62	0.73	0.61	
R	0.08	0.22	0.04	
最优组合			$A_1B_3C_2$	

表 15 正交试验方差分析
Table 15 ANOVA results of orthogonal test

源	III 类平方和	自由度	均方	F	显著性
A	0.01	2	0.005	4	0.2
B	0.073	2	0.037	30.583	0.032
C	0.003	2	0.001	1.083	0.48
误差	0.002	2	0.001		
总计	3.585	9			

主次排序依次是腌制时间(B)>腌制液盐浓度(A)>腌制温度(C),即表明腌制时间对咸蛋黄综合评分的影响最大,腌制液盐浓度次之,腌制温度对咸蛋黄综合评分的影响最小。通过极差分析得到咸蛋黄的最佳品质控制点为 $A_1B_3C_2$ 组合,其综合评分为0.81。

如表 15 所示,通过对正交试验结果进行方差分析可知腌制时间(B)对咸蛋黄的综合评分有显著性影响,这与极差分析的结果一致。综上,确定了咸蛋黄的最佳品质控制点为 $A_1B_3C_2$ 组合,即腌制液盐质量分数为12%、腌制时间为6周、腌制温度为24℃。

3.7 咸蛋黄最佳品质控制点的验证试验

按照正交试验的最优组合即咸蛋黄最佳品质控制点,食盐质量分数为12%、腌制时间为6周、腌制温度为24℃,再在腌制液中添加质量分数分别为0.5%的白酒和香辛料来进行腌制的验证性试验。结果表明咸蛋黄的透心率为0.81,起沙性为0.82,红度值为16.01,感官评分为86.31,咸蛋黄品质的综合评分为0.81。另外咸蛋清的盐含量为4.45%,与传统的饱和食盐水浸泡法中7.19%的蛋清氯化钠含量相比降低了38.11%。因此,腌制液盐浓度、腌制时间和腌制温度为影响咸蛋黄的主要因素得以验证。

4 结论

本试验采用传统的盐水浸泡法来探究低盐咸蛋黄的品质影响因素以及最佳品质控制点。单因素实验结合正交试验结果表明,腌制液盐浓度、腌制时间和腌制温度是影响咸蛋黄品质的主要因素,其中腌制时间对咸蛋黄品质的影响最大,腌制温度对咸蛋黄品质的影响最小;咸蛋黄的最佳品质控制点为食盐质量分数为12%、腌制时间为6

周、腌制温度为24℃。在该条件下制备出的咸蛋黄感官评分为86.31,起沙性为0.82,红度值为16.01,综合评分为0.81;另外咸蛋清的盐含量为4.45%,与传统的饱和食盐水浸泡法中7.19%的蛋清氯化钠含量相比降低了38.11%。该腌制条件有效的降低了咸蛋清中的含盐量且咸蛋黄的品质达到最佳,为腌制经济效益高、低钠健康的咸蛋提供了一定的技术参考。

参 考 文 献

- [1] LIU Y T, QING M M, ZANG J N, et al. Effects of CaCl₂ on salting kinetics, water migration, aggregation behavior and protein structure in rapidly salted separated egg yolks[J]. Food Research International, 2023, 32(1): 112266.
- [2] XU L L, ZHAO Y, XU M S, et al. Changes in aggregation behavior of raw and cooked salted egg yolks during pickling[J]. Food Hydrocolloids, 2018, 33(14): 68-77.
- [3] XUE H, LIU H L, ZHANG G W, et al. Changes in physicochemical properties and lipid oxidation lead to the formation of mud on salted egg yolks during storage[J]. Food Chemistry, 2023, 48(10): 135341.
- [4] 孙静, 杨雪, 彭旭, 等. 不同因素对咸鸭蛋“黑黄”产生的影响[J]. 食品科学, 2024, 45(15): 13-21.
SUN J, YANG X, PENG X, et al. Effects of different factors on the ‘black and yellow’ production of Salted duck egg[J]. Food Science, 2024, 45(15): 13-21.
- [5] 张育辉, 王钧平, 刘欣慈, 等. 烹饪用咸蛋黄腌制工艺研究[J]. 中国调味品, 2021, 46(7): 96-101.
ZHANG Y H, WANG J P, LIU X C, et al. Research on the pickling process of salted egg yolks

- for cooking[J]. *Chinese Seasoning*, 2021, 46(7): 96–101.
- [6] CHEN Y Z, CHEN Z T, YAN Q, et al. Non-destructive detection of egg white and yolk morphology transformation and salt content of salted duck eggs in salting by hyperspectral imaging[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2024, 46(3): 130002.
- [7] KAEWMANEE T, BENJAKUL S, VISESSANGUAN W. Changes in chemical composition, physical properties and microstructure of duck egg as influenced by salting[J]. *Food Chemistry*, 2009, 112(3): 560–569.
- [8] WONGNEN C, PANPIPAT W, SAELEE N, et al. A novel approach for the production of mildly salted duck egg using ozonized brine salting [J]. *Foods*, 2023, 12(11): 2261.
- [9] WU Y Y, XIANG X L, LI X F, et al. Study on the mechanism of improving the quality of salted egg yolks by ultrasonic synergistic NaCl dry-curing [J]. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2024, 31(1): 106746.
- [10] TAN L X, ZHENG M T, CHEN S P, et al. Changes in physicochemical properties, molecular structure and microstructure during vacuum assisted quick pickling of low-NaCl salted eggs[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2023, 56(11): 115480.
- [11] ZENG Q, DANG R Q, JIN Y G. Improved marinating efficiency and quality of marinated eggs by pulsating pressure technology [J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2022, 46(5): 16735.
- [12] 叶阳, 刘小琴, 李安娇, 等. 咸蛋黄直腌式工艺优化[J]. *中国调味品*, 2023, 48(2): 120–126.
- YE Y, LIU X Q, LI A J, et al. Optimization of direct pickling process for salted egg yolks[J]. *Chinese Seasoning*, 2023, 48(2): 120–126.
- [13] 吴玲, 孙静, 乐立强, 等. KCl 部分替代 NaCl 腌制咸蛋效果的比较研究[J]. *食品科学*, 2011, 32(13): 5–10.
- WU L, SUN J, YUE L Q, et al. A comparative study on the effect of KCl partially replacing NaCl in pickling salted eggs[J]. *Food Science*, 2011, 32(13): 5–10.
- [14] 饶红花. 低钠咸蛋的加工工艺及保鲜研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2014.
- RAO H H. Research on the processing technology and preservation of low sodium salted eggs[D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2014.
- [15] 于沛. 三穗特色咸蛋低盐腌制控制技术研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2021.
- YU P. Research on low salt pickling control technology for Sansui characteristic salted eggs [D]. Guiyang: Guizhou University, 2021.
- [16] 孙静, 皮劲松, 潘爱鑫, 等. 咸蛋腌制剂低盐高渗替代物的筛选[J]. *湖北农业科学*, 2015, 54(24): 6334–6337.
- SUN J, PI J S, PAN A L, et al. Screening of low salt and high permeability alternatives for salted egg pickling agents[J]. *Hubei Agricultural Science*, 2015, 54(24): 6334–6337.
- [17] LIU H L, FENG F, XUE H, et al. Effects of partial replacement of NaCl by KCl and CaCl₂ on physicochemical properties, microstructure, and textural properties of salted eggs[J]. *Journal of Food Science*, 2022, 87(2): 795–807.
- [18] 崔楠, 鲍志杰, 林松毅, 等. 咸蛋黄快速腌制过程中理化性质变化规律[J]. *农业工程学报*, 2021, 37(23): 280–287.
- CUI N, BAO Z J, LIN S Y, et al. The changes in physicochemical properties of salted egg yolk during rapid pickling process[J]. *Journal of Agricultural Engineering*, 2021, 37(23): 280–287.
- [19] 刘健勇, 唐杨, 董雪阳, 等. 模糊数学综合评价法结合正交试验优化乌龙茶饮浸提工艺[J]. *安徽农业科学*, 2024, 52(3): 158–162.
- LIU J Y, TANG Y, DONG X Y, et al. Fuzzy mathematics comprehensive evaluation method combined with orthogonal experiment to optimize the extraction process of oolong tea drink[J]. *Anhui Agricultural Science*, 2024, 52(3): 158–162.
- [20] 李晓. 模糊数学感官评价结合响应面法优化乳酸菌发酵香肠工艺研究[J]. *食品工程*, 2023, 51(3): 14–17.
- LI X. Fuzzy mathematical sensory evaluation combined with response surface methodology for optimizing the fermentation process of lactic acid bacteria in sausages[J]. *Food Engineering*, 2023, 51(3): 14–17.
- [21] 王敬涵, 胡燕, 梁欣, 等. 正交试验结合模糊数学评价优化预制柠檬鸭工艺研究[J]. *中国调味品*, 2024, 49(4): 138–143.
- WANG J H, HU Y, LIANG X, et al. Study on

- optimizing the process of prefabricating Ningmeng ya by orthogonal test combined with fuzzy mathematics evaluation[J]. *Chinese Seasoning*, 2024, 49(4): 138-143.
- [22] 聂嘉文, 吴雨青, 陈雨琴, 等. 咸蛋清凝胶性能改良及其在咸蛋清香干加工中的应用[J]. *食品工业科技*, 2023, 44(17): 251-262.
- NIE J W, WU Y Q, CHEN Y Q, et al. The performance improvement of salted egg white gel and its application in the processing of salted egg flavor dry[J]. *Food Industry Technology*, 2023, 44(17): 251-262.
- [23] 邓斌, 李想, 周立权, 等. 基于模糊数学感官评价法的山楂红枣固体饮料研究[J]. *饮料工业*, 2024, 27(1): 10-21.
- DENG B, LI X, ZHOU L Q, et al. Research on solid beverage of hawthorn and red dates based on fuzzy mathematical sensory evaluation method [J]. *Beverage Industry*, 2024, 27(1): 10-21.
- [24] 胡娇, 文焱朋, 邱婧然, 等. 模糊数学结合响应面法优化甘草桔梗复合饮料配方[J]. *食品与发酵科技*, 2023, 59(6): 81-88.
- HU J, WEN Y P, QIU J R, et al. Fuzzy mathematics combined with response surface methodology to optimize the formula of licorice and platycodon compound beverage[J]. *Food and Fermentation Technology*, 2023, 59(6): 81-88.
- [25] 徐雯. 贵州三穗特色黄皮蛋无铅腌制技术及凝胶形成研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2020.
- XU W. Study on lead-free curing technology and gel formation of Guizhou Sansui characteristic yellow skin eggs[D]. Guiyang: Guizhou University, 2020.
- [26] 陈有亮, 刘竹青, 李永, 等. 鸭蛋加工技术的创新研究[J]. *中国家禽*, 2017, 39(6): 1-4.
- CHEN Y L, LIU Z Q, LI Y, et al. Innovative research on duck egg processing technology[J]. *Chinese Poultry*, 2017, 39(6): 1-4.
- [27] 王中风, 饶银环, 戴超, 等. 熟制咸鸭蛋质量分析及其分级标准的建议[J]. *中国农学通报*, 2017, 33(17): 123-128.
- WANG Z F, RAO Y H, DAI C, et al. Quality analysis of cooked Salted duck egg and suggestions on grading standards[J]. *Chinese Journal of Agronomy*, 2017, 33(17): 123-128.
- [28] 徐群博, 李秀华, 肖性龙, 等. 腌制条件对熟制咸鸭蛋蛋黄组织形态及组成的影响[J]. *食品工业科技*, 2023, 44(11): 80-87.
- XU Q B, LI X H, XIAO X L, et al. Effects of curing conditions on the yolk tissue morphology and composition of cooked Salted duck egg[J]. *Food Industry Technology*, 2023, 44(11): 80-87.
- [29] XU L L, ZHAO Y, XU M S, et al. Changes in physico-chemical properties, microstructure, protein structures and intermolecular force of egg yolk, plasma and granule gels during salting[J]. *Food Chemistry*, 2019, 44(3): 600-609.
- [30] YU L, XUE H, XIONG C H, et al. Characterization of duck egg white gel under the action of baijiu (Chinese liquor)[J]. *LWT-Food Science & Technology*, 2021, 54(7): 111487.
- [31] 黄奕源, 潘竞龙, 欧阳宏佳, 等. 咸鸭蛋腌制过程相关指标变化规律及最佳配方的筛选研究[J]. *广东农业科学*, 2019, 46(6): 142-149.
- HUANG Y Y, PAN J L, OUYANG H J, et al. Study on the change rule of relevant indexes during the curing process of Salted duck egg and the screening of the best formula[J]. *Guangdong Agricultural Science*, 2019, 46(6): 142-149.

Influencing Factors of Low Salted Egg Yolk and Their Quality Evaluation

CHEN Yanlin^{1,3}, WANG Xiujun^{1,2,3*}, BAO Huanhuan^{1,3}, HU Rongnian^{1,3}, ZHANG Lu^{1,3}

¹College of Brewing and Food Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025

²Pepper Industry Technology Research Institute, Guizhou University, Guiyang 550025

³Guizhou Provincial Key Laboratory of Fermentation Engineering and Biopharmaceuticals, Guiyang 550025)

Abstract In order to explore the effect of low-salt salted egg yolk on its quality, the effects of salted egg white concentration, salting time and temperature, and the ratio of auxiliary materials on the salt content of salted egg white, salted egg yolk, heart permeability, sanding, chromaticity and sensory score were investigated by single factor experi-

ment, and then the quality of salted egg yolk was preliminarily evaluated by orthogonal test. The optimal quality control points of salted egg yolk were obtained by range and variance analysis, that is, the mass fraction of salted egg yolk was 12%, the salting time was 6 weeks, and the salting temperature was 24 °C, and the sensory score of salted egg yolk was 86.31, the sandiness was 0.82, the redness value was 16.01, and the comprehensive score was 0.81. The salt content of salted egg white was 4.45%, which was 38.11% lower than the sodium chloride content of 7.19% in the traditional saturated brine immersion method.

Keywords low-salt salted egg yolk; quality influencing factors; single-factor experiments; orthogonal experiments