

牛肉贮藏中微生物数量与生物胺生成的相关性研究

谢海军¹, 田晋梅², 彭晓光¹

(1. 山西省生物研究所, 山西 太原 030006; 2. 山西省畜牧兽医学校, 山西 太原 030024)

摘要: 以牛背最长肌为原料, 分别采用空气包装 (air-packaging, AP), 真空包装 (vacuum packaging, VP) 和气调包装 (modified atmosphere packaging, MAP), 其中 MAP 又包括两种气体比例: MAP1 为高氧气调包装 (78.8% O₂, 18.8% CO₂ 和 2.4% N₂), MAP2 为无氧气调包装 (60% CO₂ 和 40% N₂), 将 4 种包装的牛肉在冰温 (-1.5 °C) 和低温 (2 °C) 条件下贮藏, 研究贮藏过程中牛肉微生物 (菌落总数及嗜冷菌) 及 8 种生物胺的生成情况, 并分析微生物与生物胺形成之间的相关性。结果表明: 4 种包装形式的牛肉在两种贮藏温度下, 其菌落总数与嗜冷菌数均呈上升趋势, AP 组贮藏 10 d 时, 牛肉的菌落总数及嗜冷菌数均超过 6.00 lgcfu/g, 而 VP 和 MAP 却能较好地抑制微生物的生长繁殖。不同贮藏组中生物胺总量均随贮藏时间的延长而增加, 腐胺是主要的生物胺, 其次是尸胺和酪胺, 色胺、苯乙胺及组胺均未检出。冰温贮藏可以显著抑制微生物生长及腐胺、尸胺和酪胺的生成。相关性分析表明, 腐胺、尸胺及生物胺总量与微生物生长存在显著正相关, 特别是腐胺及生物胺总量与菌落总数及嗜冷菌数的相关性达到极显著水平 ($P < 0.01$), 因此可作为判定牛肉品质的标准之一。

关键词: 牛肉; 包装方式; 贮藏温度; 微生物; 生物胺; 相关性分析

Correlation Analysis of Microorganism Quantity and Biogenic Amines Formation in Beef during Storage

XIE Hai-jun¹, TIAN Jin-mei², PENG Xiao-guang¹

(1. Shanxi Institute of Biology, Taiyuan 030006, Shanxi, China; 2. Shanxi Animal Husbandry and Veterinary School, Taiyuan 030024, Shanxi, China)

Abstract: This study took beef longissimus dorsi as material, dealing with air-packaging (AP), vacuum packaging (VP) and modified atmosphere packaging (MAP), in which the MAP were divided into two forms: MAP1 for high oxygen packaging (78.8% O₂/18.8% CO₂/2.4% N₂) and MAP2 for no oxygen packaging (60% CO₂/40% N₂). They were stored at -1.5 °C and 2 °C separately for retaining freshness, the index of microorganisms (total visible counts and psychophilic counts) and biogenic amine were studied and the correlation between microbial and biogenic amine formation were analyzed. The result showed that the total visible counts and psychophilic counts increased in all samples with different packaging forms and storage temperature. AP group in 10 days, the total visible counts and psychophilic counts were more than 6.00 lgcfu/g, but VP and MAP could inhibit the growth of microorganisms. A high-performance liquid chromatographic hyphenated was developed for determination of eight kinds of biogenic amines (tryptamine, phenylethylamine, putrescine, cadaverine, histamine, tyramine, spermidine, spermine) in four kinds of packaging forms of beef during storage. The results showed that the amount of biogenic amines in different treatment group increased during storage, putrescine were the main biogenic amine, cadaverine and tyramine followed, typtamine, phenethylamine and hisamine were not checked out. There was a significant positive correlation between formation of biogenic amine and the growth of

基金项目: 山西省科技攻关项目“山西特色食品生产与安全控制技术体系技术研究-山西肉牛屠宰加工质量安全控制技术的研究”(20130313028-2)

作者简介: 谢海军 (1962—), 男 (汉), 副研究员, 本科, 研究方向: 食品贮藏与加工。

microorganism through the correlation analysis. Among them, the putrescine and total biogenic amine could be used for the deterioration index of beef because there was a significant level($P<0.01$).

Key words: beef; packaging; temperature; microorganisms; biogenic amines; correlation analysis

生物胺是一种含氮的具有生物活性的小分子量有机化合物,食品中生物胺主要是在脱羧酶催化下脱去食品中相关游离氨基酸羧基而产生的^[1]。适量生物胺存在于生物体内可以维持正常的生理代谢、促进生长和发育,但过量的生物胺会使人体产生头疼、恶心、呼吸紊乱等过敏性症状^[2]。

冰温贮藏是指将食品置于 0℃以下到其冻结点以上的温度范围内,是继冷冻和冷藏之后的第三代保鲜技术,它在维持食品最低的生理活性的基础上能较好的保持食品的食用品质,同时在抑制微生物生长繁殖、延长货架期方面也发挥着积极作用^[3-4]。

真空包装是采用氧气透过率低、阻隔性能好的包装材料,将食品装入后抽气密封,使之保持在一定真空度下进行贮藏、运输和销售的包装形式,对大多数好氧性腐败微生物具有抑制作用^[5]。气调包装是用一种或几种混合气体代替食品包装袋内的空气的包装方法,20世纪70年代出现在欧美的商业市场,现在已被广泛应用。气调包装具有抑制产品腐败,延长食品保鲜期的优点。常用的气调包装的填充气体有 O₂ 和 CO₂,其中 O₂ 能提高氧合肌红蛋白的含量,使肉色呈现鲜艳的红色,同时能够抑制厌氧菌生长,减少细菌生成总量^[6];而 CO₂ 对肉品表面污染的细菌和真菌有抑制性,能够抑制或影响腐败微生物的生长^[7]。

牛肉中含有丰富的营养成分,在加工、包装、贮藏、运输及销售过程中极易受到微生物的污染,本试验将牛肉进行四种包装即空气包装 (air-packaging, AP)、真空包装 (vacuum packaging, VP) 和两种气调包装 (modified atmosphere packaging, MAP) 并在两种温度 (冰温 -1.5℃ 和低温 2℃) 下贮藏,研究牛肉贮藏过程中微生物生长及生物胺的积累规律,并将两者进行皮尔逊相关系数分析,旨在分析两者之间的相关性,为客观评价牛肉品质提供依据,为延长牛肉货架期提供有效手段。

1 材料与方法

1.1 试剂与材料

1.1.1 原料

牛背最长肌(宰后 24 h 内):购于天津市科尔沁牛肉专卖店。

1.1.2 主要试剂

营养琼脂:购于北京奥博星生物技术有限责任公司;高氯酸、氢氧化钠、碳酸氢钠、氨水均为分析纯;乙腈、丙酮为色谱纯;丹磺酰氯 (dansyl chloride)、色胺 (tryptamine, TRY)、苯乙胺 (phenylethylamine, PHE)、尸胺 (cadaverine, CAD)、腐胺 (putrescine, PUT)、组胺 (histamine, HIS)、酪胺 (tyramine, TYR)、亚精胺 (spermidine, SPD)、精胺 (spermine, SPM):购于 Sigma 公司;娃哈哈水:杭州娃哈哈有限公司。

1.2 仪器与设备

DZ/DZQ-5002SB 真空包装机:杭州艾博机械工程有限公司;MAP-H₂ 气调包装机:韩国 HyperPac 公司制造;YXQ-LS 立式压力蒸汽灭菌锅:上海博讯实业有限公司医疗设备厂;DL-CJ-1ND 超净工作台:北京东联哈尔仪器制造有限公司;DPX-9052B-2 生化培养箱:广东省医疗器械厂;Agilent 1200 高效液相色谱仪:美国安捷伦公司。

1.3 试验设计

选取宰后 24 h 内的牛背最长肌,去除表面污渍、筋腱后,沿肌原纤维方向切割成约 200 g 左右的肉块。分别进行空气包装 (air-packaging, AP),真空包装 (vacuum packaging, VP),气调包装 (modified atmosphere packaging, MAP),其中 MAP 分为两种形式:MAP1 为高氧气调包装 (78.8% O₂, 18.8% CO₂, 2.4% N₂),MAP2 为高 CO₂ 气调包装 (60% CO₂, 40% N₂)。将包装好的肉样分别放入 (-1.5±0.1)℃ 及 (2±1)℃ 的冰温库和冷藏室贮藏。分别于贮藏第 0、5、10、15、20、25、30 d 取样测定各项指标。

1.4 试验方法

1.4.1 菌落总数的测定

参照 GB4789.2-2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验菌落总数测定》。结果以 Lgcfu/g 表示。

1.4.2 嗜冷菌的测定

测定方法同菌落总数。用营养琼脂培养基倾注平板。培养条件为 7℃, 10 d。

1.4.3 生物胺含量的测定

用 8 种生物胺标品制备标准储备液及标准溶液。样品前处理方法是:5 g 待测样品加入 20 mL 0.4 mol/L 高氯酸,研磨,冷冻离心机 4℃ 3 000 r/min 离心 10 min,

沉淀部分用上述方法再提取一次。两次上清液合并后用 0.4 mol/L 高氯酸定容到 50 mL。然后将标准溶液和样品进行衍生化后,用安捷伦 1200 液相色谱仪进行测定。

色谱条件: 色谱柱为 Agilent Zorbax Extend-C₁₈ column (4.6 mm I.D. rbax Ex), DAD 检测器在 254 nm 下检测, 流速为 1 mL/min, 进样量 20 μ L, 柱温 30 $^{\circ}$ C, 流动相 A 为水, 流动相 B 为乙腈进行梯度洗脱。检测 8 种生物胺, 即 PUT、CAD、TYR、TRY、HIS、PHE、SPM 和 SPD 的含量。

总生物胺 (Total biogenic amine, TBA) 含量/(mg/kg) = TRY + PHE + TYR + HIS + PUT + CAD + SPD + SPM

1.5 数据统计与分析

试验均重复 3 次, 结果用平均值 \pm 标准偏差表示。数据统计分析采用 IBM SPSS 进行相关性分析, 采用 Tukey HSD 程序进行差异显著性分析 ($P < 0.05$), 采用 SigmaPlot 10.0 绘图软件作图。

2 结果与分析

2.1 包装方式和温度对牛肉贮藏过程中菌落总数的影响

包装方式和温度对牛肉贮藏过程中菌落总数的影响见图 1。

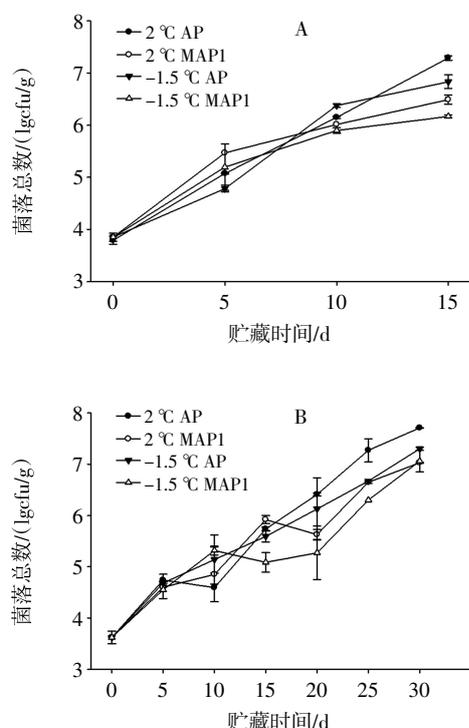


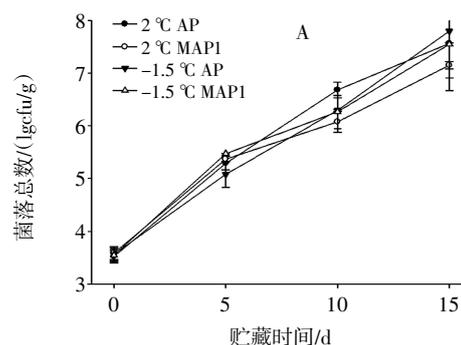
图 1 包装方式和温度对牛肉贮藏过程中菌落总数的影响

Fig.1 Effect of packaging and temperature on total visible counts during storage

微生物是引起牛肉腐败变质的主要因素^[8]。由图 1 可知, 牛肉初始菌落总数为 3.79 lgcfu/g, 随着贮藏时间的延长, 不同贮藏方式牛肉中的菌落总数均呈上升趋势。图 1-A 为空气包装 (air-packaging, AP) 与高氧气调包装 (78.8 % O₂+18.8 % CO₂+2.4 % N₂, MAP1) 牛肉在贮藏过程中菌落总数的变化。贮藏 0 d~5 d 时, MAP1 的菌落总数高于 AP, 这是因为高含量的 O₂ 促进了需氧菌的生长; 5 d~15 d 时, MAP1 呈平缓上升趋势, AP 组上升速度较快; 贮藏 10 d 2 $^{\circ}$ C AP 组和 -1.5 $^{\circ}$ C AP 组菌落总数达到 6.16 lgcfu/g 和 6.03 lgcfu/g, 均超过国标规定 6.00 lgcfu/g, 而 2 $^{\circ}$ C MAP 组和 -1.5 $^{\circ}$ C MAP 组菌落总数均 < 6.00 lgcfu/g, 在安全的范围内。直至贮藏 15 d 时才分别达到 6.36 lgcfu/g 和 6.07 lgcfu/g, 超过食用标准 (6.00 lgcfu/g)。图 1-B 为真空包装 (vacuum packaging, VP) 与高 CO₂ 气调包装 (60 % CO₂+40 % N₂, MAP2) 牛肉在贮藏过程中菌落总数的变化。与图 1-A 相比, 由于真空或高 CO₂ 的作用, VP 与 MAP2 包装都有利于抑制菌落总数的上升, 贮藏 15 d 时, 所有处理组菌落总数均 < 6.00 lgcfu/g。贮藏 20 d~30 d 时, 菌落总数上升速率加快, 贮藏 25 d 2 $^{\circ}$ C MAP2 菌落总数达到 7.25 lgcfu/g, -1.5 $^{\circ}$ C MAP2 为 6.64 lgcfu/g, 2 $^{\circ}$ C VP 为 6.61 lgcfu/g, -1.5 $^{\circ}$ C VP 达到 6.38 lgcfu/g。就贮藏温度来看, 不管何种包装形式, 与低温贮藏 (2 $^{\circ}$ C) 相比, 冰温贮藏 (-1.5 $^{\circ}$ C) 均显现出较强的抑制菌落生长的作用。

2.2 包装方式和温度对牛肉贮藏过程中嗜冷菌数的影响

包装方式和温度对牛肉贮藏过程中嗜冷菌的影响见图 2。



虽然低温可以抑制微生物的生长, 但是嗜冷菌由于其特殊的细胞结构和抗冷物质的存在, 可以在一定程度上耐受低温, 是低温环境中重要的腐败微生物^[9]。由图 2 可知, 随着贮藏时间的延长, 不同贮藏方式牛肉中嗜冷菌数呈上升趋势。贮藏初始, 嗜冷菌数为 3.85 lgcfu/g, 贮藏 10 d 时, AP、MAP1 嗜冷菌数上升速度较快且均超过 6.00 lgcfu/g (图 2-A 所示)。真空包装

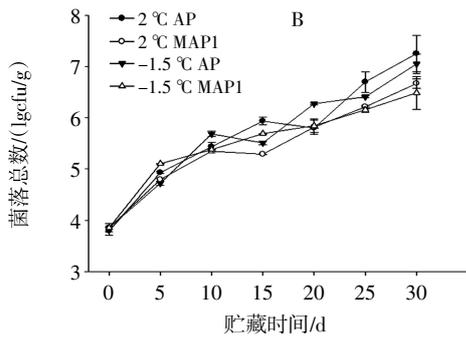


图2 包装方式和温度对牛肉贮藏过程中嗜冷菌的影响

Fig.2 Effect of packaging and temperature on psychrophilic counts during storage

与高 CO₂ 气调包装牛肉在贮藏过程中嗜冷菌的变化趋势与菌落总数相似(图 2-B 所示)。贮藏 25 d 时,除-1.5 °CVP 外其他处理组的嗜冷菌数均超过 6.00 lgcfu/g, -1.5 °CVP 在贮藏 30 d 时达到 6.49 lgcfu/g。

2.3 包装方式和温度对牛肉贮藏过程中生物胺生成的影响

利用高效液相色谱(high-performance liquid chromatographic, HPLC) 方法对牛肉中的生物胺含量进行测定。结果如表 1、表 2 所示。

表 1 空气包装与高氧气调包装牛肉在贮藏过程中生物胺的变化
Table 1 Changes of biogenic amines of beef with air packaging and high oxygen packaging during storage

生物胺/(mg/kg)	贮藏时间/d	2 °C AP	2 °C MAP1	-1.5 °C AP	-1.5 °C MAP1
腐胺	0	0.27±0.08	0.27±0.08	0.27±0.08	0.27±0.08
	5	0.41±0.14	0.46±0.23	0.36±0.19	0.39±0.07
	15	8.68±1.25	7.94±1.18	7.72±1.21	5.48±0.84
尸胺	0	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND
	15	3.85±1.17	1.04±0.81	1.23±0.54	ND
酪胺	0	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND
	15	6.47±0.21	ND	3.81±0.87	ND
亚精胺	0	8.71±1.73	8.85±1.54	8.56±1.82	8.24±2.21
	5	8.42±3.06	9.23±1.28	8.03±2.11	8.96±1.03
	15	8.89±1.21	9.19±1.06	8.36±0.95	9.89±0.21
精胺	0	37.11±4.23	37.43±3.27	35.87±2.61	36.72±2.24
	5	38.86±1.81	39.93±1.24	39.23±2.18	37.67±1.53
	15	43.25±3.06	51.04±3.66	44.69±3.35	45.87±2.08
生物胺总量	0	46.09±1.23	46.55±2.11	44.70±1.71	45.23±1.86
	5	47.69±1.94	49.62±1.41	47.62±2.01	47.02±1.79
	15	71.14±3.08	69.21±3.51	65.81±2.47	61.24±2.54

注:ND 为未检测到。

表 2 真空包装与高 CO₂ 气调包装牛肉在贮藏过程中生物胺的变化
Table 2 Changes of biogenic amines of beef with vacuum packaging and high carbon dioxide packaging during storage

生物胺/(mg/kg)	贮藏时间/d	2 °C MAP2	2 °C VCP	-1.5 °C MAP2	-1.5 °C VCP
腐胺	0	0.27±0.16	0.18±0.12	0.22±0.09	0.23±0.11
	15	4.13±1.27	1.74±0.16	2.64±0.83	0
	30	11.42±1.38	3.47±1.62	7.78±1.05	0.43±0.15
尸胺	0	ND	ND	ND	ND
	15	ND	ND	ND	ND
	30	0.86±0.21	ND	ND	ND
酪胺	0	ND	ND	ND	ND
	15	ND	ND	ND	ND
	30	8.61±0.73	26.37±4.22	0	14.56±2.26
亚精胺	0	8.95±1.84	9.02±1.35	8.72±2.01	8.95±1.25
	15	8.03±0.73	8.57±0.84	8.48±0.73	8.43±0.69
	30	7.65±1.28	9.07±0.21	6.89±0.21	11.35±0.21
精胺	0	37.62±3.25	35.92±2.68	36.77±3.26	38.32±3.44
	15	43.12±3.01	46.07±4.12	38.68±3.09	42.69±2.86
	30	55.67±4.09	76.81±4.27	41.99±0.21	71.26±3.61
生物胺总量	0	46.84±1.21	45.12±1.42	45.71±1.63	47.5±0.95
	15	55.28±1.91	56.38±2.87	49.8±1.24	51.12±1.63
	30	84.21±3.01	110.17±4.27	56.66±2.09	103.15±3.26

注:ND 为未检测到。

表 1 为贮藏过程中 AP 和 MAP1 牛肉中生物胺的变化情况。在整个贮藏期间,亚精胺含量相对稳定,维持在 8.03 mg/kg~9.89 mg/kg,精胺含量较高但变化幅度不大,维持在 35.87 mg/kg~51.04 mg/kg 间,Kalac 等^[10]在研究中也发现新鲜猪肉中精胺含量较多。这可能是因为亚精胺与精胺是新鲜肉中的组成性胺类物质,不随微生物的变化而变化^[11]。腐胺存在于新鲜牛肉中但含量微少,随贮藏时间的延长腐胺含量呈增加趋势,AP 的增加速率高于 MAP1。贮藏 15 d, AP 组腐胺含量为 7.72 mg/kg~8.68 mg/kg, MAP1 为 5.48 mg/kg~7.94 mg/kg。尸胺出现的时间比腐胺晚,于贮藏 15 d 时被检测出且含量较低(1.04 mg/kg~3.85 mg/kg), -1.5 °C MAP1 组在整个贮藏期间未检测到尸胺。AP 组在贮藏 15 d 时检测出酪胺(2 °C AP 6.47 mg/kg, -1.5 °C AP 3.81 mg/kg)。在整个贮藏期间,所有贮藏样品中均未检测到色胺、苯乙胺与组胺。生物胺总量在贮藏期间呈增加趋势。贮藏结束时,各处理组的生物胺总量排序为 2 °C AP > 2 °C MAP1 > -1.5 °C AP > -1.5 °C MAP1。

表 2 为真空包装与高 CO₂ 气调包装在贮藏过程中八种生物胺的变化。整个贮藏期间所有样品中均未检测到色胺、苯乙胺与组胺。贮藏过程中亚精胺含量相对稳定,维持在 6.89 mg/kg~11.35 mg/kg。新鲜牛肉中精

胺含量较高(35.92 mg/kg~38.32 mg/kg),并且随贮藏时间的延长有增加趋势。特别是2℃VP组样品,精胺含量从0天35.92 mg/kg增加到15天46.07 mg/kg,并于30天时达到最高值76.81 mg/kg。腐胺的变化趋势与表1相似,随贮藏时间的延长,各处理组的腐胺含量呈上升趋势且在贮藏后期增加速率加快。尸胺在其他样品中均未检出,仅在贮藏30 d的2℃MAP2样品中检出,且含量较低,仅为0.86 mg/kg。在贮藏前期,所有样品中均未发现有酪胺的存在,酪胺只是在贮藏30天时被检出,2℃VP、-1.5℃VP、2℃MAP2其含量分别为

26.37、14.56、8.61 mg/kg,-1.5℃MAP2未检测到酪胺。有研究表明,多胺类物质的产生与乳酸菌密切相关^[12],而乳酸菌是真空包装中的优势菌,因此,真空包装牛肉中的生物胺含量较高,尤其是酪胺含量,这与Kalac等^[10]的研究结果相似。贮藏结束时,各组生物胺总量分别为:2℃MAP2组84.21 mg/kg,2℃VP组110.17 mg/kg,-1.5℃MAP2组56.66 mg/kg,-1.5℃VP组103 mg/kg。

2.4 微生物生长与生物胺生成的相关性分析

微生物与生物胺之间的相关系数见表3。

由表3可知,各种生物胺与微生物生长呈正相关

表3 微生物与生物胺之间的相关系数

Table 3 Correlation index of microorganisms and biogenic amines

	贮藏天数	腐胺	尸胺	酪胺	亚精胺	精胺	生物胺总量
菌落总数	0.816**	0.826**	0.559**	0.446*	0.092	0.441*	0.666**
嗜冷菌	0.814**	0.812**	0.501*	0.402	0.067	0.442*	0.648**

注:*表示0.05水平上显著($P<0.05$),**表示0.01水平上显著($P<0.01$)。

性。腐胺与菌落总数的相关系数为0.826,与嗜冷菌的相关系数为0.812,且与二者均达到极显著水平($P<0.01$)。尸胺与菌落总数的相关系数为0.559且达到极显著水平($P<0.01$),与嗜冷菌的相关系数为0.501达到显著水平($P<0.05$)。酪胺与菌落总数达到显著水平($P<0.05$),相关系数为0.446。精胺与微生物的生长均达到显著水平($P<0.05$),微生物与亚精胺的相关性较低。同时,生物胺总量与微生物生长均呈极显著相关($P<0.01$)。

3 讨论

牛肉中含水量高、营养物质丰富,极易引起腐败变质。大量研究表明,冷却肉腐败变质主要是由微生物引起的。一般情况下,4℃低温贮藏就能抑制大部分微生物的生长,但鲜肉中仍然存在较多的嗜冷菌,即使在低温环境下仍能生长繁殖。本试验研究发现,冰温贮藏能有效抑制微生物生长,延长货架期。此外,氧气也是微生物生长繁殖的重要条件之一。AP组样品易与空气接触,微生物污染较严重,使得肉中蛋白质分解速度较快。VP隔绝氧气,能有效抑制好氧微生物的生长,但随着贮藏时间的延长,乳酸菌等厌氧微生物逐渐成为优势菌,使肉品品质下降^[12]。MAP中的气体组成比例不同,肉品的保鲜效果不同。MAP1中由于氧气含量高,有助于呈色,但同时也为需氧菌的生长提供了条件,MAP2由于含有60%CO₂,能有效抑制厌氧及兼性厌氧菌的生长。

随着贮藏时间的延长,微生物分泌蛋白酶,不断

分解牛肉中蛋白质,同时产生氨、生物胺等碱性物质。生物胺是动植物及大多数微生物等生物体活性细胞的组成成分,可维持机体细胞正常生长代谢,但过量生物胺对人体有毒害作用。研究表明,组胺对人体的毒害作用最大并且会因其他生物胺的存在而使毒性增加,其次为酪胺,尸胺和腐胺一般不会对人体造成毒害,但能与亚硝酸盐反应生成N-亚硝胺等杂环类致癌物质。Parente等^[11]曾经报道当组胺的口服量为8 mg/kg~40 mg/kg、40 mg/kg~100 mg/kg及超过100 mg/kg时就会分别产生轻微中毒、中等中毒以及严重中毒症状。当酪胺口服量超过100 mg/kg时会引起偏头痛,超过1080 mg/kg会造成中毒性肿胀。为此,各国致力于降低因生物胺造成的危害并以此保证食品品质及安全性。

肉品贮藏中,有研究表明精胺和亚精胺是鲜肉中自然存在的多胺物质,不是由微生物腐败或发酵产生的。腐胺和尸胺在鲜肉中含量较低,当肉品腐败变质时,二者含量会有明显变化。Kaniou等^[12]研究发现,4℃贮藏条件下,真空包装与未包装的鲜牛肉相比,腐胺的产生明显延后。田璐等^[13]研究气调包装冷却猪肉生物胺及腐败特性时发现,尸胺含量在肉品腐败时急剧上升,腐胺含量在贮藏后期变化较大,酪胺含量随着贮藏时间的延长而增加,贮藏21 d时,尸胺、腐胺及酪胺其含量分别达到8.23、4.70、2.34 mg/kg。

本试验研究发现,包装方式及贮藏温度均对牛肉中生物胺的形成有一定影响,究其原因,贮藏方式不同,微生物数量不同,而微生物生长与生物胺形成关

系密切。徐晓瑾等^[14]对气调包装冷却牛肉中腐败菌和生物胺相关性进行研究。结果表明在整个贮藏期内,牛肉中生物胺含量呈现上升趋势,并且腐胺与尸胺均和微生物呈显著正相关。钟赛意^[15]测定了真空包装罗非鱼冷藏过程生物胺和主要微生物的变化,认为冷藏过程中腐胺、尸胺、组胺是优势生物胺且与微生物生长具有良好相关性。王真真^[16]将冷却肉用真空包装的方式在5℃条件下贮藏,发现冷却猪肉的腐胺、尸胺和酪胺与细菌总数的相关系数分别为0.888、0.938、0.909,而组胺、亚精胺和精胺与微生物数量相关性不显著。

4 结论

四种包装形式的牛肉在两种贮藏温度下,其菌落总数与嗜冷菌数均呈上升趋势,但不同处理组之间上升速率有较大差别:与空气包装相比,真空包装和两种气调包装能较好抑制微生物生长繁殖;与冷藏(2℃)相比,冰温贮藏(-1.5℃)牛肉中微生物数量较少。

研究了贮藏过程中8种生物胺的生成情况,结果表明,不同处理组中生物胺总量均随贮藏时间的延长而增加,腐胺是主要的生物胺,其次是尸胺和酪胺,色胺、苯乙胺及组胺均未检出。相关性分析表明生物胺形成与微生物生长存在显著正相关,其中,腐胺及生物胺总量与菌落总数及嗜冷菌数的相关性达到极显著水平($P < 0.01$),可作为牛肉品质评判的标准之一。

参考文献:

- [1] Özogul F, Kacar Ç, Hamed I. Inhibition effects of carvacrol on biogenic amines formation by common food-borne pathogens in histidine decarboxylase broth[J]. LWT-Food Science and Technology, 2015, 64(1): 50-55
- [2] Kalac P. Biologically active polyamines in beef, pork and meat products: a review[J]. Meat Science, 2006, 73(1): 1-11
- [3] Yingchun Zhu, Lizhen Ma, Youling L Xiong, et al. Super-chilling (-0.7℃) with high-CO₂ packaging inhibits biochemical changes of microbial origin in catfish (*Clarias gariepinus*) muscle during storage [J]. Food chemistry, 2016, 206(1): 182-190
- [4] 孙天利,岳喜庆,张平,等. 冰温结合气调包装对牛肉品质的影响[J]. 现代食品科技, 2014, 30(5): 239-244
- [5] Young LL, Reviere RD, Cole AB. Fresh red meats: A place to apply modified atmospheres[J]. Food Technology, 1988, 42(9): 65-69
- [6] Newton KG, Harrison JCL, Smith KM. The effect of storage in various gaseous atmospheres on the microflora of lamb chops held at -1℃ [J]. Journal of Applied Bacteriology, 1977, 43(1): 53-59
- [7] 李侠,董宪兵,张春晖,等. 气调包装对冷却肉护色保鲜效果的研究[J]. 核农学报, 2013(2): 203-207
- [8] 郭新颖,刘程惠,尤晓宏,等. 壳寡糖对冷鲜牛肉保鲜效果的影响[J]. 食品与发酵工业, 2016(10): 204-209
- [9] Pantazi D, Papavergou A, Pournis N, et al. Shelf-life of chilled fresh Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*) stored under various packaging conditions: microbiological, biochemical and sensory attributes[J]. Food Microbiology, 2008, 25(1): 136-143
- [10] Kalac P, Krizek M, Pelikanova T, et al. Contents of polyamines in selected foods[J]. Food Chemistry, 2005, 90(4): 561-564
- [11] Parente E, Matuscelli M, Gardini F, et al. Evolution of microbial population and biogenic amine production in dry sausages produced in southern Italy[J]. Journal of Applied Microbiology, 2001, 90(6): 882-891
- [12] Kaniou I, Samouris G, Mouratidou T, et al. Determination of biogenic amines in fresh unpacked and vacuum-packed beef during storage at 4℃ [J]. Food Chemistry, 2001, 74(4): 515-519
- [13] 田璐,李苗云,等. 气调包装冷却肉生物胺及腐败特性研究[J]. 中国食品学报, 2013, 13(8): 75-82
- [14] 徐晓瑾. 气调包装生鲜冷却牛肉中腐败菌和生物胺的相关性[D]. 上海: 上海海洋大学, 2013: 51-70
- [15] 王真真,李苗云,赵改名,等. 真空包装冷却猪肉生物胺与腐败指标的相关性[J]. 食品科学, 2013(14): 335-339
- [16] 钟赛意,刘寿春,秦小明,等. 真空包装罗非鱼冷藏过程生物胺生成与微生物生长的相互关系[J]. 食品科学, 2013(10): 322-326

收稿日期: 2017-02-09