

# 冰温贮藏对黄羽肉鸡肌肉感官品质和 游离氨基酸变化的影响

葛庆联, 唐修君, 樊艳凤, 贾晓旭, 顾 荣, 王 珏, 高玉时\*

(江苏省家禽科学研究所, 扬州 225125)

**摘 要:** **目的** 探讨冰温贮藏对黄羽肉鸡肌肉品质及主要呈味物质的影响。**方法** 以 80 d 龄黄羽肉鸡为试验材料, 将其分为 $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰温及  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏 2 个组, 研究挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)和感官评价指标变化, 根据 GB 2707 得出鸡肉的货架期。在货架期内, 通过氨基酸自动分析法, 检测 16 种游离氨基酸(free amino acid, FAA)含量。**结果** 随着贮藏时间的延长, 黄羽肉鸡肌肉的 TVB-N 值呈现上升的趋势, 而感官评分呈现降低的趋势, 且冰温贮藏比冷藏下降缓慢。在货架期内, 冰温贮藏条件下总游离氨基酸含量比冷藏增加了 49.53%; 必需游离氨基酸含量增加了 42.05%, 呈味游离氨基酸含量增加了 80.52%。**结论** 与冷藏相比, 冰温贮藏能很好控制黄羽肉鸡肌肉 TVB-N 值的升高, 延缓肌肉褐变, 明显增加了鸡肉的滋味和适口性。

**关键词:** 肉鸡; 品质; 游离氨基酸

## Effects of ice temperature storage on muscle sensory quality and free amino acids of yellow feather broilers

GE Qing-Lian, TANG Xiu-Jun, FAN Yan-Feng, JIA Xiao-Xu, GU Rong, Wang Jue, GAO Yu-Shi\*

(Jiangsu Institute of Poultry Sciences, Yangzhou 225125, China)

**ABSTRACT: Objective** To study the effect of ice temperature storage on muscle quality and main flavor substances of yellow feather broiler. **Methods** The experiment divided eighty days yellow broilers into two groups, the one group was at  $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ice temperature and the other one was at  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  storage. The changes of volatile base nitrogen (TVB-N) and sensory evaluation index were studied, and get the shelf life of chicken according to GB 2707. During the shelf life, 16 free amino acid (FAA) contents were detected by automatic amino acid analysis. **Results** With the prolongation of storage time, the TVB-N value of the muscles of yellow feather broiler chickens showed an upward trend, while the sensory evaluation showed a decreasing trend, and the ice temperature storage was slower than the cold storage. During the shelf life, the total amount of free amino acid content under ice storage conditions increased by 49.53% compared with refrigeration, the essential amino acid content increased by 42.05%, and the flavor amino acid content increased by 80.52%. **Conclusion** Compared with refrigerated storage, ice temperature storage can control the increase of TVB-N value in muscles of yellow feathered broilers, delay muscle browning, and significantly increase the flavor substances and palatability of chicken.

**基金项目:** 江苏省重点研发计划项目(现代农业)(BE2018363)、2019 年国家农产品质量安全风险评估项目(GJFP2019015)

**Fund:** Supported by the Key Research and Development Program of Jiangsu Province (modern agriculture) (BE2018363), 2019 National Agricultural Product Quality and Safety Risk Assessment (GJFP2019015)

\***通讯作者:** 高玉时, 博士, 研究员, 主要研究方向为遗传育种与食品安全。E-mail: gaoy100@sina.com

\***Corresponding author:** GAO Yu-Shi, Ph.D, Professor, Jiangsu Institute of Poultry Sciences, No.58, Cangjie Road, Hanjiang District, Yangzhou 225125, China, E-mail: gaoy100@sina.com

**KEY WORDS:** chicken; quality; free amino acid

## 1 引言

冰温贮藏是指将生鲜食品贮藏在 0 °C 以下、冻结点以上的温度范围内, 使食品保持低温而不冻结的状态<sup>[1]</sup>, 是继冻藏和冷藏后的新一代食品贮藏保鲜技术。有研究表明, 冰温贮藏不会破坏细胞, 让细胞长时间保持活体状态; 抑制微生物的代谢和酶的活性, 减少食品中与腐败有关的挥发性含氮物质的生成, 延缓食品的腐败速度, 同时能增加与香味有关的氨基酸浓度, 延长食品的保鲜期<sup>[2-5]</sup>。

鸡肉营养丰富、蛋白质含量高, 适合各类人群食用。在我国, 生鲜鸡肉生产消费经历了热鲜鸡肉、冷冻鸡肉、冷却鸡肉 3 个发展阶段。随着现代冷链物流的发展, 热鲜鸡肉基本退出市场, 冷冻鸡肉在汁液流失和风味保持等方面也存在着严重的弊端, 而冷却鸡肉保质期相对较短, 给销售和消费带来诸多不便<sup>[6]</sup>, 故鸡肉的保鲜技术显得很重要。冰温贮藏是最近几年新兴的一种低温保鲜技术, 它是指将食品贮藏在 0 °C 以下至冻结点以上的温度范围内, 既能抑制微生物的生长, 又能使食品不产生冻害, 并且延长食品的保鲜期<sup>[4]</sup>。鉴于冰温技术的优越性, 本研究以黄羽肉鸡肌肉为研究对象, 在确定鸡肉冰点的基础上, 选择了合适的冰温贮藏温度, 比较冰温贮藏和冷藏过程中鸡肉感官品质、挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)值及各种游离氨基酸(free amino acid, FAA)含量, 探明鸡肉在冰温贮藏条件下的品质变化及贮藏过程中主要呈味物质的变化, 以期冰温技术的应用提供参考。

## 2 材料和方法

### 2.1 材料

试验鸡 95 只购于江苏立华食品有限公司, 每只约 2.5 kg, 为 80 d 龄黄羽肉鸡, 屠宰加工采用三级水冷预冷, 总预冷时间在 45 min 内, 产品中心温度不超过 4 °C, 每组 5 只鸡装于自封袋中。屠宰 4 h 后采集 5 只未冷冻胸肌肉样作为对照组。55 只于 -1.5 °C 冰温贮藏, 35 只于 4 °C 贮藏, 每天采集不同贮藏温度胸肌样各 5 只进行相关指标检测。

### 2.2 仪器与设备

L-8900 型氨基酸自动分析仪(日本日立公司); PL303 电子天平(瑞士梅特勒-托利多公司); UDK152 型全自动定氮仪(意大利 VELP 公司); GR22GII 离心机(日立公司); WORTEX-6 涡旋混匀器(海门市其林贝尔仪器制造有限公司); AM-6 ACE 破碎匀浆器(上海季诺科贸有限公司); YC-300L 型冰箱(展示柜)(中科美菱公司); BC/BD-429 型低温保温箱(青岛海尔股份有限公司)。

### 2.3 实验方法

#### 2.3.1 鸡肉冰点的测定

参照邵磊等的方法<sup>[7]</sup>, 略作修改。取黄羽肉鸡胸肌, 将温度记录仪的电极插入鸡胸肉中心, 置于 -18 °C 冰箱中, 温度采集时间间隔设定为 60 s, 当温度下降到 0 °C 以下, 并在某个狭小的温度范围内波动时, 以此温度为鸡肉的冰点温度, 记录温度变化并作冻结曲线图。

#### 2.3.2 感官评价指标

冷鲜鸡的表观状态由 10 名专业人员评判, 评判标准见表 1。从色泽、气味、表面黏度和弹性 4 方面对冷鲜鸡进行评分, 然后将 4 项分值相加, 10 人评判平均值为最终试验结果, 最终得分 30 分以上表示一级新鲜, 20 分以上表示二级新鲜, 8 分以下表示已经完全腐败, 不宜食用。

#### 2.3.3 挥发性盐基氮

参照 GB 5009.228, 按自动凯氏定氮仪法测定胸肌挥发性盐基氮<sup>[8]</sup>。

#### 2.3.4 游离氨基酸测定方法

16 种氨基酸混标的标准品由中国计量科学研究院化学计量与分析科学研究所提供。检测方法参照樊艳凤等的方法<sup>[9]</sup>, 略作修改。称取样品 5 g, 加入 0.02 mol/L 的盐酸溶液 15 mL, 充分均质后用 0.02 mol/L 的盐酸溶液定容至 25 mL, 在 3000 r/min, 离心 10 min。取上清液 2 mL 加入 8% 磺基水杨酸溶液 2 mL, 在 4 °C 冰箱里静置 30 min 后, 在 10000 r/min 离心 10 min, 取 2 mL 离心后的上清液, 加入 2 mL 正己烷, 混合后在 10000 r/min 离心 10 min, 取下层液体, 过 0.22 μm 滤膜后进氨基酸自动分析仪测定。

表 1 感官评分标准  
Table 1 The grade of sensory scores

评定指标	好(10分)	较好(8分)	一般(6分)	较差(4分)	极差(2分)
色泽	色泽淡黄, 有光泽	色泽略暗, 有光泽	色泽发暗, 无光泽	黄褐色, 无光泽	灰褐色, 无光泽
气味	固有鸡肉味浓郁	固有鸡肉味, 无异味	稍有异味	有异味	有强烈异臭味
弹性	坚实富有弹性, 手指压后凹陷立即消失	弹性较好, 手指压后凹陷较快消失	弹性一般, 手指压后凹陷消失较慢	无弹性, 手指压后凹陷不能恢复	弹性完全丧失, 手指压后凹陷明显存在
表面黏度	不粘手	不粘手	微粘手	粘手	较粘手

## 2.4 数据分析

测定数据采用 Excel 建库、处理, 采用 SPSS17.0 进行数据统计分析。数据以平均数加减标准差形式表示, 采用 Duncans 进行均数间的多重比较。

## 3 结果与分析

### 3.1 鸡肉冰点的确定

鸡肉中心温度随时间变化的试验是在冰箱冷冻柜中进行, 温度保持在 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。其冻结温度曲线如图 1。

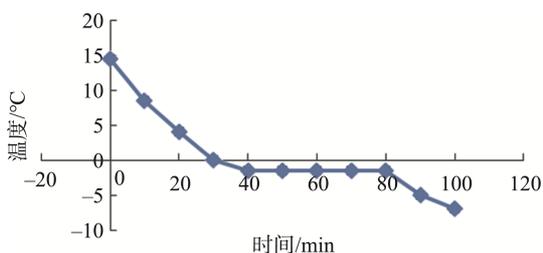


图 1 冻结温度曲线( $n=5$ )

Fig.1 The freezing temperature curve ( $n=5$ )

由图 1 可以看出, 当冻结时间达 40 min 时, 温度的变化率接近为 0, 此时测得鸡肉的冰点温度为 $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。当继续冻藏至 90 min 后, 温度下降至 $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下, 可能此时鸡肉内部已经出现晶体并开始冻结, 以此推断出冰温区域为 $-1\text{ }^{\circ}\text{C}\sim-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。故试验中选取 $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 作为冰温贮藏温度。本实验使用专业的低温恒温箱可以实现精准控温。

### 3.2 感官评分

依据感官评价标准对不同贮存温度的冷鲜鸡进行评价, 结果如图 2 所示。从图中可知, 随贮藏时间的延长, 肌肉感官评分逐渐降低。冰温贮藏条件下, 鸡肉感官明显好于冷藏, 贮藏期大大延长。 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏至第 4 d 就稍有异味, 至第 6 d 时开始变质, 感官评分降为 8 分, 有异味。而鸡肉在 $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰温贮藏 7 d 之前, 感官评价的分值下降速度较慢, 总分值一直在 30 分以上, 说明较为新鲜。贮藏 7 d 后, 感官评分逐渐下降, 贮藏到第 11 d 时, 感官评分为 20.4 分, 鸡肉尚无异味, 说明冰温贮藏能很好地维持细胞的活体状态, 抑制机体内蛋白质和脂肪的分解, 控制鸡肉的褐变。

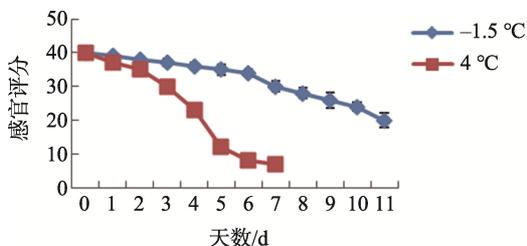


图 2 冰温和冷藏过程中感官评分的变化( $n=5$ )

Fig.2 Changes of sensory scores during ice temperature storage and cold storage ( $n=5$ )

### 3.3 挥发性盐基氮值含量的变化

挥发性盐基氮是由于微生物活动使蛋白质和非蛋白质的含氮化合物降解而产生的, 是鸡肉新鲜度的指标之一。由图 3 可知, 随贮藏时间的延长, TVB-N 值逐渐升高, 且冰温贮藏条件下的 TVB-N 值上升速率明显比冷藏贮藏要慢。 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮藏至第 4 d 时 TVB-N 值达到  $15.12\text{ mg}/100\text{ g}$ , 超过国家标准的规定<sup>[10]</sup>, 贮藏至 7 d 时, TVB-N 值为  $21.21\text{ mg}/100\text{ g}$ , 已经变质<sup>[10]</sup>。 $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮藏 10 d 时 TVB-N 值为  $14.93\text{ mg}/100\text{ g}$ , 仍然低于国家标准的规定<sup>[10]</sup>, 还是新鲜肉, 第 11 d 时, TVB-N 值为  $17.46\text{ mg}/100\text{ g}$ , 超过国家标准, 但仍未腐败<sup>[11]</sup>, 表明 $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰温贮藏能较好的抑制冷鲜鸡的腐败变质。

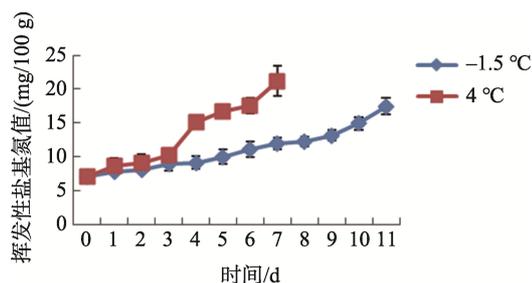


图 3 冰温和冷藏过程中鸡胸肌 TVB-N 值含量的变化 ( $n=5$ )

Fig.3 Changes of TVB-N content in chicken muscle during ice temperature storage and cold storage ( $n=5$ )

### 3.4 菌落总数的变化

鸡肉的腐败变质是由微生物的生长引起的, 一般认为, 菌落总数超过  $1\times 10^6\text{ CFU}/\text{g}$  时, 表明肉已经变质, 行业标准为  $5\times 10^5\text{ CFU}/\text{g}$ <sup>[12]</sup>。由表 2 可知, 新鲜鸡肉的菌落总数为  $19\text{ CFU}/\text{g}$ ,  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏条件下冷鲜鸡菌落总数随着贮藏时间的延长而不断升高, 第 1~4 天菌落总数都小于  $10^5\text{ CFU}/\text{g}$ , 至第 6 d 时, 菌落总数为  $1.5\times 10^6\text{ CFU}/\text{g}$ , 超过了行业标准<sup>[12]</sup>, 贮藏至第 7 d, 菌落总数不计其数, 此时冷鲜鸡样品视为腐败变质。而 $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰温贮藏条件下菌落总数呈现先降低后逐步上升的情况。这是由于低温抑制了微生物的生长, 使得前期菌落总数略有降低, 经过一段时间贮藏后, 随着鸡肉营养成分的渗出, 微生物生长活跃, 逐渐形成不断上升的趋势<sup>[7]</sup>。由表 2 可知,  $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰温贮藏条件下的菌落总数增长速度明显低于  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的增长速度, 贮藏至第 10 d 时, 菌落总数为  $2.2\times 10^4\text{ CFU}/\text{g}$ , 还没有超过行业标准<sup>[12]</sup>。

### 3.5 FAA 含量的变化

在冰温贮藏和冷藏过程中, 按照国家标准 GB 2707 中规定  $\text{TVB-N}\leq 15\text{ mg}/100\text{ g}$  的要求<sup>[10]</sup>, 并结合贮藏期间菌落总数的变化, 确定冰温贮藏的货架期为 10 d, 冷藏条件下黄羽肉鸡冷鲜鸡贮藏期为 3 d, 根据所对应的时间, 再分析比较这两天的 FAA 总量(TFAA), 必需氨基酸(必需 FAA)和呈味氨基酸(呈味 FAA)含量的变化。

表 2 冰温和冷藏过程中鸡胸肌菌落总数的变化/(CFU/g) (n=5)  
Table 2 Changes of total bacteria counts in chicken muscle during ice temperature storage and cold storage/(CFU/g) (n=5)

贮藏温度	贮藏时间/d											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4 °C	19	68	210	4.3×10 <sup>3</sup>	9.7×10 <sup>4</sup>	2.5×10 <sup>5</sup>	1.5×10 <sup>6</sup>	-	-	-	-	-
-1.5 °C	19	21	32	75	128	134	178	278	396	6.8×10 <sup>3</sup>	2.2×10 <sup>4</sup>	8.6×10 <sup>5</sup>

从表 3 可以看出, 除少数情况之外, 与冷藏相比, 冰温贮藏能更加明显的增加 TFAA 的含量。冰温贮藏、冷藏条件下 TFAA 含量由对照组 139.15 mg/100 g 增加到 369.78 mg/100 g 和 247.30 mg/100 g, 是对照组的 2.66 倍和 1.78 倍, 冰温比冷藏增加了 49.53%; 必需 FAA 含量由对照组 103.33 mg/100 g 增加到 232.13 mg/100 g 和 163.41 mg/100 g, 是对照组的 2.25 倍和 1.58 倍, 冰温比冷藏增加了 42.05%; 由表 3 还可以看出, Lys 是胸肌中含量最高的游离氨基酸, Lys 作为 8 种必需氨基酸之一, 对人体有众多的生理功能, 而由于 Lys 本身的易破坏性, 使其成为第 1 限制性氨基酸<sup>[9]</sup>。Lys 在冰温贮藏、冷藏条件下含量由对照组 85.87 mg/100 g 增加到 159.35 mg/100 g 和 110.43 mg/100 g, 是对照组的 1.86 倍和 1.29 倍, 冰温比冷藏增加了 44.30%。

表 3 冰温贮藏和冷藏条件下鸡胸肌 FAA 含量的变化(n=5)  
Table 3 Changes of free amino acid content in chicken muscle during ice temperature storage and cold storage (n=5)

项目	FAA 含量/(mg/100 g)		
	对照(第 0 d)	-1.5 °C(第 10 d)	4 °C(第 3 d)
天冬氨酸 Asp	1.49±0.16	17.59±1.11	5.52±1.08
苏氨酸 Thr	5.15±1.50	16.54±3.17	14.07±1.24
丝氨酸 Ser	4.55±0.43	17.80±1.51	10.88±0.17
谷氨酸 Glu	7.32±0.35	36.30±1.28	19.48±1.70
甘氨酸 Gly	3.12±0.47	11.46±0.59	6.77±0.81
丙氨酸 Ala	9.57±1.23	25.71±2.71	17.05±2.78
半胱氨酸 Cys	1.38±1.00	2.02±0.39	2.07±0.69
缬氨酸 Val	2.09±0.34	10.95±2.01	6.56±0.56
蛋氨酸 Met	1.34±0.32	7.79±1.09	4.80±0.08
异亮氨酸 Ile	1.61±0.19	7.12±0.69	5.08±0.31
亮氨酸 Leu	3.47±0.30	15.41±0.55	10.84±0.58
酪氨酸 Tyr	2.79±0.33	9.67±0.70	7.52±0.14
苯丙氨酸 Phe	3.80±1.16	14.96±0.03	11.62±0.23
赖氨酸 Lys	85.87±2.53	159.35±3.26	110.43±3.29
精氨酸 Arg	3.49±0.43	7.69±2.41	8.80±0.09
脯氨酸 Pro	2.11±0.57	9.41±0.89	5.81±1.40
TFAA	139.15±4.06	369.78±9.99	247.30±3.82
鲜味 FAA	8.80±0.45	53.89±1.99	25.00±2.67
甜味 FAA	19.36±2.40	64.37±2.83	40.51±3.56
呈味 FAA	28.16±2.56	118.26±4.82	65.51±1.73
必需 FAA	103.33±3.23	232.13±3.26	163.41±4.07

甘氨酸(Gly)、丙氨酸(Ala)、丝氨酸(Ser)、脯氨酸(Pro)呈甜味, 天冬氨酸(Asp)和谷氨酸(Glu)具有鲜甜味, 这 6 种氨基酸为呈味氨基酸。肌肉中呈味氨基酸组成和含量影响肉品味道的鲜美程度<sup>[13]</sup>。由表 3 可以看出, Asp 含量由对照组 1.49 mg/100 g 增加到 17.59 mg/100 g 和 5.52 mg/100 g, 是对照组的 11.80 倍和 3.70 倍, 冰温是冷藏的 3.19 倍; Glu 含量由对照组 7.32 mg/100 g 增加到 36.30 mg/100 g 和 19.48 mg/100 g, 是对照组的 4.96 倍和 2.66 倍, 冰温冷藏的 1.86 倍; 甘氨酸(Gly)、丙氨酸(Ala)、丝氨酸(Ser)、脯氨酸(Pro)含量分别是对照组的 3.67 倍和 2.17 倍, 2.69 倍和 1.78 倍, 3.91 倍和 2.39 倍, 4.46 倍和 2.75 倍; 冰温是冷藏的 1.69 倍、1.51 倍、1.64 倍和 1.62 倍; 呈味 FAA 含量由对照组 28.16 mg/100 g 增加到 118.26 mg/100 g 和 65.51 mg/100 g, 是对照组的 4.20 倍和 2.33 倍, 冰温比冷藏增加了 80.52%。

## 4 讨论

### 4.1 冰温和冷鲜贮藏对黄羽肉鸡肌肉品质的影响

冰温技术是一种物理保鲜方法, 其温度一般为 -0.5~2.8 °C。这时绝大多数的微生物都停止生长, 食品内部的脂质氧化、非酶褐变等化学反应受到抑制, 同时食品处于不冻结的状态, 既可避免因冻结而导致的一系列质构劣化现象, 又比冷藏条件下的贮藏期长。葛庆联等<sup>[4]</sup>研究表明, 黄鸡肉鸡冷鲜鸡在 4 °C 贮藏时间最好控制在 3 d 或 3 d 以内; -1.5 °C 冰温贮藏时间最好控制在 10 d 或 10 d 以内贮藏, 冰温保鲜方式比冷藏保鲜方式的货架期延长了 7 d。白艳红等<sup>[14]</sup>以鸡胸肉为研究对象, 以 4 °C 冷鲜贮藏为对照, 设置 -0.7 °C 和 -2.4 °C 两个冰温贮藏条件, 研究不同贮藏条件下鸡胸肉品质的变化。结果发现随贮藏时间的延长, 鸡胸肉的剪切力、pH 值、挥发性盐基氮、菌落总数值缓慢上升, 硬度迅速下降, 大肠菌群变化缓慢, 货架期分别为 13 d 和 19 d; 在 4 °C 条件下贮藏的鸡胸肉货架期为 6 d, 冰温贮藏可有效延长货架期。本次试验结果表明: 黄羽肉鸡冷鲜鸡的冰温区域为 -1 °C~2 °C, 故选取 -1.5 °C 作为冰温贮藏温度, 这与邵磊的研究相同<sup>[7]</sup>。冰温贮藏的鸡肉在感官上明显优于冷藏, TVB-N 值随着贮藏时间逐渐升高。冷藏 4 d 时, TVB-N 值为 15.12 mg/100 g, 已超出国家标准, 而 -1.5 °C 贮藏至 10 d 时 TVB-N 值为 14.93 mg/100 g, 仍低于国家标准, 表明 -1.5 °C 冰温贮藏能较好地抑制冷鲜鸡的腐败变质。

## 4.2 冰温和冷鲜贮藏对黄羽肉鸡肌肉 FAA 的影响

食品中的氨基酸可分为游离型氨基酸和结合型氨基酸,而游离型氨基酸的含量和组成对食品的呈味有较大影响,直接影响肉品滋味<sup>[15]</sup>。Asp 和 Glu 本身略带酸味,但是其钠盐具有显著的鲜味,而 Ala、Gly、Pro 和 Ser 具有一定的甜味,学术上一般统称其为呈味氨基酸<sup>[9]</sup>。薛松等研究表明<sup>[3]</sup>,鸡肉在一级鲜度期限内,冰温贮藏产生更多的游离氨基酸(冰温下增加了 60%,冷藏增加了 11%);必需氨基酸增加 61%,明显优于冷藏的 33%;谷氨酸在冰温下增加了 51%,冷藏增加了 11%,冰温贮藏明显增加了鸡肉的鲜味和适口性。本试验测得冰温贮藏条件下黄羽肉鸡肌肉呈味 FAA 含量是对照组的 4.20 倍,比冷藏增加了 80.52%。Asp、Glu、Gly、Ala、Ser、Pro 含量是对照组的 11.8 倍、4.96 倍、3.67 倍、2.69 倍、3.91 倍和 4.46 倍,是冷藏的 3.19 倍、1.86 倍、1.69 倍、1.51 倍、1.64 倍和 1.62 倍。薛松等研究还发现冰温贮藏和 4℃冷藏的贮藏时间不同,内源性蛋白酶和微生物繁殖分泌蛋白酶是导致食品氨基酸含量显著增多的重要原因<sup>[2,16]</sup>。本研究中,冰温贮藏为第 7 d,冷藏条件下为第 3 d, TFAA、必需 FAA 和呈味 FAA 含量,都明显的高于冷藏条件下黄羽肉鸡冷鲜鸡的含量,这与薛松的研究相同<sup>[3]</sup>。

## 5 结 论

黄羽肉鸡肌肉随着贮藏时间延长,其感官品质随着贮藏时间的延长而变低劣,TVB-N 值呈上升趋势。相对于冷藏,冰温贮藏能产生更多的游离氨基酸;呈味氨基酸含量也明显提高,更利于人体吸收;天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸和脯氨酸含量也明显提高,能明显增加鸡肉的呈味,提高鸡肉的适口性。

## 参考文献

- [1] Bellés, M, Alonso V, Roncalés P, *et al.* A review of fresh lamb chilling and preservation [J]. *Small Ruminant Res*, 2017, 146: 41–47.
- [2] 薛松, 王金庆, 张丹丹, 等. 冰温贮藏对鸡肉鲜度和游离氨基酸变化的影响[J]. *江苏农业科学*, 2016, (6), 411–413.  
Xu S, Wang JQ, Zhang DD, *et al.* Effects of ice temperature storage on freshness and free amino acids of chicken meat [J]. *Jiangsu Agric Sci*, 2016, (6), 411–413.
- [3] 陈雪, 罗欣, 朱立贤, 等. 牛羊肉冰温保鲜技术研究进展[J]. *食品科学*, 2019, 40(7): 314–319.  
Chen X, Luo X, Zhu LX, *et al.* A review of the application of superchilling on beef and mutton [J]. *Food Sci*, 2019, 40(7): 314–319.
- [4] 葛庆联, 唐修君, 樊艳凤, 等. 冰温贮藏对冷鲜鸡品质的影响[J]. *中国家禽*, 2018, 40(19): 47–50.  
Ge QL, Tang XJ, Fan YF, *et al.* Effects of ice temperature storage on quality of chilled chicken [J]. *Chin Poul*, 2018, 40(19): 47–50.
- [5] 潘卓, 林洪. 冰温保鲜和冷藏保鲜对生食大西洋鲑品质影响的比较研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 8(10): 2232–2239.  
Pan Z, Lin H. Comparative research on the effect of controlled freezing-

- point storage preservation and cold storage preservation on the quality of raw *Salmo salar* [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 8(10): 2232–2239.
- [6] 栗俊广, 柳红莉, 何菲, 等. 冰温和冷鲜贮藏对鸡肉肌原纤维蛋白凝胶性能和水分状态的影响[J]. *食品科学*, 2017, 38(19): 242–246.  
Li JG, Liu HL, He F, *et al.* Effect of ice-temperature storage and rheological properties, water-holding capacity and water distribution of chicken breast myofibrillar protein gel [J]. *Food Sci*, 2017, 38(19): 242–246.
- [7] 邵磊, 周裔彬, 胡经纬, 等. 比较鸡胸肉冷藏与冰温贮藏期间品质的变化[J]. *肉类工业*, 2011, (5): 26–29.  
Shao L, Zhou YB, Hu JW, *et al.* Comparison of quality changes of chicken breast during cold storage and ice temperature storage [J]. *Meat Ind*, 2011, (5): 26–28.
- [8] GB 5009.228-2016 食品安全国家标准食品中挥发性盐基氮的测定[S].  
GB 5009.228-2016 National food safety standard—Determination of volatile base nitrogen in food [S].
- [9] 樊艳凤, 唐修君, 葛庆联, 等. 冷藏与反复冻融条件下黄羽肉鸡肌肉游离氨基酸含量的变化[J]. *扬州大学学报*, 2018, 39(1): 45–50.  
Fan YF, Tang XJ, Ge QL, *et al.* Study on change regularity of free amino acid contents in chilled chicken and freeze-thaw chicken meat under different storage time [J]. *J Yangzhou Univ*, 2018, 39(1): 45–50.
- [10] GB/T 2707-2016 食品安全国家标准 鲜(冻)畜、禽产品[S].  
GB/T 2707-2016 National food safety standards—Fresh (frozen) livestock and poultry products [S].
- [11] 梁慧. 冷鲜三黄鸡胸肉冷藏过程中品质变化及调控研究[D]. 广州: 仲恺农业工程学院, 2016.  
Liang H. Study on quality change and regulation of cold fresh three yellow chicken breast during cold storage [D]. Guangzhou: Zhongkai University of Agriculture Engineering, 2016.
- [12] NY/T 753-2012 绿色食品 禽肉[S].  
NY/T 753-2012 Green food—Poultry meat [S].
- [13] Mohamed AR, Cidalia P, Malcata FX. Evolution of amino acids and biogenic amines throughout storage in sausages made of horse, beef and turkey meats [J]. *Meat Sci*, 2014, 96(1): 82–87.
- [14] 白艳红, 牛苑文, 吴月, 等. 不同冰温贮藏对鸡胸肉品质变化的影响[J]. *轻工学报*, 2016, (1):17–22.  
Bai YH, Liu YW, Wu Y. Effects of quality variations of chicken breast during different ice temperature storage [J]. *J Light Ind*, 2016, (1):17–22.
- [15] Rabie MA, Peres C, Malcata FX. Evolution of amino acids and biogenic amines throughout storage in sausages made of horse, beef and turkey meats [J]. *Meat Sci*, 2014, 96(1): 82–87.
- [16] Kumiko N. Natural occurrence [J]. *Food Rev Int*, 1998, 14(2): 177–221.

(责任编辑: 王 欣)

## 作者简介



葛庆联, 主要研究方为品质检测与食品安全研究。

E-mail: zsj10800@sina.com



高玉时, 研究员, 主要研究方向为遗传育种与食品安全。

E-mail: gaoy100@sina.com