大蒜水提物对卤凤爪货架期的影响

刁欣悦，郇延军*，马 菲，刘 丽
（江南大学 食品学院，江苏 无锡 214122）

摘要：为找出一种可延长卤凤爪货架期的大蒜水提物，选取大肠杆菌与金黄色葡萄球菌进行K-B体外抑菌试验，综合抑菌实验与感官评价结果，得出普通水提法获得的大蒜水提物为最佳保鲜剂。而后，采用浸泡法对卤凤爪进行保鲜处理，并通过测定储藏过程中卤凤爪的菌落总数和挥发性风味成分（气相色谱-质谱联用 GC-MS）确定其实际保鲜效果。结果表明：普通水提法获得的大蒜水提物有很强的抑菌作用，并且对卤凤爪的挥发性风味保持较好，可维持其较好品质。大蒜水提物是一种天然抑菌物质，可应用于熟制卤鸡肉的保鲜，为熟制肉制品的保鲜提供一条新思路。

关键词：大蒜水提物；卤凤爪；气相色谱-质谱联用（GC-MS）；货架期
中图分类号：TS 251.92　**文章编号：**1673-1689(2020)12-0085-07　**DOI：**10.3969/j.issn. 1673-1689.2020.12.013

Effect of Garlic Aqueous Extracts on Shelf Life of Sauced Chicken Claws

DIAO Xinyue, *HUAN Yanjun**, *MA Fei*, *LIU Li*
(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The garlic aqueous extracts which can prolong the shelf life of sauced chicken claws was investigated via K-B *in vitro* bacteriostasis test based on *E. coli* and *S. aureus*. The extracts obtained by common aqueous extraction method was selected as the best preservative according to the results of bacteriostasis experiment and sensory evaluation. The immersion method was then used to preserve the sauced chicken claws. The actual fresh-keeping effect during storage was determined by measuring the total viable counts and the volatile flavor components (gas chromatography-mass sepetrometry, GC-MS). The results showed that the garlic aqueous extracts had strong bacteriostasis, exhibiting good preservation effect on the volatile flavor of sauced chicken claws. Garlic aqueous extracts are natural bacteriostatic substances which can be used in cooked sauced chicken claws preservation. More important, this method provides a new idea for the preservation of cooked meat products.

Keywords: garlic aqueous extracts, sauced chicken claws, GC-MS, shelf life

卤凤爪属于中国传统酱卤肉制品，由于其独特的风味和口感深受广大消费者的喜爱。当前，卤凤爪以散装销售为主，因产品未经严格杀菌处理且包装简单，销售环境卫生难以保证等问题，导致其货架期极短，严重阻碍产业的升级发展并造成很大的资源浪费[1]。为延长其货架期，食品保鲜剂与包装技

收稿日期：2019-06-03

* **通信作者：**郇延军（1963—），男，博士，副教授，硕士研究生导师，主要从事肉制品研究。E-mail：huanyanjun@jiangnan.edu.cn

术被广泛应用,黄艳梅等[2]使用复合保鲜剂延长了酱卤肉制品的货架期,气调技术被 Zhai 等[3]应用于盐水鸭的保鲜当中。随着产品安全性的要求提高,化学合成的保鲜剂越来越不被大众接受,而天然植物提取物作为新的保鲜剂则逐渐被大众所熟知[4]。

大蒜,属草本植物,为常见的食品调味料,具有较高的食用和药用价值。大蒜中的蒜氨酸是大蒜素的前体物质,当蒜氨酸与蒜酶接触会形成大蒜素,大蒜素分子中的氧原子可与细菌生长繁殖所必需的半胱氨酸中的巯基结合从而抑制细菌的生长[5],具有“天然广谱抗生素”之称。大蒜素对多种革兰氏阳性菌和阴性菌都具有很强的抑制作用,可作为抑菌剂添加到食品中,其提取方式一般为蒸馏(大蒜油)、水提、醇提等,但蒸馏法的得率太低[6],而醇提又存在溶剂残留及浪费问题,因此水提法得到了广泛的应用。魏亚青等[7]将大蒜水提物添加到麻辣鸡块中辅助间歇微波处理得到了较好的保藏效果。Cao 等[8]使用姜蒜葱混合物水提物成功延长了熟猪肉的货架期。本研究中通过体外抑菌实验以及感官评价,确定出最佳大蒜水提物的提取方式,并采用浸泡法将其应用于散装卤凤爪的保鲜上,研究其在保藏中对散装卤凤爪菌落总数及风味的影响,为大蒜水提物在散装卤肉制品的应用提供一定的理论基础,也为散装酱卤肉制品的保鲜提供一条新思路。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

蒜、凤爪、调味料等:购于无锡滨湖区欧尚超市。化学试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

JYL-C012 型料理机:九阳股份有限公司产品;SB-5200-DTN 型超声清洗仪:宁波科学生物技术有限公司产品;ORW08S-5Z 微波干燥机:南京奥润微波有限公司、产品;2-16PK 型离心机:德国 SIGMA 公司产品;三重四级杆气质联用仪:美国赛默飞世尔科技公司产品;SW-CJ-2FD 型洁净工作台:苏州安泰空气技术有限公司产品。

1.3 方法

1.3.1 大蒜水提物的提取方法 根据文献报道选择以下 4 种提取方式作为本文研究对象:

普通水提[6]:取 100 g 脱皮大蒜加入 200 mL 蒸馏水后打浆,浆料于 4 ℃下进行 5 000 r/min、20 min 的离心处理,取上清液过 0.22 μm 滤膜,滤液于 4 ℃避光保藏;所得水提物以 W 表示。

超声辅助提取[8]:取 100 g 脱皮大蒜切碎后与 200 mL 蒸馏水混合,于 30 ℃下超声 30 min,超声功率为 200 W、40 kHz,结束后进行打浆处理。浆料于 4 ℃下进行 5 000 r/min、20 min 的离心处理,取上清液过 0.22 μm 滤膜,滤液于 4 ℃避光保藏;所得水提物以 U 表示。

微波处理后提取[9]:取 100 g 脱皮大蒜,于 800 W 下微波处理 2 min,放至室温后加入 200 mL 蒸馏水进行打浆处理,浆料于 4 ℃下进行 5 000 r/min、20 min 的离心处理,取上清液过 0.22 μm 滤膜,滤液于 4 ℃避光保藏;所得水提物以 M 表示。

酸与微波联合处理后提取[9]:取 100 g 脱皮大蒜,于 pH 3.0 柠檬酸中浸泡 1 h 后擦除表面水分,于 600 W 下微波处理 1 min,放至室温后加入 200 mL 蒸馏水进行打浆,浆料于 4 ℃下进行 5 000 r/min、20 min 的离心处理,取上清液过 0.22 μm 滤膜,滤液于 4 ℃避光保藏;所得水提物以 S 表示。

1.3.2 样品处理 凤爪采用 80 ℃中高温卤制方法[10],冷却至室温后,于超净台中进行浸泡与晾干处理,浸泡 2 min,晾 30 min,表面晾干后装入包装袋,于 4 ℃下储藏。浸泡液为大蒜提取物的稀释液,稀释倍数为 5 倍,即大蒜提取物质量浓度为 10 g/dL。以无菌生理盐水浸泡组样品为空白对照组,记为 C 组,采用普通水提组浸泡的为 W 组,超声组为 U 组,微波组为 M 组,酸与微波协同处理组为 S 组。

1.3.3 指标测定

1)K-B 法测定大蒜提取物抑菌活性 选取大肠杆菌与金黄色葡萄球菌 2 种菌株作为革兰氏阴性菌与阳性菌代表进行 K-B 体外抑菌实验,取 1 mL 细菌浓度约为 1×10^8 CFU/mL 的处于对数生长期的菌悬液,均匀涂布于琼脂培养基上,制成含菌平板。将直径为 6 mm 的无菌滤纸片浸泡于质量浓度为 10 g/dL 的大蒜提取物中 5 min,用无菌镊子取出后贴于含菌平板上,每块平板上贴 4 张滤纸片,平板倒置于 37 ℃培养箱中,培养 24 h 后测量抑菌圈直径。浸泡无菌生理盐水的滤纸片作为空白对照组。

2)感官评定 根据 Zhang[11]的方法稍做修改,选择 7 位经过训练的食品研究者,从外观、色泽、风味、蒜味残余等方面对卤凤爪进行感官评定,其中 10 分为最佳(外观完整、色泽良好、香气浓郁、几乎

无蒜味、接受度非常高),7 分为中等接受程度(外观较完整、色泽一般、香气稍弱、有轻微蒜味、接受度中等),低于 5 分为不可接受(外观不完整、色泽差、几乎无香气、蒜味严重、无法接受)。为保证口感一致,评定前统一微波复热 2 min。

3)菌落总数　根据 K-B 抑菌试验及感官评定的综合结果分析,选取最佳大蒜水提物进行保鲜实验,菌落总数测定方式参照 GB 4789.2—2016《食品微生物学检验 菌落总数测定》[28]。样品均采用 GB 4789.1《食品微生物学检验　总则》[29]中规定的 3 次取样法进行取样。

4)气相色谱-质谱联用(GC-MS)鉴定挥发性风味成分[12]　萃取头在气相色谱仪入口处 250 ℃老化 2 h,将 5 g 卤凤爪样品密封在气相瓶中,立即将萃取头插入瓶中,在 80 ℃下平衡 10 min,然后吸收 20 min。 最后,将萃取头装入 250 ℃的气相色谱中 5 min,开始收集数据。

气相色谱(GC)条件:Agilent HP-5MS 毛细管柱(30 m×0.25 mm×0.25 μm)。入口温度为 250 ℃,载气为氦气,柱流量为 1.0 mL/min,柱温设定根据米瑞芳等[13]方法稍做修改:初始温度为 60 ℃,以 4 ℃/min 程序升温至 116 ℃,保持 20 min 后,以 5 ℃/min 升温至 160 ℃,最后以 20 ℃/min 升温至 280 ℃并保持 2 min。

质谱(MS)条件:采用 EI 离子源,电子能量为 70 eV,四极杆温度为 150 ℃,界面温度为 250 ℃,质量扫描范围 *m/z* 50~500。结果对比 NIST 98 谱库。

1.4　数据处理

应用 WPS 2019,SPSS 20,Origin 8 等软件进行数据处理与分析, 采用 ANOVA 法进行方差分析并表达为“平均数±误差”,认为 $P<0.05$ 存在显著差异。

2 结果与分析

2.1　大蒜水提物的抑菌效果分析

金黄色葡萄球菌是酱卤肉制品中常见的致病菌,而大肠杆菌是酱卤肉制品中常见的腐败菌及致病菌[14],它们的大量生长繁殖不仅会导致产品品质的劣变,还会给人们的健康带来隐患。因此,抑制它们的生长繁殖对延长卤凤爪货架期,提高产品的安全性有着重要的意义。

抑菌圈直径的大小可以表征抑菌物质抑菌能力的强弱,直径越大说明抑菌能力越强,普通水提法获得的大蒜水提物对于 2 种菌的综合抑菌能力最好,超声提取法可增加大蒜水提物对金黄色葡萄球菌的抑制能力,而经过微波处理的大蒜水提物对 2 种细菌的抑菌能力都有所下降, 这是由于微波这一热源的处理会导致蒜氨酸酶的活性降低甚至失活,从而无法产生具有抑菌作用的大蒜素[15],虽然降低了蒜臭味的产生, 但是对其抑菌效果的影响更大。同样的,柠檬酸浸泡处理也降低了蒜氨酸酶的活性,从而导致该法获得的水提物对金黄色葡萄球菌完全失去了抑制作用(见表 1)。

表 1　不同大蒜水提物抑菌圈直径

Table 1　Inhibition zone diameters of different garlic aqueous extracts

cm

大蒜水提物	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌
空白	--	--
W	3.15±0.245^{a}	1.88±0.144 5^{b}
U	1.84±0.074 4^{b}	2.08±0.260^{a}
M	1.74±0.130^{b}	1.18±0.224^{c}
S	1.13±0.231 5^{c}	--

注:同种菌株的显著差异使用不同小写字母表示($P<0.05$);--表示无抑菌圈。

2.2　感官评定结果分析

产品的感官是决定消费者是否接受该产品的直接因素,因此所采用的保鲜方式不能给产品的感官带来负面影响是尤为重要的一点。大蒜水提物虽具有较强的抑菌作用,但其本身的蒜臭味却会令人不愉快[16],因此添加大蒜水提物对卤凤爪风味的影响是必须考虑的一个因素。通过分析感官评价小组的评价结果得出, 在第 0 天时 W 组的蒜味最重,S 组的蒜味最轻, 蒜味保留都属于可接受范围内,说明采用 10 g/dL 质量浓度的大蒜水提物浸泡卤凤爪的方式对产品的风味影响不大。第 5 天时,所有组别产品的感官评分都大幅度下降,其中 W 组的总体接受程度最高,这是由于产品不良风味与微生物的数量是呈正相关的[17],W 组的大蒜水提物抑菌能力最强,风味也保持最好(见表 2)。因此,综合 K-B 实验与感官评价的结果,使用普通水提法获得的大蒜水提物(W)作为保藏实验的研究主体,进行下一步试验。

2.3　菌落总数分析

菌落总数是评价熟肉制品品质的重要指标之一,可以通过其预测出产品的货架期,对产品的安

表 2　感官评分表

Table 2　Sensory Scoring Sheet

时间/d	指标	W 组	U 组	M 组	S 组
0	外观	9.3±0.13^{a}	9.2±0.20^{a}	9.3±0.31^{a}	9.3±0.26^{a}
	色泽	8.9±0.15^{a}	8.9±0.23^{a}	9.0±0.29^{ab}	8.8±0.16^{a}
	风味	8.3±0.31^{a}	8.3±0.13^{a}	8.2±0.21^{a}	8.1±0.27^{b}
	蒜味	7.8±0.27^{a}	8.1±0.32^{b}	8.2±0.24^{bc}	8.3±0.33^{cd}
	总体接受度	8.5±0.18^{a}	8.5±0.21^{a}	8.6±0.38^{a}	8.6±0.29^{a}
5	外观	7.2±0.28^{a}	7.2±0.15^{a}	7.0±0.29^{b}	6.9±0.14^{b}
	色泽	6.9±0.17^{a}	6.7±0.21^{b}	6.7±0.30^{b}	6.8±0.21^{ab}
	风味	6.2±0.19^{a}	6.2±0.25^{a}	5.9±0.27^{b}	6.1±0.16^{a}
	蒜味	5.4±0.08^{ab}	5.3±0.18^{b}	5.2±0.16^{b}	5.5±0.23^{a}
	总体接受度	6.1±0.15^{a}	5.9±0.12^{b}	5.7±0.19c	5.7±0.26^{c}

注：不同处理方式相同指标之间的显著差异使用不同小写字母表示（P<0.05）。

全性有着重要的指导意义。从表 3 中可以看出，W 组的菌落总数一直明显低于 C 组（P<0.05），且生长速率也低于 C 组，表明大蒜水提物的加入可以有效地抑制卤凤爪中微生物的生长，起到很好的抑菌保鲜效果。这是由于大蒜水提物中的含硫化合物特别是大蒜素有很强的抑菌效果，并且大蒜素分子中的氧原子可与半胱氨酸中的巯基结合使细菌致死[18]。由于大蒜素具有挥发性且容易氧化[19]，因此随着时间的变化其抑菌效果下降，导致微生物生长速率增快。

表 3　储藏过程中菌落总数变化

Table 3　Changes in total viable counts during storage

时间/d	C 组	W 组
0	2.66±0.036 1^{aA}	2.66±0.036 1^{aA}
1	3.14±0.023 1^{aB}	2.99±0.013 9^{bB}
2	4.21±0.007 9^{aC}	3.34±0.012 7^{bC}
3	5.22±0.007 3^{aD}	3.92±0.005 7^{bD}
4	7.21±0.013 1^{aE}	4.87±0.026 4^{bE}
5	8.43±0.008 4^{aF}	5.57±0.005 9^{bF}

注：处理方式之间的显著差异使用不同小写字母表示（P<0.05）；时间上的显著差异使用不同大写字母表示（P<0.05）。

2.4　GC-MS 挥发性风味分析

经过 GC-MS 图谱分析，新鲜组（0 d）共检测出 80 种挥发性风味物质，而储藏 5 d 后的 C 组与 W 组分别检测出 87 种和 70 种挥发性风味物质，说明卤凤爪的挥发性气味成分比较复杂，且储藏过程中会有变化。通过表 4 可以看出，新鲜样品与不同保藏方式保藏 5 d 后卤凤爪的挥发性风味成分差异很大，其中储藏后的 2 组烃类物质明显减少，含氮、含硫、杂环化合物明显增多，特别是胺类物质显著上升，无论是从含量还是种类上来讲，C 组的变化明显大于 W 组，说明大蒜水提物在一定程度上可以维持卤凤爪的挥发性风味成分，这与大蒜水提物良好的抑菌效果有关。

卤凤爪中的萜烯类物质可能与煮制过程加入的香辛料有关[20]，这也使得卤凤爪具有特殊清香味，如柠檬烯（新鲜 0.93%，C 组无，W 组 1.08%）具有柠檬香味，它对卤凤爪的特征风味有一定的贡献，而烷烃类则因为阈值较高一般认为对风味无特殊贡献，但有可能是形成杂环化合物的中间体[20]。

由于阈值较低，具有特殊香气，醛类物质被认为对肉的风味具有较大影响[21]。本次实验中检测出的含量相对比例较高的壬醛（新鲜 6.39%，C 组 0.43%，W 组 6.99%）具有油脂气味和柑橘香，对卤凤爪的特殊香气影响较大。烯醛被认为是鸡肉独有的香气，此实验中 3 组中都检测出的烯醛有 2 种，分别是（E）-2-辛烯醛（新鲜 0.61%，C 组0.13%，W 组 0.65%）与（E,E）-2,4-癸二烯醛（新鲜 0.78%，C 组 0.39%，W 组 1.02%），其中（E）-2-辛烯醛具有鸡肉香味，（E,E）-2,4-癸二烯醛是亚油酸自动氧化生成[23]，是非常重要的鸡肉特征风味。表 5 显示 W 组的醛类物质对比新鲜组有明显的增多，这是由于储藏过程中脂类不断氧化，生成具有香味的醛类，使得卤凤爪具有更加浓郁的脂香味。

醇类物质一般来自脂质的氧化和 Strecker 反应产生，但是由于饱和醇类的阈值较高，一般认为不会对卤凤爪的风味产生太大影响，不饱和醇类的阈值相对较低，会对卤凤爪的风味做出贡献[24]。

表 4　卤凤爪主要挥发性风味物质

Table 4　Volatile flavor substances of spiced chicken claws

	出峰时间/min	挥发性风味成分	新鲜(0 d)	C 组(5 d)	W 组(5 d)
烃	11.30	柠檬烯	0.93	–	1.08
	11.53	1-甲基-4-(1-甲基乙烯基)-环己烯	0.23	1.00	–
	16.10	十二甲基环己烷	7.75	–	0.29
	21.22	四癸甲基环庚硅氧烷	12.11	0.08	–
	24.24	戊基-环丙烷	0.95	–	0.56
	12.95	对伞花烃	–	0.16	0.31
	5.74	甲苯	8.60	4.65	5.29
	32.90	3-苯基-2-丙烯	–	0.53	2.40
醛	7.11	己醛	2.57	–	6.74
	11.10	庚烷醛	0.47	–	0.45
	15.64	辛烷醛	1.54	–	1.6
	19.44	壬醛	6.39	0.43	6.99
	20.53	(E)-2-辛烯醛	0.61	0.13	0.65
	22.61	癸醛	0.58	–	0.85
	23.22	苯甲醛	0.83	0.28	1.75
	23.57	2-壬醛	0.52	0.15	0.60
	26.32	(E)-2-葵醛	1.32	–	0.85
	28.85	2-十一碳烯醛	0.74	0.17	0.59
	29.17	(E,E)-2,4-癸二烯醛	0.78	0.39	1.02
	29.42	2-甲基-3-苯基-丙醛	1.3	–	7.41
	34.17	反式-4,5-二环氧(E)-2-癸烯醛	0.59	0.21	0.45
	34.57	4-甲氧基-苯甲醛	0.19	0.14	0.77
	15.26	(Z)-2-庚烯醛	–	0.09	0.21
	25.25	3,7-二甲基-2,6-辛二醛	–	0.17	0.49
	26.44	柠檬醛	–	0.15	0.54
醇	2.01	(R)-2-氨基-2-丙醇	3.82	–	0.70
	11.70	桉叶醇	0.72	0.55	1.03
	18.21	1-己醇	0.62	1.03	0.39
	23.98	3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇	2.09	4.81	10.82
	27.58	ά-松油醇	0.16	0.24	0.61
	30.52	雌二醇	0.44	0.12	2.17
	39.70	4-甲基-5-噻唑乙醇	0.35	0.05	0.15
	43.27	13,13-二甲基-3,6,9-三氧杂-13-硅十四烷-1-醇	0.19	0.18	0.15
	43.43	1,2,4-三唑-3-丙醇,4,5-二氢-5-硫氧杂-	2.95	–	0.82
	19.39	1-辛烯-3-醇	–	0.25	1.37
	23.32	松油烯-4-醇	–	0.29	0.45
	30.27	苯乙醇	–	0.21	0.64
	33.99	对甲基-7-醇	–	0.12	0.27
酮	17.23	2,3-辛二酮	0.41	–	0.55
	17.53	6-甲基-5-庚-2-酮	0.44	0.4	0.93
	31.52	2-仲丁基环己酮	0.38	–	0.33
	35.49	3-壬烯-2-酮	0.32	–	0.3
	17.38	1,3,3-三甲基-二环[2.2.1]庚烷-2-酮	–	0.19	0.36
	13.98	乙偶姻	–	14.1	–
含氮、含硫、杂环化合物	1.84	2-(氮丙啶基乙基)-胺	6.11	14.11	20.8
	21.93	二烯丙基二硫化物	0.4	0.49	0.18
	13.09	2-戊基-呋喃	0.29	0.08	0.21
	3.99	2-羟基-丙酰胺	–	0.45	0.38
	1.68	氨基甲酸铵盐	–	36.6	–

注:此表中仅列出两组及以上共有的风味物质和仅单组含有但相对含量不低于 1%的风味成分

表 5　主要挥发性成分比较

Table 5　Comparison of main volatile components

组别	烃类		醛类		醇类		酮类		含氮含硫杂环化合物	
	种类	相对含量/%	种类	相对含量/%	种类	相对含量/%	种类	相对含量/%	种类	相对含量/%
新鲜	15	33.14	20	20.00	18	18.32	7	2.19%	7	9.36
C 组(5 d)	17	8.56	15	5.17	21	9.93	5	15.13%	10	52.25
W 组(5 d)	12	11.94	19	32.21	17	22.89	6	2.61%	6	23.23

酮类物质相比醛类物质而言，有较高的阈值，对风味的影响不大[25]，其中检测出相对含量较高的2,3-辛二酮(新鲜 0.41% ,C 组无,W 组 0.55%) 具有甜的奶油香味,属于卤凤爪的特征性风味。C 组中酮类物质相对含量明显高于其他 2 组是因为检测出大量的乙偶姻(14.1%),它属于细菌挥发物,常出现在变质肉中,这表明 C 组已经不能食用[26],W 组中酮类种类与相对含量与新鲜组相近,且无乙偶姻检测出,说明大蒜水提物对卤凤爪具有较优的保鲜效果。

储藏组较新鲜组胺类物质相对含量显著增多，C 组内还检测出来大量的氨基甲酸铵，表明该凤爪已经完全腐败。通过 GC-MS 的数据分析对比,可以看出 W 组与新鲜组的卤凤爪挥发性成分比较相似，而 C 组检测出大量乙偶姻 (14.1%) 这种可被认为是煮熟的家禽产品中细菌腐败的潜在生物标志物[27],这也验证了微生物的数量越多卤凤爪风味越差，抑菌效果的好坏与产品风味存在正相关的关系,大蒜水提物对卤凤爪具有良好的保鲜效果。

3 结　语

本文中首先通过 K-B 体外抑菌实验及感官评价的结果选择出最佳大蒜水提物的提取方式,然后采用浸泡的方式对卤凤爪进行保鲜,分析菌落总数及 GC-MS 数据，进一步验证大蒜水提物对卤凤爪的抑菌保鲜作用。实验结果表明,普通水提法得到的大蒜水提物综合抑菌效果最好,但是超声提取法所得水提物对金黄色葡萄球菌的抑制效果要优于普通水提法,结合感官评价结果,最终选择能更好保持卤凤爪风味的普通水提法作为大蒜水提物的最佳提取方法。菌落总数与 GC-MS 的结果表明卤凤爪的风味与微生物的数量有一定关系,保藏过程中微生物数量越多卤凤爪风味越差,抑菌效果越好风味保持越好,大蒜水提物具有良好的保鲜效果。大蒜水提物属于天然植物提取物,且安全性高,此法也适用于其他熟制肉制品的保鲜,为熟制肉制品的保鲜提供一条新思路。

参考文献:

[1] 张玉凤,王頔. 市售熟肉制品微生物学检验结果分析[J]. 中国卫生产业,2018,15(1):142-143.

[2] 黄艳梅,郇延军. 复合保鲜剂延长酱卤肉制品货架期的研究[J]. 食品科技,2016(7):256-259.

[3] ZHAI Y,HUANG J,KHAN I A,et al. Shelf-life of boiled salted duck meat stored under normal and modified atmosphere[J]. **Journal of Food Science**,2018,83(1) 147-152.

[4] NIKMARAM N,BUDARAJU S,BARBA F J,et al. Application of plant extracts to improve the shelf-life,nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products[J]. **Meat Science**,2018,145:245-255.

[5] MARTINS N,PETROPOULOS S,FERREIRA I. Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions:a review[J]. **Food Chemistry**,2016,211:41-50.

[6] CHEN C,LIU C H,CAI J,et al. Broad-spectrum antimicrobial activity,chemical composition and mechanism of action of garlic (*Allium sativum*) extracts[J]. **Food Control**,2018,86:117-125.

[7] 魏亚青,唐彬,张洪翠,等. 姜蒜提取物对微波间歇处理麻辣鸡块的辅助保鲜作用[J]. 包装工程,2018,39(21):102-110.

[8] CAO Y，GU W，ZHANG J，et al. Effects of chitosan，aqueous extract of ginger，onion and garlic on quality and shelf life of stewed-pork during refrigerated storage[J]. **Food Chemistry**，2013，141(3)：1655-1660.
[9] 曹薇. 脱臭大蒜提取物对鸭梨保鲜效果的初步研究[D]. 邯郸：河北工程大学，2017.
[10] 刁欣悦，南家莲，郇延军，等. 干冰气调法对散装卤凤爪货架期的影响[J]. 食品与发酵工业，2019，45(15)：182-188.
[11] ZHANG X，WANG H，LI N，et al. High CO_2-modified atmosphere packaging for extension of shelf-life of chilled yellow-feather broiler meat：a special breed in Asia[J]. **LWT – Food Science and Technology**，2015，64(2)：1123-1129.
[12] ZHANG M，CHEN X，HAYAT K，et al. Characterization of odor-active compounds of chicken broth and improved flavor by thermal modulation in electrical stewpots[J]. **Food Research International**，2018，109：72-81.
[13] 米瑞芳，刘俊梅，胡小松，等. 杀菌方式对即食猪肉片挥发性风味物质的影响[J]. 中国食品学报，2017，17(12)：225-235.
[14] 刘晓红，李嘉文，翟平平，等. 卤鸭脖中优势腐败菌和致病菌的分离与鉴定[J]. 肉类工业，2012(6)：32-34.
[15] 李文清. 大蒜素的合成、转化及其稳定性研究[D]. 广州：暨南大学，2015.
[16] 孙思成，刘璐璐，徐新星，等. 适宜超高压处理条件脱除大蒜臭味保持抗氧化和抑菌能力[J]. 农业工程学报，2017，33(19)：308-314.
[17] PREETI S，ALI ABAS W，SVEN S，et al. Understanding critical factors for the quality and shelf-life of MAP fresh meat：a review[J]. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**，2011，51(2)：146-177.
[18] MARCHESE A，BARBIERI R，SANCHES-SILVA A，et al. Antifungal and antibacterial activities of allicin：a review[J]. **Trends in Food Science & Technology**，2016，52：49-56.
[19] WANG Y，JIA J，SHAO J，et al. Preservative effects of allicin microcapsules on daily foods[J]. **LWT– Food Science and Technology**，2018，98：225-230.
[20] 徐晓兰，陈海涛，綦艳梅，等. SDE-GC-MS 分析胡同坊北京酱鸡的挥发性风味成分[J]. 食品科学，2011，32(22)：237-242.
[21] 孔宇，李娜，薛丽丽，等. HS-SMPE-GC-MS 分析不同烧鸡中的挥发性风味物质[J]. 食品研究与开发，2017，38(14)：164-168.
[22] 郝宝瑞，张坤生，张顺亮，等. 基于 GC-O-MS 和 AEDA 法对清酱肉挥发性风味成分分析[J]. 食品科学，2015，36(16)：153-157.
[23] 王建辉，王秀，陈奇，等. 氧化分解过程中亚油酸组成成分及挥发性物质的变化[J]. 食品与机械，2016，32(5)：5-10.
[24] 张建友，赵瑜亮，丁玉庭，等. 脂质和蛋白质氧化与肉制品风味特征相关性研究进展[J]. 核农学报，2018，32(7)：1417-1424.
[25] 何苗，陈洁，曾茂茂，等. 高温杀菌对福建风味鸭风味的影响[J]. 食品与机械，2014(3)：29-34.
[26] HOLM E S，ADAMSEN A P S，FEILBERG A，et al. Quality changes during storage of cooked and sliced meat products measured with PTR-MS and HS-GC-MS[J]. **Meat Science**，2013，95(2)：302-310.
[27] GEERAERTS W，VUYST L D，LEROY F，et al. Monitoring of volatile production in cooked poultry products using selected ion flow tube-mass spectrometry[J]. **Food Research International**，2019，119：196-206.
[28] 国家食品药品监督管理总局，国家卫生和计划生育委员会. 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[S]. 北京：中国标准出版社，2016.
[29] 国家食品药品监督管理总局，国家卫生和计划生育委员会. GB 4789.1-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 总则[S]. 北京：中国标准出版社，2016.