DOI:10.13652/j.spjx.1003.5788.2024.80497

卡拉胶变性淀粉联合轻度熟化对灭菌型黄焖鸡品质的影响

王馨蕊　李有莹　马菲菲　李荣辉　苏火生

（云南省农业科学院农产品加工研究所，云南 昆明　650000）

摘要：[**目的**]探索卡拉胶、变性淀粉这类多糖保水剂联合轻度熟化对灭菌型黄焖鸡食用品质的影响，改善常温贮藏的预制黄焖鸡的食用品质。[**方法**]在轻度熟化条件下，先对比单独、复配使用卡拉胶及变性淀粉的鸡肉嫩度保持效果，对较优的处理组进行单因素试验，根据单因素试验结果开展全面试验，对全面试验得到的最优多糖保水剂配比进行验证实验。通过测定鸡肉剪切力、全质构特性、蒸煮损失率、色泽、感官评价等指标，对黄焖鸡品质进行评价。[**结果**]卡拉胶和变性淀粉两种多糖保水剂复配处理的鸡肉嫩度较好，最优组合为0.2%卡拉胶和0.5%变性淀粉复配，此多糖保水剂联合轻度熟化的黄焖鸡，在灭菌后食用品质保持效果较好，鸡肉嫩度较佳，硬度较小，蒸煮损失率较低，鸡肉光泽较好，口感较优，滋味良好。[**结论**]卡拉胶变性淀粉联合轻度熟化可以一定程度上改善灭菌导致的黄焖鸡品质下降。

关键词：多糖保水剂；卡拉胶；变性淀粉；黄焖鸡；食用品质；熟化

Effect of carrageenan and modified starch combined with mild cooking on the quality of sterilized braised chicken

WANG Xinrui　LI Youying　MA Feifei　LI Ronghui　SU Huosheng

（*Institute of Agro-products Processing*, *Yunnan Academy of Agricultural Science*, *Kunming*, *Yunnan* 650000, *China*）

Abstract: [**Objective**] To explore the effect of polysaccharide water-retaining agents, such as carrageenan and modified starch, combined with mild cooking on the eating quality of sterilized braised chicken, and to improve the edible quality of pre-cooked braised chicken suitable for room-temperature storage. [**Methods**] Under mild cooking conditions, the tenderness retention effects of carrageenan and modified starch, used individually and in combination, were first compared. A single-factor test was then conducted on the better-performing treatment group. Based on the results of the single-factor test, a comprehensive experiment was carried out, and the optimal ratio of polysaccharide water-retaining agents obtained from the comprehensive test was further verified. The quality of braised chicken was evaluated by measuring shear force, texture profile analysis, cooking loss rate, color, and sensory attributes. [**Results**] The combined use of carrageenan and modified starch resulted in better tenderness of the chicken, with the optimal combination being 0.2% carrageenan and 0.5% modified starch. Braised chicken treated with this combination of polysaccharide water-retaining agents and mild cooking showed better retention of eating quality after sterilization, including improved tenderness, reduced hardness, lower cooking loss, enhanced meat glossiness, better mouthfeel, and favorable taste. [**Conclusion**] The combination of carrageenan and modified starch with mild cooking can, to a certain extent, alleviate the quality deterioration of braised chicken caused by sterilization..

Keywords: polysaccharide water-retaining agent; carrageenan; modified starch; braised chicken; eating quality; cooking

---

基金项目：云南省科技厅创新引导与科技型企业培育计划（编号：202304BI090032-19）

通信作者：苏火生（1980—），男，云南省农业科学院副研究员，硕士。E-mail：shs304@163.com

收稿日期：2024-05-29　**改回日期：**2025-03-03

引用格式：王馨蕊，李有莹，马菲菲，等. 卡拉胶变性淀粉联合轻度熟化对灭菌型黄焖鸡品质的影响[J]. 食品与机械，2025，41(4)：123-129.

Citation: WANG Xinrui, LI Youying, MA Feifei, et al. Effect of carrageenan and modified starch combined with mild cooking on the quality of sterilized braised chicken[J]. Food & Machinery, 2025, 41(4): 123-129.

黄焖鸡是一道广受消费者喜爱的菜肴，其商业价值和市场需求不断攀升，但其销售模式基本限于餐厅内现做现吃。随着中国预制菜行业快速发展，禽肉作为预制菜主要类别，其需求也不断扩大[1]。预制黄焖鸡现多为真空包装、气调包装，低温冷藏销售，货架期短，对加工环境和贮藏温度要求高[2]。与之相比，灭菌型产品可常温贮藏数月，但因杀菌温度较高，会降低产品质构特性[3]，肉制品易失水而口感偏柴。

菜肴熟化程度对成品品质影响明显，在预制菜生产过程中，菜品一般会被加热至全熟，导致开封时产品品质不佳。随着加热时间延长，肌原纤维结构改变，肌纤维和结缔组织中的蛋白质发生变性及水解等，鸡肉保水性开始降低，蒸煮损失增加，使得熟化后的半成品禽肉食用品质下降[4]。有研究者[5]在驴肉等产品中开展了轻度熟化提升菜肴品质试验。肉制品的保水性是评定肉制品品质的重要指标之一[6]。添加保水剂是提高保水性的有效途径，磷酸盐是肉制品中使用最广泛的保水剂，但用量过大会导致产品风味恶化，危害人体健康[7]。卡拉胶、变性淀粉等多糖类无磷保水剂对人体较为安全且具有一定营养价值，其在肉制品中的应用已有较为广泛的研究。

单独针对多糖保水剂提升肉类品质的研究已较为深入[8−10]，通过轻度熟化改善肉品质量的研究也有少量报道。在灭菌型肉制品中，由于灭菌温度过高，采用单独轻度熟化或单独添加多糖保水剂可能不能满足产品保水方面的要求。将多糖保水剂和轻度熟化这两种方式联合使用，改善鸡肉因灭菌导致的品质劣变，还未见有相关研究。由于灭菌型黄焖鸡需要常温保存，高温杀菌为必要加工环节，改善以往在灭菌前将菜品加热至完全熟化的工艺，在烹饪阶段采用轻度熟化，缩短菜品受热时间，可以在加工环节减少因温度导致的菜品食用品质变化。研究拟探索多糖保水剂联合轻度熟化对灭菌型黄焖鸡食用品质的影响，以期为黄焖鸡等禽类预制菜产业化提供基础数据支持。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

鸡大胸：麦德龙商业集团有限公司；

精制纯卡拉胶：食品级，绿新（福建）食品有限公司；

玉米变性淀粉：食品级，山东众友生物科技有限公司。

1.1.2 主要仪器设备

质构仪：TMS-Touch型，美国FTC公司；

分析天平：ME204型，梅特勒—托利多仪器（上海）有限公司；

分光测色计：CM-5型，日本柯尼卡美能达控股株式会社。

1.2 方法

1.2.1 黄焖鸡制备 以600 g冷冻鸡大胸为一份，每份成品装在一个铝箔包装碗中待测。将鸡胸肉在4 ℃解冻24 h，用清水冲去血水2 min，用厨房纸轻轻吸干表面水分；将鸡大胸顺肌纤维方向切成长3 cm、宽3 cm、高2 cm小块的鸡肉；加入3 g盐、13 g料酒，抓拌鸡肉5 min，4 ℃腌制20 min；设置电磁炉功率为800 W，将炒锅加热30 s，加入60 g花生油，加热1 min；加入0.5 g花椒，电磁炉功率800 W，均匀翻炒30 s；加入30 g大蒜片、20 g生姜片、60 g干辣椒段，电磁炉功率800 W，均匀翻炒2 min；加入鸡块，电磁炉功率1 200 W，均匀翻炒3 min；加入60 g纯净水，电磁炉功率1 200 W，煮制5 min；加入3 g酱油，电磁炉功率1 600 W，均匀翻炒30 s；出锅冷却，装入铝箔包装碗中，封口，121 ℃灭菌15 min。

需要添加卡拉胶、变性淀粉保水剂的处理组在腌制时与盐、料酒一起加入。通过减少煮制收汁的时间，使鸡肉在烹饪阶段轻度熟化，即在煮制时加入的纯净水由60 g减少为12 g，煮制的时间由5 min减少至1 min，其他步骤一致。

1.2.2 指标测定

（1）剪切力：取加工好的整块鸡肉用质构仪进行测定。探头型号为燕尾单刀探头，剪切头垂直于肌肉纤维方向，力量感元50 N，起始力3 N，测前速度150 mm/min，测试速度150 mm/min，测后速度150 mm/min，每组处理重复测量10块肉样。

（2）全质构特性（texture profile analysis，TPA）：用质构仪TPA模式测定。探头型号为75 mm圆盘探头，力量感元50 N，起始力0.15 N，形变量30%，测前速度150 mm/min，测试速度150 mm/min，测后速度150 mm/min，每组处理重复测量10块肉样。

（3）蒸煮损失率：加工前擦干肉块表面水分并按每份铝箔碗装的肉份量准确称重（精确至0.01 g），加工完成后，从铝箔碗中取出肉样，轻轻擦干表面水分并准确称取每个碗中的肉重。按闫征等[11]的方法计算肉样的蒸煮损失率。对每组处理的肉样进行测定，试验重复3次。

（4）色泽：每次测试前，使用设备配套的白色校正板对分光测色计进行白板校正，之后测定肉样的亮度值L^*、红度值a^*和黄度值b^*。每块肉样平行测定5次，每组处理重复测量6块肉样。

（5）感官评价：感官评价小组由10名经过筛选和训练的评价员（5男，5女，年龄20~50岁）组成。采用9点喜好标度，对黄焖鸡的色泽、气味、滋味、组织形态、口感进行评分，根据对不同黄焖鸡的喜好程度按：1分（极不喜欢）、2分（很不喜欢）、3分（不喜欢）、4分（有点不喜欢）、5分（谈不上喜不喜欢）、6分（有点喜欢）、7分（喜欢）、8分

(很喜欢)、9分(极喜欢)进行接受度检验。

1.2.3　卡拉胶和变性淀粉单独及复配使用比较　结合轻度熟化,选取卡拉胶,变性淀粉两种多糖,进行单一、复配添加,来制作灭菌型黄焖鸡,以处理后测定的鸡肉剪切力筛选适合的多糖保水剂,以未添加保水剂的样品作为对照。设置固定添加量分别为卡拉胶0.2%,变性淀粉0.4%。

1.2.4　卡拉胶与变性淀粉单因素试验　结合轻度熟化,根据上一步试验结果,选择卡拉胶和变性淀粉复配使用,制作灭菌型黄焖鸡。复配保水剂选取1个因素为变量时另1个因素需固定,在特定水平下固定卡拉胶添加量(质量分数)0.2%、变性淀粉添加量(质量分数)0.4%。对复配保水剂单因素试验水平设计:卡拉胶添加量0.05%,0.10%,0.20%,0.30%,0.40%,0.50%;变性淀粉添加量0.05%,0.20%,0.40%,0.60%,0.80%,1.00%。测定指标为剪切力。

1.2.5　卡拉胶与变性淀粉复配全面试验　结合轻度熟化,根据单因素试验结果,确定复配保水剂中卡拉胶和变性淀粉两个因素较适合的3个水平,进行全面试验,制作灭菌型黄焖鸡,以剪切力为测定指标。

1.2.6　验证对比试验　根据复配保水剂全面试验结果,以最优复配保水剂组合,验证保水剂联合轻度熟化对灭菌后黄焖鸡品质的改善效果,测定指标包括剪切力、全质构特性、蒸煮损失率、色泽及感官评价。对比处理共4组,分别为完全熟化且不灭菌、轻度熟化并灭菌、添加最优保水剂并完全熟化且灭菌、完全熟化且灭菌的黄焖鸡。

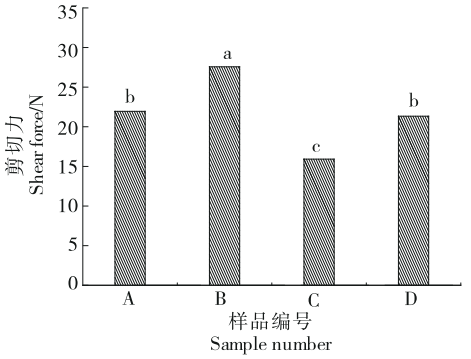
1.3　数据处理

数据使用Excel 2016进行统计处理,所有数据用平均值±标准差表示,采用SPSS 26.0进行显著性分析($P<0.05$),采用Origin 2021作图。

2　结果与分析

2.1　卡拉胶和变性淀粉单独及复配使用效果比较

由图1可以看出,0.2%卡拉胶+0.4%变性淀粉复配处理组的鸡肉剪切力最小,显著低于对照组($P<0.05$),鸡肉嫩度较好。0.2%卡拉胶处理组的剪切力与对照组无显著性差异,翁伙英[12]也发现在午餐肉中单一使用卡拉胶,对午餐肉持水性的提升效果不明显。0.4%变性淀粉处理组剪切力显著高于对照组。有针对复合凝胶特性的研究[13]发现,卡拉胶—变性淀粉二元复合凝胶相较于单体卡拉胶,凝胶强度增大,复合多糖之间的互作有利于凝胶网络结构的形成,而卡拉胶—变性淀粉—蛋白三元复合凝胶能形成更为致密且均匀的微观三维凝胶网络结构,凝胶强度和持水性进一步增大,在黄焖鸡中复配使用卡拉胶和变性淀粉作为多糖保水剂,其可能与鸡肉中的蛋白质发生相互作用,提高鸡肉持水性。由此,选择卡拉胶+变性淀粉两种多糖保水剂复配的组合,进行后续单因素试验。



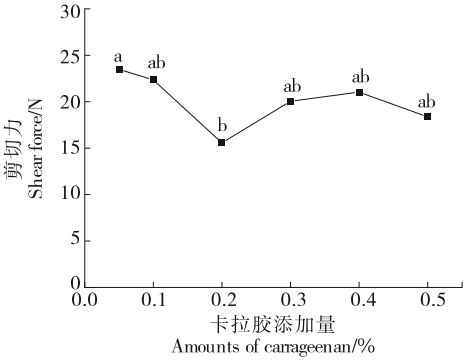
A. 0.2%卡拉胶处理组,B. 0.4%变性淀粉处理组,C. 0.2%卡拉胶+0.4%变性淀粉处理组,D. 对照组;小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

图1　卡拉胶和变性淀粉处理下的鸡肉剪切力

Figure 1　Shear force of chicken under carrageenan and modified starch treatment

2.2　卡拉胶与变性淀粉单因素试验

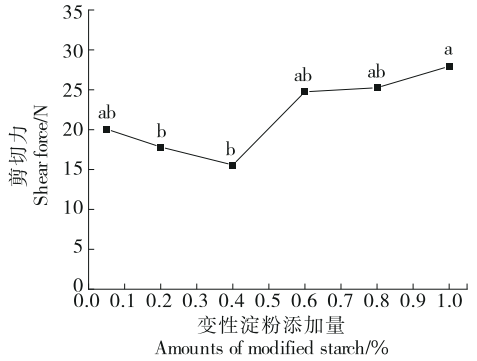
卡拉胶添加量单因素试验结果(图2)显示,随着卡拉胶添加量的增加,鸡肉剪切力逐步下降,在0.2%添加量下,剪切力到达较小值,之后小幅波动。马玲[14]研究发现,高浓度卡拉胶会使猪肉肉质变硬,对猪肉品质负面影响较大。此外,试验过程中发现,卡拉胶添加至0.3%时,会有凝结胶体出现,影响产品品质。变性淀粉添加量单因素试验结果(图3)显示,随着变性淀粉添加量的增加,鸡肉剪切力先下降后上升,在0.4%添加量下,对鸡肉嫩度优化效果较好。变性淀粉添加浓度过大,可能影响肉中的水分含量。秦知之[15]研究发现,小酥肉中添加较少量的变性淀粉相较于高浓度添加更有利于样品水分含量的提升。因此,在下一步卡拉胶变性淀粉复配保水剂全面



小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

图2　卡拉胶添加量对鸡肉剪切力的影响

Figure 2　Effect of carrageenan amount on shear force of chicken



小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

图 3　变性淀粉添加量对鸡肉剪切力的影响

Figure 3　Effect of modified starch amount on shear force of chicken

试验中,卡拉胶添加量选择 0.2% 作为中间水平,变性淀粉添加量选择 0.4% 作为中间水平,进行后续试验。

2.3　卡拉胶与变性淀粉复配全面试验

根据单因素试验结果,确定卡拉胶与变性淀粉复配全面试验因素水平如表 1 所示。由表 1 可知,0.2% 卡拉胶 +0.5% 变性淀粉处理的鸡肉剪切力最小,仅为 14.64 N。极差 R 显示,在全面试验中卡拉胶(R=9.07)对鸡肉嫩度的影响较变性淀粉(R=0.39)大。当变性淀粉添加量在 0.3%~0.5% 时,添加 0.15% 的卡拉胶,复配添加变性淀粉越多,对鸡肉嫩度越不利;添加 0.20% 的卡拉胶,复配添加变性淀粉越多,对鸡肉嫩度越有利;添加 0.25% 的卡拉胶,复配添加变性淀粉越多,对鸡肉嫩度也越有利,但效果不如添加 0.20% 卡拉胶的好。黄焖鸡加工过程中要添加一定量的食盐,而盐离子浓度是影响凝胶强度的因素之一。有研究[16]发现,复配凝胶在不同的盐离子浓度下凝胶强度有所区别。结合全面试验中各个复配处理出现的不同效果分析,在肉制品加工中并非保水剂添加量越大越好,需要根据不同菜品配方盐浓度,摸索较为适合的保水剂组合及浓度。

表 1　卡拉胶与变性淀粉复配全面试验表†

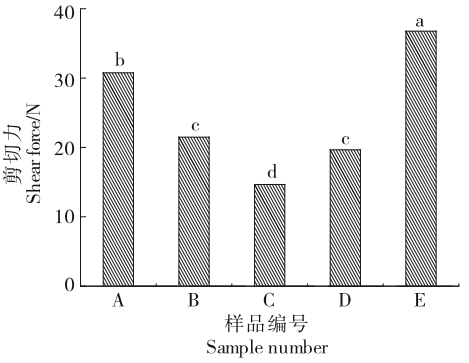
Table 1　Overall experiment table for the ratio of carrageenan and modified starch

试验号	卡拉胶添加量/%	变性淀粉添加量/%	最大剪切力/N
1	0.15	0.3	22.63 ± 1.70^{ab}
2	0.15	0.4	25.61 ± 0.47^{a}
3	0.15	0.5	26.29 ± 0.61^{a}
4	0.20	0.3	16.99 ± 5.83^{bc}
5	0.20	0.4	15.69 ± 1.26^{c}
6	0.20	0.5	14.64 ± 0.11^{c}
7	0.25	0.3	18.73 ± 1.71^{bc}
8	0.25	0.4	17.57 ± 1.31^{bc}
9	0.25	0.5	16.78 ± 1.87^{bc}

†　同列小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

2.4　验证对比试验

2.4.1　剪切力特性　图 4 中样品 A(非预制的现做现吃黄焖鸡),经过完全熟化,并且不灭菌,与之相比,完全熟化后再灭菌的样品 E 嫩度显著降低,黄焖鸡灭菌时的高温加剧了肉质中的水分丢失,对品质影响较大。样品 B(轻度熟化+灭菌)有一定的嫩度优化效果,剪切力低于样品 E(完全熟化+灭菌),但仍高于样品 C(轻度熟化+保水剂+灭菌)。李升升等[17]发现,随着加热时间延长,肉样剪切力呈显著增加趋势。试验中主要通过缩短黄焖鸡煮制受热的时间,在烹饪阶段达到轻度熟化的效果,试验结果表明,在灭菌前使用轻度熟化单独处理,对灭菌造成的剪切力增加有一定的减缓作用。样品 D(完全熟化+保水剂+灭菌)的剪切力也低于样品 E(完全熟化+灭菌),说明单独添加保水剂对嫩度保持同样有一定作用。样品 C(轻度熟化+保水剂+灭菌)经过卡拉胶变性淀粉复配保水剂联合轻度熟化处理,在灭菌后鸡肉嫩度较佳,效果优于单独轻度熟化或单独使用保水剂,剪切力为几组处理中最低。已有较多报道[8-10]围绕单独使用多糖保水剂来减少肉制品加工过程中的失水问题开展研究,但在需要灭菌的肉制品中,由于高温高压作用较为剧烈,其效果有一定局限性。肌原纤维紧密结构弱化,肌动球蛋白解离是肉品嫩度改善的主要原因[18],添加多糖类保水剂联合轻度熟化的处理可能在黄焖鸡肉肌动球蛋白解离时与内部环境共同作用,形成了一定的蛋白—多糖复合体系,产生相互作用力,从而影响食品结构[19],产生了提高嫩度的



A. 完全熟化+不灭菌处理组样品,B. 轻度熟化+灭菌处理组样品,C. 轻度熟化+保水剂+灭菌处理组样品,D. 完全熟化+保水剂+灭菌处理组样品,E. 完全熟化+灭菌处理组样品;小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

图 4　不同处理样品的剪切力特性对比

Figure 4　Comparison of shear force characteristics of different samples

效果,但具体机理还需要进一步探索。

2.4.2　全质构分析　如表2所示,轻度熟化+灭菌、轻度熟化+保水剂+灭菌、完全熟化+保水剂+灭菌3种处理的硬度均较小,且无显著差异,完全熟化+灭菌处理的硬度居中,而完全熟化+不灭菌处理的硬度最大。灭菌会使黄焖鸡硬度减小,肉质变软,但结合剪切力特性来看,轻度熟化+灭菌、轻度熟化+保水剂+灭菌、完全熟化+保水剂+灭菌3种处理虽然硬度较小,但嫩度保持效果相较于完全熟化+灭菌处理的更好,黄焖鸡没有因失水过多而变柴,产品软而不柴不烂。韩鋆等[5]研究发现,缩短蒸制时间再进行灭菌,可提高驴肉的感官品质,轻度熟化、保水剂处理一定程度上能降低灭菌对肉品造成的品质影响。咀嚼性方面,轻度熟化+保水剂+灭菌处理测定值较其他处理小,说明其鸡肉较易咀嚼和吞咽。总体上,多糖保水剂联合轻度熟化有利于灭菌型黄焖鸡的质构保持。

2.4.3　蒸煮损失率　灭菌处理是在121 ℃条件下进行的,而高温加工会增加肉的蒸煮损失率,影响产品的多汁性[20]。如表3所示,完全熟化且不灭菌的处理组蒸煮损失率最低,约为13.24%,而轻度熟化+保水剂+灭菌处理的次之,约为19.10%。肉在加热过程中出现的包括肉中自由水、肌纤维细胞中的蛋白质、脂肪等汁液流失,造成了肉制品在蒸煮过程中质量的损失,对肉品质量产生不利影响,多糖类保水剂联合轻度熟化在灭菌时可能发生了相互作用,进而影响肌原纤维变形收缩特性[21],一定程度上减少鸡肉汁液损失,减轻鸡肉因蒸煮损失造成的偏柴口感。

表2　不同处理样品的全质构分析†

Table 2　TPA characteristics of different samples

处理	硬度/N	黏附性/(N·mm)	内聚性	弹性/mm	胶黏性/N	咀嚼性/N
完全熟化+不灭菌	20.44±0.61^{a}	0.22±0.07^{c}	0.53±0.02^{a}	5.03±0.09^{a}	10.99±0.42^{a}	55.56±3.24^{a}
轻度熟化+灭菌	12.33±0.19^{c}	0.27±0.05^{c}	0.39±0.01^{b}	3.92±0.22^{c}	4.81±0.05^{bc}	18.84±1.17^{bc}
轻度熟化+保水剂+灭菌	12.60±0.30^{c}	0.74±0.09^{b}	0.31±0.02^{c}	3.79±0.16^{c}	4.01±0.34^{c}	15.35±1.28^{c}
完全熟化+保水剂+灭菌	12.51±0.49^{c}	1.07±0.10^{a}	0.34±0.03^{bc}	3.89±0.24^{c}	4.30±0.56^{c}	17.91±3.35^{c}
完全熟化+灭菌	15.43±0.59^{b}	0.16±0.02^{c}	0.35±0.01^{bc}	4.49±0.09^{b}	5.38±0.14^{b}	24.23±0.66^{b}

†　同列小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

表3　不同处理样品的蒸煮损失率和色泽†

Table 3　Cooking loss rate and color of different samples

处理	蒸煮损失率/%	亮度值L^*	红度值a^*	黄度值b^*
完全熟化+不灭菌	13.24±0.27^{e}	33.90±1.00^{cd}	5.07±0.34^{a}	16.78±0.51^{a}
轻度熟化+灭菌	31.99±0.11^{a}	36.24±1.35^{b}	2.80±0.23^{c}	11.50±1.30^{c}
轻度熟化+保水剂+灭菌	19.10±0.14^{d}	37.63±0.87^{a}	2.69±0.35^{c}	11.45±1.58^{c}
完全熟化+保水剂+灭菌	21.97±0.14^{c}	35.18±0.70^{bc}	3.64±0.38^{b}	14.24±0.57^{b}
完全熟化+灭菌	28.74±0.16^{b}	32.76±0.84^{d}	4.78±0.67^{a}	15.09±1.02^{b}

†　同列小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

2.4.4　色泽　由表3可见,轻度熟化+保水剂+灭菌处理的亮度值L^*最高,鸡肉光泽较好。由于肌肉失水、收缩,蛋白质变性、降解等因素影响,使鸡肉的亮度快速下降,完全熟化+灭菌处理的亮度值最低。红度值a^*方面,完全熟化+不灭菌、完全熟化+灭菌两个处理的数值较高,其次为完全熟化+保水剂+灭菌处理的,可能是由于完全熟化过程中长时间的高温加热使得肌肉失水,蛋白收缩,肉色加深,对鸡肉红度产生了影响。黄度值b^*方面,由于完成熟化过程加剧了鸡肉脂肪氧化程度[22],完全熟化处理组的数值也较高。轻度熟化处理组的鸡肉在红度值、黄度值上较完全熟化的鸡肉色泽浅。

2.4.5　感官评价　由图5可以看出,口感最优的为完全熟化且不灭菌的处理组,其次为轻度熟化+保水剂+灭菌处理组。完全熟化+灭菌处理组由于失水过多、肉质干柴易散,口感得分最低。轻度熟化+灭菌、完全熟化+保水剂+灭菌处理对口感的优化效果一般。可见多糖类保水剂联合轻度熟化,在黄焖鸡产品灭菌时能有效改善其口感。组织形态上,轻度熟化+保水剂+灭菌处理的与完全熟化+不灭菌处理的基本一致。滋味方面,完全熟化+不灭菌处理的较其他经过灭菌的处理的得分低,可能是由于高温高压灭菌条件下促进了鸡肉滋味的形成,有研究者[23]发现,杀菌后的黄焖鸡产品特征风味物质1-辛烯-3-醇和2-正戊基呋喃的含量显著增加;还有研究者[24]发现,经高温灭菌后的预制黑椒鸡柳乙酸戊酯、3-甲基-2-丁烯醛等化合

物浓度有所增加。因此,灭菌型产品可能较现做现吃菜肴具有更浓郁的滋味。气味和色泽上,各处理组得分差距不大。

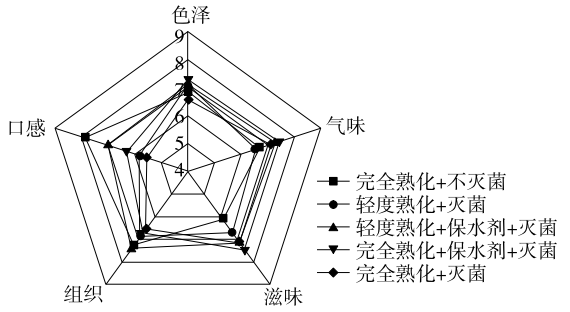


图 5 不同处理样品的感官评价雷达图

Figure 5 Sensory evaluation radar image of different samples

3 结论

卡拉胶变性淀粉复配保水剂联合轻度熟化对灭菌型预制黄焖鸡的食用品质保持效果较好,能一定程度上减轻由于高温高压灭菌造成的品质劣变,处理后的鸡肉嫩度较佳,硬度较小,蒸煮损失率较低,鸡肉光泽较好,口感较优,滋味良好。将多糖保水剂和轻度熟化两种方式联合使用,较单独使用保水剂或单独轻度熟化的方法,对肉质改善效果明显,但二者联合作用机理还尚不清楚。随着中国预制菜产业快速发展,灭菌型肉制品种类不断更新,针对不同种类、烹饪方式的产品,联合利用其他绿色健康改良剂如外源酶[25]、碱性氨基酸[26]等优化灭菌型肉制品食用品质也有待进一步拓展。

参考文献

[1] 黎梓杭, 黄凯雯, 江伟烽, 等. 冷冻家禽类预制菜加工及复热技术研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(16): 213-223.
LI Z H, HUANG K W, JIANG W F, et al. Advances in processing and reheating technologies for frozen prepared poultry foods[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2023, 14 (16): 213-223.

[2] 梁荣蓉, 刘璐, 翟朝宇, 等. 黄焖鸡气调包装保鲜技术[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(12): 188-193.
LIANG R R, LIU L, ZHAI C Y, et al. Effect of modified atmosphere package on the preservation of braised chicken meat [J]. Food and Fermentation Industries, 2018, 44(12): 188-193.

[3] 祁玉霞, 李宏宇, 吴熙, 等. 不同杀菌方式对烟熏鸭胸产品品质的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(22): 259-267.
QI Y X, LI H Y, WU X, et al. Effects of different sterilization methods on the quality of smoked duck breast products[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2023, 14(22): 259-267.

[4] 王静帆, 黄峰, 沈青山, 等. 低温长时蒸煮对猪肉品质的影响[J]. 中国农业科学, 2021, 54(3): 643-652.
WANG J F, HUANG F, SHEN Q S, et al. The influence of low-temperature and long-time cooking on the quality of pork products[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2021, 54(3): 643-652.

[5] 韩鋆, 张玉斌, 李丙子, 等. 响应面法优化驴肉定量卤制工艺[J]. 甘肃农业大学学报, 2020, 55(1): 161-169.
HAN Y, ZHANG Y B, LI B Z, et al. Optimization of quantitative procedure for sauce braised donkey meat by response surface method[J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2020, 55(1): 161-169.

[6] 徐帆, 张根生, 孙维宝, 等. 不同保水剂及腌制方式对微波香辣鸡翅保水性的影响[J]. 食品工业科技, 2022, 43(24): 205-215.
XU F, ZHANG G S, SUN W B, et al. Effect of different water-retention agents and marination methods on the water-holding capacity of microwave spicy chicken wings[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(24): 205-215.

[7] 宋玉伟, 李杉, 倪文平, 等. 一种新型复配水分保持剂的研究及其在鸡肉串中的应用[J]. 食品安全导刊, 2022(25): 140-143.
SONG Y W, LI S, NI W P, et al. Study on a new compound water retention agent and its application in chicken string[J]. China Food Safety Magazine, 2022(25): 140-143.

[8] 高廷轩, 邓绍林, 赵雪, 等. 多糖协同超声波处理对低盐鸡肉糜凝胶特性的影响[J]. 食品科学, 2021, 42(19): 148-156.
GAO T X, DENG S L, ZHAO X, et al. Synergistic effects of polysaccharide and ultrasonic treatment on gel properties of low-salt minced chicken meat[J]. Food Science, 2021, 42(19): 148-156.

[9] 梁峰. 不同处理方式对鱼糜与蟹肉混合凝胶品质的影响[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2020: 25-27.
LIANG F. Effect of different treatments on the quality of surimi and crabmeat mixed gel[D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2020: 25-27.

[10] 马申嫣, 范大明, 严青, 等. 不同保水剂对可微波预油炸鸡肉串品质的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2009, 28(6): 753-758.
MA S Y, FAN D M, YAN Q, et al. Impact of combined water-retention agents on quality of microwavable pre-fried chicken strings[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2009, 28(6): 753-758.

[11] 闫征, 卞欢, 王咏梅, 等. 无磷保水剂对中式调理鸡丁品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2019, 35(5): 1 203-1 208.
YAN Z, BIAN H, WANG Y M, et al. Influence of non-phosphate water-retaining agents on quality of Chinese prepared diced chicken[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2019, 35(5): 1 203-1 208.

[12] 翁伙英. 复配卡拉胶改善午餐肉质量的效果研究[J]. 中国食品工业, 2022(23): 95-97.
WENG H Y. Study on the effect of mixed carrageenan on the

quality of luncheon meat[J]. China Food Industry, 2022(23): 95-97.

[13] 崔亚雪, 李文钊, 杨晓飞, 等. 卡拉胶—变性淀粉—蛋清蛋白复合凝胶的制备及特性表征[J]. 食品科学, 2025, 46(2): 72-80.
CUI Y X, LI W Z, YANG X F, et al. Preparation and characterization of carrageenan-modified starch-egg white protein composite gels[J]. Food Science, 2025, 46(2): 72-80.

[14] 马玲. 不同浓度卡拉胶对猪肉品质影响的研究[J]. 肉类工业, 2012(9): 35-37.
MA L. Study on effects of carrageenan on pork quality[J]. Meat Industry, 2012(9): 35-37.

[15] 秦知之. 糖基胶体或变性淀粉对冷冻小酥肉品质的影响[D]. 雅安: 四川农业大学, 2023: 40-42.
QIN Z Z. Effect of glycolloid or modified starch on the quality of frozen small crisp meat[D]. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2023: 40-42.

[16] 陈哲敏, 万剑真. 魔芋胶、卡拉胶与黄原胶复配胶的特性及在肉丸中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2012(4): 191-195.
CHEN Z M, WAN J Z. Study on the gel property of konjac gum-carrageenan xanthan compound gum and its application in meatball[J]. China Food Additives, 2012(4): 191-195.

[17] 李升升, 靳义超. 加热介质和时间对牦牛肉品质的影响[J]. 食品与机械, 2017, 33(10): 174-178.
LI S S, JIN Y C. Quality changes of yak meat under different heat medium and time[J]. Food & Machinery, 2017, 33(10): 174-178.

[18] 邓少颖, 王道营, 张牧焓, 等. 鸭胸肌肉加热过程中肌动球蛋白解离研究[J]. 食品科学, 2015, 36(1): 1-5.
DENG S Y, WANG D Y, ZHANG M H, et al. Heat-induced dissociation of actomyosin in duck breast muscle[J]. Food Science, 2015, 36(1): 1-5.

[19] 王娟娟. 炖煮时间和复配多糖对肉冻品质特性的影响研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2021: 15-19.
WANG J J. Study on the effect of stewing time and compound polysaccharide on quality characteristics of meat jelly[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2021: 15-19.

[20] MITRA B, RINNAN Å, RUIZ-CARRASCAL J. Tracking hydrophobicity state, aggregation behaviour and structural modifications of pork proteins under the influence of assorted heat treatments[J]. Food Research International, 2017, 101: 266-273.

[21] 范碧琴. 不同处理方式对鸡胸肉食用品质法的研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2018: 17.
FAN B Q. The study of different treatments on the edible quality of chicken breast meat[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2018: 17.

[22] 王琳可. 火候对卤煮鸡腿质构、色泽的影响研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2015: 37-51.
WANG L K. Effect of cooking degree on texture profile analysis and colour of stewed chicken legs[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2015: 37-51.

[23] 常思盎, 惠腾, 刘毅, 等. 杀菌和复热工艺对黄焖鸡挥发性风味物质的影响[J]. 肉类研究, 2018, 32(4): 20-26.
CHANG S A, HUI T, LIU Y, et al. Effect of pasteurization and reheating on the volatile compounds of braised chicken product [J]. Meat Research, 2018, 32(4): 20-26.

[24] 魏登, 王明月, 李凤林, 等. 即热型预制黑椒鸡柳加工过程中挥发性风味演化研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(17): 166-175.
WEI D, WANG M Y, LI F L, et al. Study on the mechanism of volatile flavor change during the processing of ready-to-hot pre-made black pepper chicken fillet[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2023, 14(17): 166-175.

[25] 汤亦悠, 张憋, 唐文林, 等. 复合处理对煮熟瘦猪肉嫩化的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2015, 34(6): 584-591.
TANG Y Y, ZHANG M, TANG W L, et al. Effect of combined treatment on the tenderness of pork[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2015, 34(6): 584-591.

[26] 李冬梅, 任响, 林峻鑫, 等. 碱性氨基酸影响肉品品质及机理的研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2022, 41(8): 35-42.
LI D M, REN X, LIN J X, et al. Research progress on basic amino acids affecting meat quality and its mechanism[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2022, 41(8): 35-42.