

几种防霉剂对单个腌制咸鸭蛋的腌制效果比较

孙 静, 刘 承, 李开耀, 杜金平*

(湖北省农业科学院畜牧兽医研究所, 动物胚胎工程及分子育种湖北省重点实验室, 武汉 430064)

摘要: 目的 研究苯甲酸钠、百部、丙酸钙、双乙酸钠、丁香提取物及肉桂提取物 6 种防霉剂对咸蛋裹料防霉特性和咸蛋腌制效果的影响。**方法** 分别添加 0.1% 双乙酸钠、丙酸钙、苯甲酸钠、肉桂提取物、丁香提取物、百部到咸蛋裹料中, 以蒸馏水为空白对照组, 接种鲜鸭蛋表面菌液均匀涂布于培养基上, 37 °C 恒温培养 30 d 测定各组菌落总数, 初筛出 3 种防霉剂, 分别以黄泥腌制、不添加防霉剂的空白裹料作为对照, 设置 5 个实验组腌制咸蛋, 每 7 d 抽检一次霉变率、蛋内菌落总数、蛋白含盐率、蛋黄含盐率、感官评价等指标。**结果** 各组抑菌效果有显著性差异($P < 0.05$): 丁香提取物 > 肉桂提取物 > 苯甲酸钠 > 双乙酸钠 > 丙酸钙 > 百部 > 空白对照。优选出的丁香提取物、肉桂醛和苯甲酸钠添加到改性淀粉为主要成分的咸蛋单个腌制裹料中腌制咸蛋, 丁香提取物组的蛋内菌落总数显著低于其他组($P < 0.05$), 蛋内微生物控制在 $\times 10^2$ 数量级内, 霉变率为 0; 腌制 35 d 后蛋白含盐率低于 4.5%、蛋黄含盐率高于 1%, 整体感官评分最优。**结论** 防霉剂能显著降低改性淀粉单个腌制咸蛋的霉变率和蛋内菌落总数。按 0.1% 比例添加丁香提取物可制得与黄泥腌制效果相近的咸蛋, 咸蛋整体更呈现一种宜人的丁香醇香风味。

关键词: 防霉剂; 咸蛋裹料; 丁香提取物; 肉桂提取物; 苯甲酸钠

Comparison of the effect of several fungicides on single-pickled salted duck eggs

SUN Jing, LIU Cheng, LI Kai-Yao, DU Jin-Ping*

(Key Laboratory of Animal Embryo Engineering and Molecular Breeding, Hubei Provincial Academy of Agricultural Sciences, Institute of Animal Husbandry and Veterinary, Wuhan 430064, China)

ABSTRACT: Objective To study the effects of 6 kinds of fungicides, such as sodium benzoate, calcium propionate, sodium diacetate, clove extract and cinnamon extract, on the mildew proof properties of salted egg packaging and the curing effect of salted egg. **Methods** 0.1% double sodium acetate, calcium propionate, sodium benzoate, cinnamon extract, clove extract and radix stemonae were added to the salted egg wrap material respectively, with distilled water as blank control group. Vaccination fresh duck eggs surface bacteria had evenly coated on the

基金项目: 现代农业产业技术体系水禽体系专项资金资助项目(CARS-42-26)、湖北省动物胚胎工程与分子育种重点实验室项目(2020ZD108)、湖北省科技支撑计划项目(2018ABA112)、湖北省科技支撑计划项目(2014BBA206)、湖北省农科院青年科学基金项目(2015NKYJJ28)

Fund: Supported by the Modern Agricultural Industry Technology System Waterfowl System Special Foundation(CARS-42-26), the Key Laboratory of Animal Embryonic Engineering and Molecular Breeding foundation in Hubei Province(2020ZD108), the Hubei Science and Technology Support Project(2018ABA112), the Hubei Science and Technology Support Project(2014BBA206), and the Hubei Academy of Agricultural Sciences Youth Science Foundation(2015NKYJJ28).

***通讯作者:** 杜金平, 研究员, 主要研究方向为家禽育种与产品加工。E-mail: ddjinpin@163.com

***Corresponding author:** DU Jin-Ping, Professor, Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Hubei Academy of Agricultural Sciences, No.1, Nanhu Road, Hongshan District, Wuhan 430064, China. E-mail: ddjinpin@163.com

culture medium. The total number of colonies in each group was determined by constant temperature culture at 37 °C for 30 d, 3 kinds of anti-mold agents were initially screened out. Taking the yellow mud pickled and blank coating without anti-mold agent as the control, 5 experimental groups were set to pickle salted eggs. The indexes of mildew rate, total number of bacterial colonies in eggs, salt content of egg white, salt content of egg yolk, sensory evaluation and other indexes of the samples were detected once every 7 d. **Results** Groups of bacteriostatic effect have significant difference ($P < 0.05$): clove extract > cinnamon extracts > sodium benzoate > double sodium acetic acid > propionic acid calcium > radix stemonae > blank control. The optimal clove extract, cinnamic aldehyde and sodium benzoate were added to a single modified starch as the main component of the salty preserved salted egg wrapping material in pickled, clove extract eggs inside the total number of colonies was significantly lower than other groups ($P < 0.05$), the egg in microbial control within $\times 10^2$ orders of magnitude, mildew rate was 0. After curing for 35 d, the protein salt content was less than 4.5%, and the egg yolk salt content was more than 1%, and the overall sensory score was the best. **Conclusion** Fungicides can significantly reduce the mildew rate and the total number of bacterial colonies in salted eggs. By adding clove extract in 0.1% proportion, salted eggs with similar effect of yellow mud were obtained, and the salted eggs as a whole presented a pleasant odor of eugenol.

KEY WORDS: fungicides; salted egg wrapping material; clove extract; cinnamon extract; sodium benzoate

1 引 言

传统咸蛋深受国内外消费者的喜爱^[1]。我国咸蛋制品的加工虽然具有一定的历史和规模,但目前蛋品加工研究还存在不少薄弱环节,工业化加工咸蛋用大缸水腌制作,蛋白容易过咸^[2],国内学者已对咸蛋的水腌方法改进做了相关研究,孙静等^[3]采用具有高渗透压的糖醇类物质部分替代食盐,达到低盐腌制咸蛋,具有一定效果;吴玲^[4]、孙秀秀等^[5]、邵萍等^[6]研究了压力对咸蛋加工的影响,在缩短腌制期的同时降低了蛋白含盐率,但压力的改变会引起腌制环境温度的升高造成蛋黄黑圈的问题,且实际操作中加压、卸压操作会造成破蛋率高,对咸蛋出品率影响大。为了使咸蛋有较好品质,不少蛋加工企业仍采用传统黄泥或草木灰作为裹料包裹加工咸蛋,但黄泥、草木灰不属于食品添加剂范畴,加工时若不注意选取洁净无污染的黄泥或草木灰,有微生物及重金属污染风险^[2]。目前国内鲜见黄泥替代物即咸蛋新型固态腌制剂的研究。咸蛋的霉变源自外部致腐菌侵入造成的蛋壳表面霉变和蛋内部变质^[7]。有研究在淀粉膜中添加具有抑菌性的天然植物提取物,如丁香油^[8]、生姜油^[9]等,可有效提高淀粉膜的抑菌特性和力学性能,可以有效抑制细菌、真菌、霉菌等菌种。这种复合可食膜已经应用在肉制品保鲜中^[10]。肉桂醛是天然抗菌活性物质,对食品常见腐败菌和霉菌均可杀灭^[7,11-12],同时具有抗氧化性^[10],多见于作为果蔬保鲜的抗菌剂,如番茄^[13]、葡萄^[14]、蓝莓^[15]、荔枝^[16,17]等,现肉桂醛被美国、日本研究并认可食品风味添加剂^[16]。百部是《中国药典》中收录的有止咳效果的药材^[18,19],可应用于医药中起抑菌作用^[20,21]。

本研究在食品添加剂使用标准^[22]中选取苯甲酸钠、丙酸钙、双乙酸钠等目前食品中常用的合成抑菌剂以及丁香提取物、肉桂提取物这 2 种食品中常用的天然香料,另选择上述食品级百部,分别添加到课题组创制的新型腌制裹料中,比较其抑菌性,筛选出适合该裹料的抑菌添加剂,作为防腐剂与咸蛋腌制裹料复配体系研究的补充,并通过咸蛋腌制效果的比较进一步验证其可行性,为咸蛋产业安全和环保发展提供参考。

2 材料与方 法

2.1 材料与试剂

鲜鸭蛋(湖北神丹健康食品有限公司);食盐(食品级,中国盐业集团有限公司);硝酸银、铬酸钾、氯化钠、双乙酸钠、丙酸钙、苯甲酸钠(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);肉桂提取物、丁香提取物、百部(食品级,三原天域生物制品有限公司);察氏培养基(海博生物技术有限公司);咸蛋裹料(湖北省农业科学院研发产品,主要成分为改性淀粉)。

2.2 仪器与设备

MLS-3750 高压蒸汽灭菌锅(日本三洋电机株式会社);722 分光光度计(上海赛默飞世尔有限公司);HH-4 型数显恒温水浴锅、8S-1 型磁力搅拌器(江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司);MP10010 电子天平(上海舜宇恒平科学仪器有限公司);FA2004 电子分析天平(北京普华量宇科技有限公司);GZX-9240MBE 恒温鼓风干燥箱、HPX-9082MBE 恒温培养箱(上海博讯实业有限责任公司)。

2.3 方法

2.3.1 防霉剂的初筛

实验共设 7 组, 以质量比 1: 1000 分别添加双乙酸钠(a)、丙酸钙(b)、苯甲酸钠(c)、肉桂提取物(d)、丁香提取物(e)、百部(f)到咸蛋裹料中, 以蒸馏水为空白对照组(g), 加入 8 %的察氏培养基; 采用无菌镊子夹取湿润无菌水的棉球在鲜鸭蛋壳表面擦拭, 将取得的有菌液均匀涂布于培养基上, 37 °C恒温培养 30 d, 测定各组菌落总数, 观察霉菌生长情况, 拍照记录, 筛选出 3 种适合的防霉剂分别分为 A、B 和 C 组进行下一步咸蛋腌制。

2.3.2 分组与咸蛋腌制方法

选取平均蛋重为 70 g、蛋壳完整洁净的鲜鸭蛋来腌制咸蛋, 试验共设 5 组不同的包裹物添加包裹鲜鸭蛋来制作咸蛋, 1 组为防霉剂 A+裹料, 2 组为防霉剂 B+裹料, 3 组为防霉剂 C+裹料, 4 组为黄泥, 5 组为不添加防霉剂的裹料。

裹料的配制与防霉剂的添加: 改性淀粉、100 目蛋壳粉和食盐以 52:8:10.5(质量比)混合, 搅拌使蛋壳粉均匀分布在改性淀粉中, 以 1‰的比例将防霉剂 A、B、C 按分组分别加入到裹料中, 每个蛋装入特制塑料袋后加入 20 g 混好食盐的裹料(或黄泥)后拧紧袋口密封、码放于蛋托上, 在恒温 25 °C±3 °C条件下不避光腌制, 每组腌制 200 个鸭蛋, 每组 3 个重复。每 7 d 观测一次咸蛋表面霉变率和蛋内菌落总数, 并测定蛋白含盐量及蛋黄含盐量, 腌制 35 d 后洗净鸭蛋表面腌制裹料后 118 °C熟制 20 min 后感官评分。

2.3.3 菌落总数的测定

参照 GB 4789.2-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》的方法测定^[23]。

2.3.4 霉变率

蛋壳表面有霉斑即判定为霉变, 霉变的鸭蛋个数与每组腌制鸭蛋总数的比值为霉变率, 单位为%。

2.3.5 含盐量的测定

采用标准硝酸银溶液进行盐分的滴定。鸭蛋破壳后, 分离蛋白与蛋黄, 取样品 1 g, 加入 20 mL 水, 1 mL 铬酸钾, 接着在均质机下进行重复多次的运作, 待均质结束后, 采用硝酸银溶液进行滴定, 直至溶液由黄色变红色, 然后静置 1 min, 观察颜色是否褪去, 若颜色未褪去则统计硝酸银使用量。

$$X = \frac{V \times C \times 0.05845}{m} \times 100\%$$

式中: X—裹料的盐分的含量; C—标准硝酸银溶液浓度, mol/L; V—新型裹料消耗的标准硝酸银溶液的体积, mL; m—称取裹料的质量, g; 0.05845—每消耗 1 mL 1 mol/L 标准硝酸银溶液氯化钠的质量, g。

2.3.6 感官评定

随机挑选 10 个味觉敏感的人(男女各半)对咸鸭蛋的蛋壳外观、蛋白、蛋黄、气味、风味等 5 个方面进行感官评定, 并根据评定结果打分, 评分标准如表 1, 对各项目赋予不同权重并以满分来计算总分。

表 1 咸蛋感官评价标准
Table 1 Sensory evaluation criteria of slated eggs

项目	标准	分值	权重/%
蛋壳外观(10分)	蛋壳洁净、无霉斑	8~10	20
	蛋壳无霉斑, 有染色痕迹	5~7	
	蛋壳有霉斑, 有染色	1~4	
	蛋白鲜嫩, 咸度适中	8~10	
蛋白(10分)	蛋白较嫩, 味道稍咸或稍淡,	5~7	20
	蛋白发硬, 太咸或太淡,	1~4	
	蛋黄完整圆润, 近球形, 呈橙红色、有油滴渗出且出油均匀, 油砂质感强	8~10	
蛋黄(10分)	蛋黄扁球形, 色为橙红色, 无溶黄, 油砂质感较强	5~7	20
	蛋黄不规则或不完整, 表面有较多灰白色附着, 不出油或成熟不均匀、有分层	1~4	
气味(10分)	无或少腥味、无异味、有宜人香味	8~10	10
	少腥味, 有或少异味	5~7	
	有或少腥、臭味, 有异味、无香味	1~4	
风味(10分)	蛋黄有咸蛋特有浓厚风味	8~10	30
	蛋黄有或少特有风味	5~7	
	蛋白无或少鲜味, 蛋黄无鲜香味	1~4	

2.3.7 数据分析

所有数据分析采用 Excel 建立数据库, 用 SPSS 19.0 软件进行数据处理分析, 数据采用 $Mean \pm SD$ 表示。

3 结果与分析

3.1 防霉剂的初筛

蛋壳菌液中添加分别 6 种防霉剂与对照经过 30 d 培养后菌落总数如表 2 所示。由表 2 数据可知, 不添加任何防霉剂的对照组 15、30 d 时菌落总数分别高达 $\times 10^8$ 和 $\times 10^9$, 添加防霉剂后菌落总数显著降低 ($P < 0.05$): 各组菌落总数: $e < d < c < a < b < f < g$, 植物抑菌剂中 e 的菌落总数最少、抑菌效果显著强于其他各组 ($P < 0.05$), 前 11 d 均未检测到微生物, 30 d 时也可将菌落总数抑制在 $\times 10^3$, 与 g 组 1 d 时数据相近; d 组与 c 组分别在前 5、9 d 未检测到微生物, 6 d 后可检测到菌落, 但 30 d 时 c 组与 d 组为同数量级 ($\times 10^4$), 无显著性差异 ($P > 0.05$), 可见 c 与 d 的抑菌效果相当, a、b、f 组 30 d 时菌落总数达到 $\times 10^5 \sim \times 10^7$, 菌落增长过快、过多, 抑菌效果较差。

结合表 2 的菌落总数结果和图 1 的防霉剂对鸭蛋表面菌落抑制直观效果图可知, 丁香提取物、肉桂提取物及苯甲酸钠的抑菌效果优于其他各组。故选用丁香提取物、肉桂提取物及苯甲酸钠开展进一步腌制实验。

3.2 咸蛋菌落总数

采用优选出的丁香提取物、肉桂提取物、苯甲酸钠分别添加到裹料中, 与不添加防霉剂的空白黄泥和不添加防霉剂的空白裹料作对照, 恒温腌制 35 d 后制得的咸蛋, 破壳测定蛋白蛋黄混合物的菌落总数, 结果见表 3。蛋内菌落总数均低于蛋壳表面菌落总数; 不加防霉剂的第 5 组菌落总数显著高于其他各组 ($P < 0.05$), 实验组 1、2、3 的蛋内菌落总数 ($\times 10^2$) 均低于不添加防霉剂的 4、5 组 ($\times 10^3$ 、 $\times 10^4$), 1 组显著低于其他各组 ($P < 0.05$), 2、3、4 组间差异不显著 ($P > 0.05$)。由此可知, 在裹料中添加防霉剂、特别是丁香提取物可有效抑制微生物的生长, 使蛋内微生物控制在 $\times 10^2$ 数量级内; 黄泥具有一定抑菌效果; 不添加防霉剂、直接采用改性淀粉为主要成分的裹料单个腌制咸蛋, 蛋内微生物数量可达 $\times 10^4$, 不符合咸蛋相关标准^[24]。

表 2 防霉剂初筛试验各组的菌落总数检测结果 ($n=10$, CFU/g)

Table 2 Detection results of the total number of colonies in each group in the preliminary screening test of fungicides ($n=10$, CFU/g)

组号	天数/d								
	1	3	5	7	9	11	13	15	30
a	未检出	未检出	$1.83 \times 10^{3,b}$	$3.33 \times 10^{4,b}$	$5.87 \times 10^{4,c}$	$3.97 \times 10^{5,c}$	$2.98 \times 10^{4,c}$	$1.22 \times 10^{5,c}$	$3.97 \times 10^{5,d}$
b	未检出	未检出	未检出	$1.37 \times 10^{2,c}$	$2.85 \times 10^{4,c}$	$3.71 \times 10^{4,d}$	$3.33 \times 10^{4,c}$	$5.87 \times 10^{4,c}$	$3.97 \times 10^{6,c}$
c	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	$8.79 \times 10^{2,c}$	$8.99 \times 10^{2,d}$	$1.39 \times 10^{3,d}$	$5.62 \times 10^{4,c}$
d	未检出	未检出	未检出	$7.62 \times 10^{2,c}$	$1.25 \times 10^{3,d}$	$1.36 \times 10^{3,e}$	$1.88 \times 10^{3,d}$	$2.28 \times 10^{3,d}$	$6.69 \times 10^{4,c}$
e	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	$2.28 \times 10^{2,d}$	$5.33 \times 10^{3,d}$	$6.89 \times 10^{3,f}$
f	$2.66 \times 10^{2,b}$	$4.61 \times 10^{2,b}$	$2.73 \times 10^{3,b}$	$8.76 \times 10^{4,b}$	$8.96 \times 10^{5,b}$	$7.02 \times 10^{6,b}$	$3.62 \times 10^{7,b}$	$5.85 \times 10^{7,b}$	$7.38 \times 10^{7,b}$
g	$1.68 \times 10^{3,a}$	$2.66 \times 10^{4,a}$	$2.38 \times 10^{5,a}$	$2.87 \times 10^{6,a}$	$3.71 \times 10^{7,a}$	$6.28 \times 10^{7,a}$	$3.25 \times 10^{8,a}$	$4.97 \times 10^{8,a}$	$5.22 \times 10^{9,a}$

注: 不同字母代表有显著性差异, $P < 0.05$; 相同字母代表没有显著性差异, $P > 0.05$, 下同。

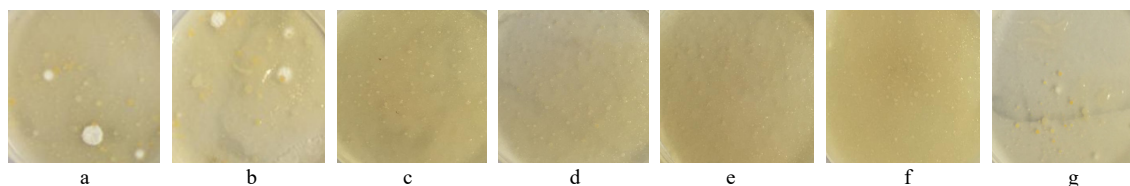


图 1 防霉剂对鸭蛋表面菌落的抑制效果

Fig.1 Inhibition effect of mildew inhibitor on the surface colony of duck eggs

表 3 各组咸蛋内容物菌落总数检测结果($n=30$, CFU/g)
Table 3 Results of the total number of colonies of salted egg contents in each group ($n=30$, CFU/g)

组号	天数/d					
	0	7	14	21	28	35
1	未检出	未检出	$1.01 \times 10^{1.b}$	$2.20 \times 10^{1.c}$	$2.20 \times 10^{1.c}$	$2.25 \times 10^{2.c}$
2	未检出	未检出	$1.64 \times 10^{1.c}$	$1.30 \times 10^{2.b}$	$1.50 \times 10^{2.c}$	$9.66 \times 10^{2.b}$
3	未检出	未检出	$6.52 \times 10^{1.b}$	$5.60 \times 10^{2.b}$	$1.33 \times 10^{3.b}$	$8.54 \times 10^{2.b}$
4	未检出	未检出	$1.38 \times 10^{2.a}$	$8.50 \times 10^{2.b}$	$1.46 \times 10^{3.b}$	$1.83 \times 10^{3.b}$
5	未检出	$2.16 \times 10^{2.a}$	$4.02 \times 10^{2.a}$	$2.20 \times 10^{3.a}$	$3.28 \times 10^{4.a}$	$6.83 \times 10^{4.a}$

3.3 咸蛋霉变率

在咸蛋腌制过程中观察记录各组咸蛋壳表面霉变发生率, 结果如表 4 所示。由表 4 数据可知, 霉变率: $1=4 < 3 < 2 < 5$, 第 5 组在腌制时间超过 7 d 后即有 2% 霉变, 28 d 后便全部霉变; 添加防腐剂的 1、2、3 组可显著降低蛋壳表面霉变率($P < 0.05$), 有效控制蛋壳表面霉变的发生; 1 组 35 d 仍无蛋壳表面出现霉斑, 效果显著优于其他各组。具体来看, 1、2、3 组前 14 d 均无霉变, 2 组 21 d 出现 7% 霉变, 3 组 28 d 出现 26% 霉变, 防腐的作用时效有显著性差异; 1 组与 4 组蛋壳表面均无霉变出现, 说明黄泥也有较强抑菌防腐效果。综上, 丁香提取物添加到裹料中单个腌制咸蛋, 可有效抑菌防腐, 降低咸蛋霉变率, 与包泥法腌制效果相当。

3.4 咸蛋蛋白含盐率和蛋黄含盐率

腌制期内每 7 d 测定一次咸蛋白和蛋黄的含盐率, 结果如表 4 所示。各组咸蛋白、蛋黄盐分随腌制期延长而含盐率升高; 添加了防腐剂后的 1、2、3 组蛋白含盐率均高于未添加防腐剂的第 5 组; 腌制 35 d 后, 除 2、3 组蛋白含盐率超过 5% 外, 其他各组蛋白均在 4.5% 以下; 除 3 组蛋黄含盐率低于 1% 外, 其他各组均高于 1%; 各组蛋白蛋黄含盐率的比值分别为: 3.93、4.14、5.59、3.97 和 4.04, 1 组和 4 组的蛋白蛋黄含盐率比值小于 4, 表现为蛋白盐分适宜, 蛋黄咸鲜, 3 组大于 5, 表现为蛋白略咸、蛋黄略淡。综上, 丁香提取物与黄泥腌制咸蛋, 蛋白与蛋黄的盐分渗透量相近, 不具有显著性差异($P > 0.05$), 苯甲酸钠和肉桂提取物组蛋白含盐率显著性增大($P < 0.05$), 使咸蛋蛋白咸味加重。

表 4 咸蛋壳表面霉变率、蛋白含盐率和蛋黄含盐率测定结果($n=100$)
Table 4 Results of mildew rate on the shell surface and salt content of salted eggs white and yolk ($n=100$)

组号	项目	7	14	21	28	35
1	霉变率/%	0 ± 0^b	0 ± 0^b	0 ± 0^c	00 ± 0^d	00 ± 0^d
	蛋白含盐率/%	1.63 ± 0.02^a	2.71 ± 0.02^a	3.99 ± 0.02^a	4.36 ± 0.03^b	4.48 ± 0.02^b
	蛋黄含盐率/%	0.48 ± 0.01^b	0.73 ± 0.01^a	0.82 ± 0.01^a	1.00 ± 0.03^a	1.14 ± 0.01^a
2	霉变率/%	0 ± 0^b	0 ± 0^b	7.00 ± 0^b	40.00 ± 3.00^b	46.00 ± 1.00^c
	蛋白含盐率/%	1.21 ± 0.01^c	2.72 ± 0.03^a	3.61 ± 0.03^b	4.28 ± 0.02^b	5.12 ± 0.08^a
	蛋黄含盐率/%	0.52 ± 0.01^b	0.73 ± 0.01^a	0.75 ± 0.03^b	0.83 ± 0.03^b	1.16 ± 0.01^a
3	霉变率/%	0 ± 0^b	0 ± 0^b	0 ± 0^c	26.0 ± 0^c	33.0 ± 0^b
	蛋白含盐率/%	1.59 ± 0.01^a	2.70 ± 0.02^a	3.92 ± 0.01^a	4.76 ± 0.05^a	5.37 ± 0.13^a
	蛋黄含盐率/%	0.50 ± 0.01^b	0.71 ± 0.03^a	0.75 ± 0.01^b	0.81 ± 0.08^b	0.96 ± 0.03^b
4	霉变率/%	0 ± 0^b	0 ± 0^b	0 ± 0^c	0 ± 0^d	0 ± 0^d
	蛋白含盐率/%	1.55 ± 0.01^b	2.30 ± 0.03^c	3.73 ± 0.03^b	3.86 ± 0.03^d	4.29 ± 0.03^c
	蛋黄含盐率/%	0.57 ± 0.01^a	0.65 ± 0.03^a	0.76 ± 0.03^a	0.81 ± 0.03^b	1.08 ± 0.03^a
5	霉变率/%	2.00 ± 1.00^a	12.00 ± 0^a	66.67 ± 3.00^a	100.00 ± 0^a	100.00 ± 0^a
	蛋白含盐率/%	1.46 ± 0.01^b	2.48 ± 0.03^b	3.78 ± 0.03^b	4.14 ± 0.03^c	4.28 ± 0.03^c
	蛋黄含盐率/%	0.57 ± 0.02^a	0.69 ± 0.03^a	0.76 ± 0.03^a	0.98 ± 0.01^a	1.06 ± 0.01^b

3.5 咸蛋感官评定

对成熟出缸的咸蛋从蛋壳外观、蛋白、蛋黄、气味、风味等 5 个方面进行感官评定, 各项结果与感官总分如表 5 所示。由表 5 感官评定结果可知, 第 1、4 组总分显著高于其他组($P < 0.05$), 且 1、4 组间无显著性差异($P > 0.05$); 第 3 组的蛋壳外观显著低于其他各组; 第 1、4 组的蛋白咸度适中, 蛋黄出油多且均匀、风味鲜香, 蛋白、蛋黄与风味评分均显著优于 2、3、5 组; 1、2 组的气味显著优于 3、4、5 组, 5 组由于后期霉变, 产生了不宜人的霉味, 影响了蛋的气味评分。综上, 添加了丁香提取物制作的咸蛋效果与黄泥腌制效果相近, 综合品质好于其他防霉剂。

4 讨 论

本研究采用改性淀粉单个腌制咸蛋, 优点是替代了传统黄泥包裹腌制咸蛋, 降低了因黄泥原料不洁造成的微生物超标、重金属超标的风险, 同时改性淀粉可形成黏度适中的胶体, 包裹鸭蛋、并在腌制期内缓释盐分, 实现腌制期内持续进盐的目的。缺点是改性后的淀粉抑菌性仍不足, 需要添加防霉剂保障腌制期内裹料及鸭蛋表面的微生物安全。本实验在 25 °C 相对湿度 90%~95% 贮藏条件下, 发现丁香提取物具有很好的抑菌活性, 可能是其在裹料内改性淀粉形成的膜互相作用力增大, 在抑菌的同时又增强了

对致病菌侵入蛋内的物理阻隔作用, 从而抑菌防霉效果显著。加上咸蛋的实际腌制和贮藏有条件常温(20~25 °C)和低温(4~10 °C), 故在实际应用时, 低温下腌制和贮藏效果比试验结果更优。

此外, 有研究表明添加香辛料能降低蛋的含盐量, 并能有效降低蛋腥味。香辛料与盐共同渗入而减少了盐向蛋内渗透的通量密度^[25], 而与蛋腥味有关的氨基酸的形成被抑制。这与本实验中丁香提取物能降低蛋白含盐率、提高咸蛋感官评分的结果一致。

丁香中含有丁香酚, 肉桂含有肉桂醛、肉桂酸等多种抗菌成分, 被许多报道验证。何珊等^[26]、张赞彬等^[12]研究了丁香酚、肉桂醛等对大肠杆菌的抑菌圈分别为 21.75 mm、29.37 mm, 最低抑菌浓度和最低杀菌浓度分别为 0.25 μL/mL 和 0.5 μL/mL。南洋等^[27]也发现丁香、肉桂的提取物对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、黑曲霉、青霉菌等均有较强的抑制作用。

5 结 论

在以改性淀粉为基质的腌制裹料中添加丁香提取物可有效抑制咸蛋腌制期内蛋壳内外微生物的生长, 制得的咸蛋含盐率、感官品质与传统黄泥腌制效果相近。添加丁香提取物作为咸蛋裹料的防霉剂具有可行性。

表 5 各组咸蛋出缸时的感官评分结果
Table 5 Sensory scores of ripe salted eggs in each group

组别	蛋壳外观	蛋白	蛋黄	气味	风味	总分
1	8.70±0.50 ^a	9.20±0 ^a	9.00±0.10 ^a	9.20±0.10 ^a	8.90±0.10 ^a	8.93±0.06a
2	8.00±0.50 ^a	8.00±0.20 ^b	8.60±0.05 ^b	9.00±0 ^a	8.50±0 ^b	8.37±0.03 ^b
3	7.80±0 ^b	7.80±0.10 ^b	8.00±0.10 ^c	8.60±0.10 ^b	8.40±0.20 ^b	8.06±0.17 ^b
4	8.00±0.10 ^a	9.00±0.50 ^a	9.00±0.10 ^a	8.70±0 ^b	8.70±0.50 ^a	8.71±0.09 ^a
5	8.00±0.20 ^a	8.00±0.10 ^b	8.40±0.10 ^b	8.50±0 ^c	7.50±0.10 ^c	7.97±0.11 ^b

参考文献

- [1] 马美湖, 我国蛋品工业科技的几大热点[J]. 肉类研究, 2000, (3): 3-7.
Ma MH. Several hot spots of egg industry science and technology in China [J]. Meat Res, 2000, (3): 3-7.
- [2] 马美湖. 我国蛋与蛋制品加工重大关键技术筛选研究报告(一)[J]. 中国家禽, 2004, (23): 1-5.
Ma MH. Research report on screening of major key technologies of egg and egg products processing in China [J]. Chin Poul, 2004, (23): 1-5.
- [3] 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 JS, Pan AL, et al. Salted eggs pickled formulation screening of low hypertonic salt substitutes [J]. Hubei Agric Sci, 2015, 54(24): 6334-6337.
- [4] 吴玲. 咸蛋低钠脉动压腌制新技术的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2011.
Wu L. Research on new technology of low sodium pulsating pressure curing of salted eggs [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2011.
- [5] 孙秀秀, 何立超, 杨海燕, 等. 间歇超声辅助加快咸蛋腌制速度工艺优化[J]. 食品工业科技, 2018, 39(22): 204-211.
Sun XX, He LC, Yang HY, et al. Intermittent ultrasonic assisted to accelerate the process optimization of salted egg curing speed [J]. Sci

- Technol Food Ind, 2018, 39(22): 204–211.
- [6] 邵萍, 刘会平, 邹乾, 等. 酸浸减压法腌制咸蛋与传统咸蛋的对比[J]. 食品工业科技, 2017, 38(18): 8–13.
- Shao P, Liu HP, Zou Q, *et al.* Comparison of salted eggs with traditional salted eggs by acid leaching and decompression [J]. Sci Technol Food Ind, 2017, 38(18): 8–13.
- [7] 李科玮, 毕阳, 张忠, 等. 肉桂提取液对果蔬致病菌的体外抑菌试验[J]. 甘肃农业大学学报, 2010, 45(3): 81–84.
- Li KW, Bi Y, Zhang Z, *et al.* *In vitro* bacteriostasis of cinnamomum extract against fruit and vegetable pathogenic bacteria [J]. J Gansu Agric Univ, 2010, 45(3): 81–84.
- [8] 王利强, 贾超, 卢立新, 等. 添加麝香草酚和丁香油的马铃薯淀粉基抗菌膜的制备及性能研究[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(1): 86–91.
- Wang LQ, Jia C, Lu LX, *et al.* Study on preparation and properties of potato starch-based antimicrobial films containing thymol clove oil [J]. Food Ferment Ind, 2013, 39(1): 86–91.
- [9] 谢玮, 崔少宁, 牛国才, 等. 生姜提取液对淀粉膜抑菌作用的研究[J]. 食品工业, 2018, 39(9): 175–178.
- Xie W, Cui SN, Niu GC, *et al.* Study on bacteriostatic effect of ginger extract on starch membrane [J]. Food Ind, 2018, 39(9): 175–178.
- [10] 张彬, 江娟. 肉桂醛-大豆分离蛋白可食膜的抑菌及其对冷鲜猪肉的保鲜[J]. 食品科学, 2011, 32(S1): 106–112.
- Zhang B, Jiang J. Antimicrobial and preservation of chilled pork of cinnamaldehyde-soy protein isolate edible films [J]. Food Sci, 2011, 32(S1): 106–112.
- [11] 马中苏, 隋思瑶, 张宁, 等. 肉桂醛浓度对浓缩乳清蛋白/壳聚糖复合膜性能的影响[J]. 现代食品科技, 2015, 31(2): 113–118.
- Ma ZS, Sui SY, Zhang N, *et al.* Effects of cinnamaldehyde concentrations on the performance of whey protein concentrate-chitosan composite film [J]. Mod Food Sci Technol, 2015, 31(5): 31–35.
- [12] 张赟彬, 刘笑宇, 姜萍萍, 等. 肉桂醛对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌作用及抑菌机理研究[J]. 现代食品科技, 2015, 31(5): 31–35.
- Zhang YB, Liu XY, Jiang PP, *et al.* Study on the antibacterial action and mechanism of cinnamaldehyde against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* [J]. Mod Food Sci Technol, 2015, 31(5): 31–35.
- [13] 张娜娜. 肉桂醛对番茄采后灰霉病的抑制作用及其生理品质的影响[D]. 上海: 上海师范大学, 2014.
- Zhang NN. Effect of cinnamaldehyde on inhibition of postharvest botrytis cinerea and its physiological quality [D]. Shanghai: Shanghai Normal University, 2014.
- [14] 蓝蔚青, 刘嘉莉, 翁忠铭, 等. 10种植物精油对腐生葡萄球菌抑制效果比较及肉桂精油抑菌机制分析[J]. 食品科学, 2020, 41(19): 38–44.
- Lan WQ, Liu JL, Weng ZM, *et al.* Effects of ten plant essential oils and antimicrobial mechanism of cinnamon essential oil against *Staphylococcus saprophyticus* [J]. Food Sci, 2020, 41(19): 38–44.
- [15] 王丹, 张静, 贾晓曼, 等. 蓝莓采后主要病原菌的分离鉴定及肉桂精油抑菌效果[J]. 食品科学, 2019, 40(24): 167–172.
- Wang D, Zhang J, Jia XM, *et al.* Isolation and identification of main pathogenic bacteria from postharvest blueberry plants and antibacterial effect of cinnamon essential oil [J]. Food Sci, 2019, 40(24): 167–172.
- [16] 唐海尧, 龚意辉, 梁淑兴, 等. 不同材料薄膜包装对采后荔枝保鲜效果的影响[J]. 包装工程, 2015, 36(9): 23–27, 32.
- Tang HY, Gong YH, Liang SX, *et al.* Effects of film packaging of different materials on preservation effect of litchi after harvest [J]. Packag Eng, 2015, 36(9): 23–27, 32.
- [17] 杨雅景, 韩玉竹, 孟醒, 等. 肉桂醛抗菌复合保鲜剂涂膜对采后荔枝的保鲜效果[J]. 食品科学, 2019, 40(23): 253–261.
- Yang YJ, Han YZ, Meng X, *et al.* Effect of composite antimicrobial coating containing cinnamaldehyde on postharvest preservation of litchi fruit [J]. Food Sci, 2019, 40(23): 253–261.
- [18] 胡君萍, 张囡, 毛一卿, 等. 《中国药典》3种百部的止咳作用比较[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(23): 3096–3104.
- Hu JP, Zhang N, Mao YQ, *et al.* Antitussive activity comparison of three kinds of *Stemona radix* in Chinese pharmacopoeia [J] China J Chin Materia Med, 2009, 34(23): 3096–3104.
- [19] 王晓彤, 罗点, 王孝勋. 中国百部属药用植物研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2016, 12(17): 31–33.
- Wang XT, Luo D, Wang XX, *et al.* Progress in the research of medicinal plants belonging to hundreds of members in China [J]. Asia-Pacific Tradit Med, 2016, 12(17): 31–33.
- [20] 王浩. 百部止咳糖浆联合西药治疗支气管扩张伴感染(痰热郁肺证)临床疗效及体外抑菌作用研究[D]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2019.
- Wang H. Clinical effect of stemona radix cough syrup combined western medicine on bronchiectasis with Infection (phlegm-heat stagnation of lung syndrome) and study on its bacteriostatic effect *in vitro* [D]. Harbin: Heilongjiang University of Traditional Chinese Medicine, 2019.
- [21] 周金凤. 具有抑菌作用的中药提取物筛选及应用研究[D]. 昆明: 云南中医学院, 2015.
- Zhou JF. Study on the screening and application of Chinese herbal extracts with antibacterial effect [D]. Kunming: Yunnan University of Traditional Chinese Medicine, 2015.
- [22] GB 2760-2014 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准[S]. GB 2760-2014 National food safety standard-Standard for use of food additives [S].
- [23] GB 4789.2-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验[S]. GB 4789.2-2016 National food safety standard-Quantity of colony forming unit in food [S].
- [24] DB 42/T 739-2011 湖北省地方标准 咸蛋[S]. DB 42/T 739-2011 Hubei provincial standard-Salted egg [S].
- [25] 张春敏, 张世湘, 吴薇, 等. 咸蛋渗透质与品质的研究[J]. 食品科技, 2005, (2): 26–28.
- Zhang CM, Zhang SX, Wu W, *et al.* Study on osmotic treatment and the

quality of salted duck egg processing [J]. Food Sci Technol, 2005, (2): 26-28.

[26] 何珊, 姜勇, 屠鹏飞. 肉桂的化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(18): 3598-3602.

He S, Jiang Y, Tu PF, et al. Study on the chemical composition of cinnamon [J]. China J Chin Materia Med, 2015, 40(18): 3598-3602.

[27] 南洋, 徐鹏, 高宁, 等. 肉桂的化学成分及抑菌作用探索[J]. 中国调味品, 2016, 41(3): 158-160.

Nan Y, Xu P, Gao N, et al. Study on chemical composition and bacteriostatic action of cinnamon [J]. China Cond, 2016, 41(3): 158-160.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



孙 静, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为蛋品加工研究。

E-mail: sammi8866@sina.com



杜金平, 研究员, 主要研究方向为家禽育种与产品加工。

E-mail: ddjinpin@163.com



“粮油加工与质量安全”专题征稿函

民以食为天, 食以安为先。食品安全的源头在农业, 粮油产品是基础。我国作为粮食生产大国和人口大国, 粮油质量安全受到政府、产业和消费者的高度关注。与此同时, 随着乡村振兴战略和农业高质量发展, 发掘不同产地、不同品种粮油产品特异品质, 促进优质粮油产品开发, 是推动粮油产业高质量发展、满足人民日益增长的消费需要的重要举措。

鉴于此, 本刊特别策划了“粮油加工与质量安全”专题, 主要围绕粮油加工工艺、质量安全检测技术研究、粮油产品特异品质挖掘与评价、粮油产品质量安全风险评估、真实性与产地溯源、检测方法的标准化和分析质量控制技术以及粮油质量安全管理技术等方面展开论述和研究, 本专题计划在 2021 年 4 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊主编吴永宁技术总师特别邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述及研究论文均可, 请在 2021 年 1 月 20 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

同时, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。

感谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com(注明专题)

《食品安全质量检测学报》编辑部