

# 加工工艺对卤蛋品质的影响

赵节昌,曹浩杰,张涵,孙月娥\*,王卫东

(徐州工程学院 食品生物工程学院,江苏 徐州 221111)

**摘要:**通过感官评价与理化分析方法,研究了卤蛋加工过程中卤制时间、腌制时间、超声波腌制、杀菌对卤蛋品质的影响。结果表明,卤制液中添加2%的食盐,卤制60 min后腌制75 min,卤蛋的感官品质较好,盐含量为1.40%。超声波并不能缩短腌制时间,反而导致卤蛋中盐含量的下降。比较卤制、腌制、超声腌制、杀菌后样品的色差和质构,发现超声波腌制杀菌后卤蛋的色差最大。超声腌制不仅引起卤蛋质构参数的改变,对卤蛋的盐含量和色泽的改变也有一定影响。

**关键词:**卤蛋;卤制;超声波

中图分类号:TS253.4

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1000-9973.2019.01.025

文章编号:1000-9973(2019)01-0108-04

## Effect of Processing Technology on Quality of Marinated Eggs

ZHAO Jie-chang, CAO Hao-jie, ZHANG Han, SUN Yue-e\*, WANG Wei-dong

(College of Food and Biological Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221111, China)

**Abstract:** The effects of marinating time, curing time, ultrasonic curing and sterilization on the quality of marinated eggs are studied by sensory evaluation and physicochemical analysis methods. The results show that when 2% salt is added into the marinating solution, the marinated eggs are cured for 75 min after being marinated for 60 min, and the sensory quality of the marinated eggs is good, the salt content is 1.40%. Ultrasound could not reduce curing time, but lead to the decline of salt content in marinated eggs. The color difference and texture of samples after marinating, curing, ultrasonic curing and sterilization are compared. It is found that the color difference of marinated eggs is the biggest after ultrasonic curing. The ultrasonic curing not only causes the change of the texture parameters of marinated eggs, but also has some influence on the salt content and color of marinated eggs.

**Key words:** marinated eggs; marinating; ultrasound

我国是一个禽蛋大国,蛋品资源尤为丰富,这为蛋制品的研究以及加工、生产奠定了坚实的基础。我国的鸡蛋主要以鲜蛋消费为主,占产蛋量的90%以上,少量蛋制品主要是皮蛋、卤蛋、蛋肠等<sup>[1]</sup>。卤蛋是鸡蛋经卤料卤制后形成的具有独特口感和风味的蛋制品,基本保留了鸡蛋的所有营养成分<sup>[2]</sup>。加工包装后的卤蛋还具有易于储存、携带方便、食用简单等优点,这便是深受广大消费者的喜爱<sup>[3]</sup>。在我国的许多地区,婴儿出生后使用的红喜蛋基本被卤蛋代替,很少有人愿意自己花费精力去准备红鸡蛋。

目前对卤蛋主要集中在新型产品和新型工艺的研

究上,通过对卤液中调味料的选择和优化、卤制工艺参数的优化使其产生消费者更易接受的口感,出现了高压卤制、真空卤制、注射卤制等加工方法<sup>[4-6]</sup>。关于卤蛋在加工过程中如何实现色泽更加均匀、快速卤制、低盐化的研究比较少,而上述问题正是产业界普遍存在的问题。此外,对卤蛋加工中的传质规律、质构变化等基础研究不足,不能很好地指导工业生产。本文研究卤蛋加工过程中的品质变化规律,希望能进一步弥补卤蛋加工过程中相关领域理论研究的不足,理论指导实践,科学地选择加工方式和工艺参数,也可保证卤蛋产品的风味和安全性。

收稿日期:2018-07-23

\* 通讯作者

基金项目:江苏省六大人才高峰项目(NY-167);江苏省《333 高层次人才培养工程》(BRA2017289);徐州市现代农业重点研发计划(KC17067)

作者简介:赵节昌(1976-),男,硕士,研究方向:功能性食品配料与添加剂;

孙月娥(1973-),女,副教授,博士,研究方向:功能性食品配料与添加剂。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

鸡蛋、绵白糖、食盐、味精、料酒、红酒、酱油、八角、干红辣椒、小茴香、花椒、桂皮、陈皮、甘草、丁香、草果、葱、姜、蒜,均购自超市;硝酸银、铬酸钾:均为分析纯。

### 1.2 仪器及设备

DCTZ-2000 三频多用途恒温超声提取机 北京弘祥隆生物科技开发有限公司;DZ-400/2D 真空包装机 上海余特包装机械制造有限公司;WF32 色差仪 深圳市威福光电科技有限公司;TMS-PRO 质构仪 美国 FTC 公司;立式杀菌锅 上海博迅医疗生物仪器股份有限公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 卤蛋加工工艺流程

新鲜鸡蛋→挑选→清洗→预煮→冷却→去壳→加水卤制→腌制→捞出沥干→真空包装→高压杀菌。

↑  
卤料

#### 1.3.2 操作要点

##### 1.3.2.1 挑选

应选择新鲜鸡蛋,鸡蛋外壳须保持完整,没有破裂,防止污染。

##### 1.3.2.2 清洗

先用清水将鸡蛋浸泡 10 min,用柔软毛刷清洁蛋壳外表的污物,再次用流动水冲洗下,最大程度地减少微生物污染。

##### 1.3.2.3 预煮

把鸡蛋放入适量清水中,清水没过鸡蛋,先高火煮 8 min 左右至沸腾,再改用文火煮 8~10 min。

##### 1.3.2.4 冷却、去壳

将预煮好的鸡蛋捞出,放进冷水中冷却 2~3 min 后去壳,要求完全去除蛋壳膜,并保持蛋白完整、光滑。

##### 1.3.2.5 加水卤制

将各种味调味料准确称量好,放入锅中,加上一定量水,先大火煮沸至各种调味料混合均匀并充分散出,再改用文火煮一定时间。

##### 1.3.2.6 腌制

将卤煮好的鸡蛋没入卤汁中常温下浸泡一定时间,注意浸渍时要保证卤料液高出蛋面,让酱卤味更充分地渗入蛋内,也避免了鸡蛋外表出现色泽不一的情况。

##### 1.3.2.7 捞出沥干

将鸡蛋从卤汁中捞出后,沥干其表面的卤水,冷却至室温。

##### 1.3.2.8 真空包装

鸡蛋单枚装入真空包装袋,在真空度为 0.1 MPa 下密封。要求包装袋热封平整,无褶皱,不漏气,外观美观。

#### 1.3.2.9 杀菌

采用 120 °C,15 min 高压灭菌方式杀菌,用流动水冷却至常温,最后擦干袋表水分即可得成品。

#### 1.3.3 卤制液调味料的配比

以 1000 g 水计,白砂糖 30 g、味精 1.5 g、料酒 35 g、酱油 25 g、香辛料 11 g(八角 0.05%、干红辣椒 0.3%、小茴香 0.66 g、花椒 0.44 g、桂皮 0.33 g、陈皮 0.33 g、甘草 0.33 g、丁香 0.33 g、草果 0.66 g、葱 2.2 g、姜 1.65 g、蒜 1.65 g)、红酒 65 g。

#### 1.3.4 食盐用量对卤蛋品质的影响

在卤制液中分别添加 1%,2%,3%,4%,5%,6% 食盐,卤制后对卤蛋进行感官评价,测定含盐量,研究食盐用量对卤蛋品质的影响。

#### 1.3.5 加工工艺对卤蛋品质的影响

以感官评分、食盐含量色差、色差以及卤蛋质构为指标,研究不同卤制时间、腌制时间、杀菌以及超声波腌制对卤蛋品质的影响。

#### 1.3.6 食盐含量的测定

采用 GB 5009.44—2016《食品中氯化物的测定》中的银量法<sup>[7]</sup>。

#### 1.3.7 色差的测定

采用色差仪测定。将加工后的卤蛋取出,在其表面均匀选取 6 个不同点测定 L,a,b。但每个点测量 6 次,取平均值。用色差仪自备的白板作为参照样,色差  $\Delta L, \Delta a, \Delta b, \Delta E$  为样品与参照之差。

#### 1.3.8 感官评价

选取食品科学与工程专业及学过相关课程的 10 名学生组成感官评定小组,按照感官评定标准分别对卤蛋进行感官评分。感官评分标准见表 1。

表 1 感官评分标准

Table 1 The standard of sensory evaluation

项目	评分	标准
颜色(10分)	一级(7~10分)	蛋白表面红褐色,内部褐色分布均匀,蛋黄呈黄色
	二级(4~6分)	蛋白表面褐色,内部褐色但分布不均,蛋黄呈黄色
	三级(1~3分)	蛋白表面及内部颜色分布不均或不明显,蛋黄呈黄色
香气(20分)	一级(>15分)	有熟蛋香气,并有明显的酱卤香气
	二级(>10分)	有熟蛋香气,但酱卤香气不明显
	三级(<10分)	有熟蛋香气,无酱香,或有其他异味
光泽(10分)	一级(7~10分)	蛋白表面光泽度好
	二级(4~6分)	蛋白表面亮度不明显
	三级(1~3分)	蛋白表面昏暗无光
滋味(30分)	一级(>20分)	味感厚重,持久,分布均匀
	二级(>10分)	稍感单薄,分布较均匀
	三级(<10分)	厚重、持久性差,分布不均
质地(30分)	一级(>20分)	表面平整,有弹性,较清爽
	二级(>10分)	表面较平整,弹性稍差
	三级(<10分)	表面不平整,有凹凸,弹性差

### 1.3.9 质构的测定

样品制备:将经过不同热处理的卤蛋样品于 25 ℃ 下放置 2 h 平衡温度,用取样器从小头端将卤蛋蛋白切成规则圆柱状,直径为 2 cm,高度为 5 cm<sup>[8]</sup>。

质构仪参数的设定:用 FTC 质构仪对卤蛋进行 TPA 质地的测定,采用 TA5 探头,直径为 12.7 mm。测试条件:测前中后速率:1 mm/s,压缩程度:50%;停留间隔:2 s,数据采集速率:10 pps;触发值:0.1 N,每项测试 5 次。质构参数计算:硬度=第一峰值;弹性=L2/L1;凝聚性=A3/(A1+A2);胶着性=硬度×凝聚性;咀嚼性=硬度×凝聚性×弹性。

## 2 结果与分析

### 2.1 卤液食盐用量对卤蛋品质的影响

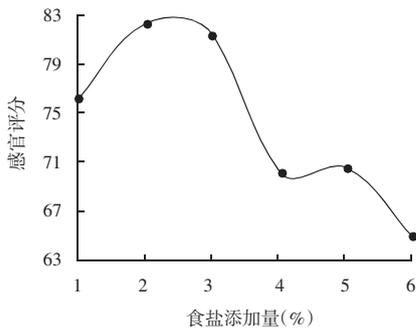


图1 加盐量对卤蛋感官评分的影响

Fig. 1 Effect of additive amount of salt on sensory score of marinated eggs

由图1可知,当食盐添加量逐渐增加时,卤蛋的感官评分呈现先增长后下降的趋势。这表明加盐量在一个合适的范围内,可以起到对卤蛋调味的效果,并且在加盐量为 2% 时评分出现最大值,当超过 2% 时则会影响卤蛋产品的口感,因此,选择加盐量为 2%。

### 2.2 卤制时间对卤蛋品质的影响

固定腌制时间为 60 min,考察卤制时间 30, 45, 60, 75, 90 min 对卤蛋感官评分、食盐含量的影响,结果见图 2。

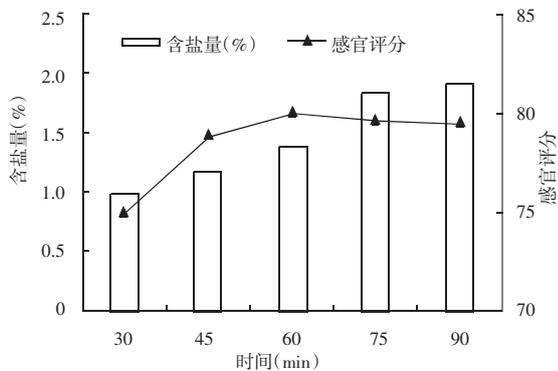


图2 卤制时间对卤蛋品质的影响

Fig. 2 Effect of marinating time on quality of marinated eggs

由图2可知,卤蛋的含盐量随卤制时间的增加而快速上升,在 75 min 后缓慢增加。这是因为随着卤制时间的增加,食盐的传质由外到内逐渐达到平衡,卤液与卤蛋的盐浓度差越来越小,传质动力减小;卤蛋的感官评分随着卤制时间的增加,总体呈现先逐渐上升后缓慢下降的趋势,并在卤制 60 min 时达到最大值,此时卤蛋含盐量为 1.377%,超过 60 min 后,卤蛋含盐量继续增加,感官品质下降。

### 2.3 腌制时间对卤蛋品质的影响

固定卤制时间为 60 min,考察腌制时间 30, 45, 60, 75, 90 min 对卤蛋感官评分、食盐含量的影响,结果见图 3。

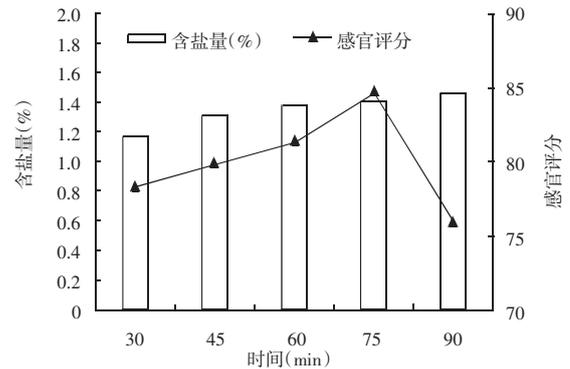


图3 腌制时间对感官评分的影响

Fig. 3 Effect of curing time on sensory score of marinated eggs

由图3可知,卤蛋的盐含量随腌制时间的增加而增加,并在前 1 h 增加较快。当腌制时间达到 90 min 时,含盐量为 1.447%;同时,卤蛋感官评分也随着腌制时间的增加而增加,当腌制时间为 75 min 时,卤蛋的感官品质最好。此时卤蛋含盐量为 1.40%,相比卤制后的含盐量略有上升。经过腌制后卤蛋从表面到蛋黄内部的含盐量逐渐均匀。

### 2.4 超声腌制时间对卤蛋品质的影响

为增强传质,在腌制的过程中,采用 50 W 超声波辅助,考察超声时间对卤制后卤蛋感官品质和含盐量的影响,结果见图 4。

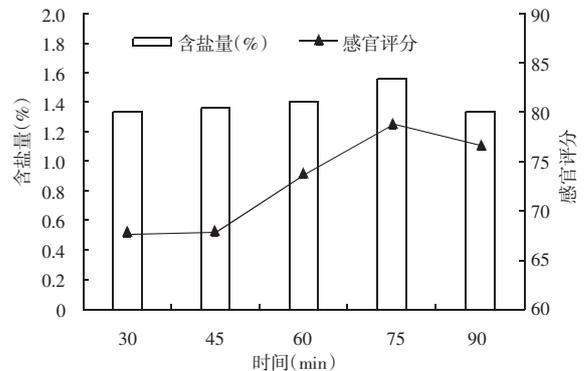


图4 超声时间对卤蛋品质的影响

Fig. 4 Effect of ultrasound time on quality of marinated eggs

由图 4 可知,卤蛋感官评分随着超声腌制时间的增加,先上升到最高点又逐渐下降,超声腌制时间为 75 min 时感官品质最好。卤蛋含盐量随着超声腌制时间的增加而增加,并在 75 min 时达到最大值 1.55%。此后,卤蛋的含盐量又逐渐下降。超声波经常用来提取食品中某种成分,因此超声时间过长,可能会使渗透进卤蛋的食盐又溶解出来。

### 2.5 卤蛋在加工过程中的变化

根据感官评分结果,将鸡蛋进行 60 min 卤制、75 min 腌制,然后进行真空包装、高压杀菌,分析加工过程中卤蛋色差和质构的变化。腌制采用 2 种方法:一种是常压下的腌制,另一种是采用超声波腌制,超声功率为 50 W,时间为 75 min。

#### 2.5.1 卤蛋色泽的变化

表 2 不同加工阶段卤蛋色差的动态变化

Table 2 Changes of color difference of marinated eggs during different processing stages

卤蛋样品	卤制	腌制	杀菌	超声腌制	超声腌制并杀菌
$\Delta L$	-50.05	-51.77	-52.81	-50.97	-56.51
$\Delta a$	4.16	4.82	7.01	5.13	6.26
$\Delta b$	6.91	7.56	7.73	7.55	7.62
$\Delta E$	50.70	52.54	53.84	51.78	57.37

由表 2 可知,卤蛋加工过程中, $\Delta L$  越来越偏向负值, $\Delta a$  和  $\Delta b$  变大,说明卤蛋颜色越来越暗,向红、黄方向变化,与肉眼观察到的卤蛋表面颜色变化一致。经过超声腌制的卤蛋,颜色偏红,亮度小于传统腌制的样品。

#### 2.5.2 加工工艺对卤蛋质构的影响

卤蛋样品的质构分析结果见表 3。

表 3 不同加工阶段卤蛋的质构

Table 3 Texture properties of marinated eggs during different processing stages

卤蛋样品	白蛋	卤制	腌制	超声腌制	杀菌	超声腌制杀菌
硬度 1(N)	8.73±0.67	10.00±1.71	8.06±0.06	8.25±1.01	9.22±1.01	10.32±0.41
硬度 2(N)	7.63±0.62	8.32±1.98	7.21±0.06	7.30±0.87	8.23±0.78	9.18±0.40
内聚性(ratio)	0.64	0.60±0.03	0.69±0.04	0.62	0.71±0.06	0.67±0.02
弹性(mm)	4.03	4.10±0.12	4.17±0.04	4.05±0.08	4.63±0.09	4.02±0.02
胶粘性(N)	5.52±0.46	6.06±1.33	5.54±0.34	5.10±0.62	6.47±0.17	6.92±0.44
咀嚼性(mj)	22.23±1.84	25.09±6.21	23.06±1.17	20.57±2.09	29.99±1.38	27.82±1.95

实验测定了蛋白的硬度、内聚性、弹性、胶粘性和咀嚼性 5 个方面<sup>[9]</sup>。由表 3 可知,不同卤制方法及卤制加工的不同阶段对卤蛋的质构都有很大的影响。

硬度指材料局部抵抗硬物压入其表面的能力。由表 3 可知,常压卤制后卤蛋的硬度 1,2 比白蛋明显升高,这是由于蛋白质加热变性导致的。但是经过杀菌后,常压卤制的卤蛋硬度减小。此外,只要有腌渍工序,卤蛋的硬度都比卤制后降低,这可能是腌渍过程中

水分的变化导致的。

内聚性是一软件度量,是指机能相关的程序组合成一模块的程度,或是各机能凝聚的状态或程度。由表 3 可知,常压卤煮和超声腌渍后卤蛋比白蛋的内聚性略有降低,这可能是由于加热和超声腌渍过程中可溶性蛋白析出所致。但常压腌渍及卤蛋凡经杀菌后,其内聚性均显著上升,说明此加工过程中卤蛋的结构有所回复,蛋白质之间相互作用连接更加紧密,因而显得紧密。

弹性指一个变量相对于另一个变量发生的一定比例的改变的属性。由表 2 所得,卤制加工后的卤蛋的弹性比起白蛋均显著升高。其中经常压卤煮、腌渍、杀菌一系列过程,卤蛋弹性逐渐上升,这是因为卤蛋水分迁移,致使弹性增加。而超声腌渍后卤蛋弹性虽上升但不明显,可能是超声过程使卤蛋中支撑弹性结构的成分析出,蛋白质间连接松散甚至杀菌后仍无法回复,以致弹性略有下降。

胶粘性与硬度和凝聚性有关,数值上等于硬度和凝聚性的乘积。由表 3 可知,卤蛋常压卤制后胶粘性比起白蛋显著增加,但超声腌渍后胶粘性下降,但杀菌后明显上升。这可能是由于高温卤煮过程中蛋白质的热变性和凝胶性作用,而超声腌渍使得卤蛋可溶性蛋白析出,结构松散、沙质。

咀嚼性与硬度、凝聚性、弹性有关,数值上等于胶粘性和弹性的乘积。由表 3 可知,加工后卤蛋的咀嚼性均比白蛋高,而超声腌渍后的卤蛋咀嚼性反而降低。这是因为高温使卤蛋脱水,脂肪氧化,游离脂肪酸升高,形成有嚼劲的口感。而超声腌渍使得卤蛋部分可溶性成分析出,咀嚼性变差。

总体上,超声腌渍影响卤蛋的弹性,包装杀菌后的卤蛋质构均比未杀菌的要好。卤制过程中产品质构的变化主要是热变性程度和食盐扩散的脱水作用引起的,腌制过程中卤蛋质构变化可能与脱水作用和低温下蛋白收缩有关。样品质构参数的差异可能是由于蛋白质在加热过程中的凝胶性导致的。蛋白硬度和咀嚼性的变化主要由水分和脂肪变化引起。

## 3 结论

卤蛋卤制过程中,卤液中添加 2% 的食盐,卤制时间 60 min,腌制时间 75 min,所得卤蛋盐含量适当,感官品质最好。不同加工工艺对卤蛋的影响不同,对于卤制、腌制、超声腌制、杀菌、超声腌制并杀菌后 5 种样品,超声波腌制杀菌后卤蛋的色差最大,超声腌制不仅引起卤蛋质构参数的改变,对卤蛋的盐含量和色泽的改变也有一定影响,原因可能是超声导致卤蛋中一些成分如盐、卤料等析出。

(下转第 116 页)

### 2.3 其他理化指标

通过对枇杷番茄酱最佳配方的样品进行理化分析,发现其理化指标符合行业生产标准及国家卫生标准,具体见表5。

表5 枇杷番茄酱理化指标

Table 5 Physical and chemical indexes of loquat tomato sauce

项目	检查结果	标准	项目	检查结果	标准
固形物(mg/100 g)	29.5	≥12.0	大肠菌群	21 MPN/100	≤30
pH值	3.7	≤4.6	霉菌计数(%)	25	≤50
菌落总数(cfu/g)	3615	≤30000	致病菌	未检出	未检出

### 3 结论

本研究以番茄酱为基础,通过增加枇杷鲜肉,来改善番茄酱风味,实现开发一种新的复合口味果酱。利用感官鉴定,结合单因素实验与正交实验,最终确定枇杷番茄酱最佳配方为:枇杷与番茄添加量比例40:60、柠檬酸添加量0.8%、白砂糖添加量20%、盐添加量10%、黄原胶添加量0.8%,由此配方制作出的枇杷番茄酱酸甜可口、风味浓郁。并通过理化分析成品固形物、pH值、霉菌数、菌落总数、大肠菌群以及致病菌,以评价其食用的安全性。本研究为传统调味酱料的开发提供了参考依据。

参考文献:

[1]王化坤,陆爱华,高志红,等.江苏枇杷产业发展现状及展望[J].中国果树,2018(2):94-98.  
 [2]陈翔,郑士华,王喜周,等.太平白枇杷花主要有效成分检测及制作工艺[J].浙江农业科学,2018,59(2):168-170.  
 [3]李丽,盛金凤,孙健,等.芒果加工新技术及综合利用研究进展[J].食品工业,2014,35(6):223-227.  
 [4]吴江海.“枇杷+”,搞好供给侧结构性改革[N].安徽日报,2018-05-18(008).

(上接第111页)

参考文献:

[1]王也,马美湖,黄茜.方便风味蛋制品研究进展[J].农产品加工(学刊),2014(10):70-72.  
 [2]严佩峰,周枫.香卤蛋加工工艺优化研究[J].食品研究与开发,2014(16):74-76.  
 [3]白乾云.香卤蛋加工的调味研究[J].饲料广角,2012(8):47-49.  
 [4]刘丽莉,杨协力,康怀彬,等.高压卤蛋加工工艺优化及其品质变化[J].食品工业科技,2014,35(10):312-315.

[5]Huwei S, Xinfeng W, Weicheng H, et al. A cold-induced phyto-sulfokine peptide is related to the improvement of loquat fruit chilling tolerance[J]. Food Chemistry, 2017, 23:2.  
 [6]Shifeng C, Zhenfeng Y, Yuting C, et al. Antioxidant enzymes and fatty acid composition as related to disease resistance in postharvest loquat fruit[J]. Food Chemistry, 2014, 16:3.  
 [7]杨若鹏,谢昆.枇杷汁加工工艺研究及营养成分测定[J].红河学院学报,2018,16(2):119-121.  
 [8]张巧.枇杷果皮的成分研究及其饮料开发[D].南京:南京农业大学,2016.  
 [9]乔方,黄略略,方长发,等.基于枇杷果实的加工研究进展[J].农产品加工(学刊),2012(10):119-123.  
 [10]张圆圆,王宝刚,冯晓元,等.正交实验优化酸樱桃果汁酶解工艺研究[J].食品工业科技,2012,33(17):190-193.  
 [11]薛建娥,白建.核桃红枣蛋糕的研制[J].食品研究与开发,2017,38(6):79-81.  
 [12]张若宇,饶秀勤,高迎旺,等.基于高光谱漫透射成像整体检测番茄可溶性固形物含量[J].农业工程学报,2013,29(23):247-252.  
 [13]赵升鹏,顾颖慧.pH值对樱桃小番茄中番茄红素提取效果影响的研究[J].农业与技术,2015,35(18):21.  
 [14]周玉庭,任佳丽,张紫莺.粮食中霉菌污染检测方法现状及发展趋势[J].食品安全质量检测学报,2016,7(1):244-250.  
 [15]卢行安,顾其芳,袁宝君,等.AOAC Petrifilm~(TM)菌落总数测试片法与食品中菌落总数测定国标方法的比较研究[J].中国食品学报,2011,11(3):164-167.  
 [16]史长生.食品中大肠菌群测定的分析研究[J].食品研究与开发,2012,33(8):235-237.  
 [17]赵静,孙海娟,冯叙桥.食品中食源性致病菌污染状况及其监测技术研究进展[J].食品安全质量检测学报,2013(5):63-70.  
 [18]肖怀秋,李玉珍.模糊正交法及其在食品加工工艺优化中的应用研究[J].酿酒科技,2010,46(2):31-33,40.

[5]李志成,郑燕,乔秀红,等.香卤蛋加工工艺研究[C].中国蛋品科技大会,2006.  
 [6]李德伟.用注射振动法制作卤蛋的方法[P].中国专利:CN102613602A,2012.  
 [7]GB 5009.44—2016,食品中氯化物的测定[S].  
 [8]黄丽燕,张强,刘文营,等.不同热处理方式对卤蛋蛋白的质构影响[J].食品工业,2012,33(9):75-78.  
 [9]侯大军.方便风味蛋理化特性及其加工工艺研究[D].重庆:西南大学,2008.