

不同加工对鸭肉滋味成分的作用研究

刘 源^{1,2}, 徐幸莲², 王锡昌¹, 周光宏²

(1. 上海水产大学食品学院, 上海 200090

2. 南京农业大学 农业部农畜产品加工与质量控制重点开放实验室, 江苏 南京 210095)

摘 要: 采用高效液相色谱和氨基酸自动分析仪分析比较了不同加工鸭肉的滋味成分。结果表明, 鲜味氨基酸 Asp 和 Glu、甜味氨基酸 Ala 以及风味核苷酸对鸭肉制品的滋味贡献显著, 盐水鸭的特殊加工工艺以及烤制加工使鸭肉制品具有较高的非挥发性滋味成分含量。盐水鸭和烤鸭较高鲜味氨基酸和甜味氨基酸含量、小肽含量以及风味核苷酸 5'-IMP 和 5'-GMP 含量是其滋味鲜美的原因所在。

关键词: 鸭肉; 加工; 滋味成分

Effect of Different Processes on Taste Compounds of Duck Meat

LIU Yuan^{1,2}, XU Xing-lian², WANG Xi-chang¹, ZHOU Guang-hong²

(1. College of Food Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Key Laboratory of Agricultural and Animal Products Processing and Quality Control, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Taste compounds of different processed duck meats were analyzed by high performance liquid chromatography (HPLC) and amino acid auto-analyzer. Results indicated that flavor amino acids including umami amino acid Asp and Glu, sweet amino acid Ala and flavor nucleotides well contributed to the taste of duck meat product. The special processes of water-boiled salted duck and the roasting of roasted duck promoted their products to obtain more non-volatile taste compounds than those of water-boiled duck. The higher contents of flavor amino acids, little peptides and flavor nucleotides in water-boiled salted duck and roasted duck could contribute to their flavors.

Key words: duck meat; processe; taste compounds

中图分类号: TS251.55

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)03-0127-04

鸭肉具有低脂肪、低胆固醇、高蛋白等优点, 在我国许多地方深受消费者欢迎。风味是肉品最重要的食用品质之一, 它包括香味和滋味。氨基酸、肽类和核苷酸类是肉品中的主要滋味成分^[1]。至今对于肉品风味包括滋味进行了大量研究, 但对鸭肉的滋味成分研究鲜有报道^[2-3]。本实验对不同加工鸭肉制品包括水煮鸭、盐水鸭、烤鸭的滋味成分进行分析比较, 以期改进鸭肉制品加工工艺及其品质奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

冰鲜樱桃谷瘦型鸭购于河南华英公司。水煮鸭采用不添加任何辅料, 于 95℃ 水煮 40min 制成; 盐水鸭按照干腌、复卤、烘烤、煮制传统工艺制成; 烤鸭采用

180℃ 烤制 40min 后再于 240℃ 烤制 10min 而成。每种处理随机选取 6 只鸭子, 取胸肉采用铝箔袋真空包装于 -20℃ 冷冻备用。

核苷酸及其降解产物 5'-鸟苷酸 (5'-GMP)、5'-肌苷酸 (5'-IMP)、肌苷 (I)、5'-腺苷二磷酸 (5'-ADP)、5'-腺苷一磷酸 (5'-AMP)、次黄嘌呤 (Hx) 以及甲醇、乙氧、正己烷、异丙醇 (色谱纯)、三氟醋酸等 Sigma 公司; 其余未标明试剂均为国产分析纯试剂。

1.2 仪器

安捷伦 1100 系列高效液相色谱 (包括手动进样器、UV 检测器、四元梯度泵、在线脱气装置及 Agilent 化学工作站) 美国安捷伦公司; 日立 835-50 氨基酸自动分析仪 日本日立公司; ALOHA1-2 真空冷冻干燥机 Christ 公司; T 25 型分散器 IKR 公司; Allegra 64R 冷

收稿日期: 2007-03-12

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2006BAD05A03); 上海市重点学科建设项目 (T1102);

上海高校优秀青年教师科研专项基金项目 (2006-16013)

作者简介: 刘源 (1979-), 男, 讲师, 博士, 主要从事食品营养与安全研究。E-mail: yliu@shfu.edu.cn

冻离心机 美国 Beckman 公司。

1.3 方法

1.3.1 基本理化指标测定

水分含量测定: 按 ISO 1442:1997 方法进行^[4]; 粗蛋白测定: 按 ISO 937-1978(E) 方法进行^[5], 表示为总氮% (TN%); 粗脂肪测定: 按 ISO 1443-1973 方法进行^[6]; 食盐含量测定: 按 ISO 1841-1:1996 方法进行^[7]。

1.3.2 游离氨基酸

采用氨基酸自动分析仪分析。

1.3.3 小肽测定

测定参照 Martín 等^[8]的方法, 并作了一些修改。具体方法如下: 10g 的肉样与 25ml 0.6N 的 HClO_4 均质 (10000r/min, $3 \times 10\text{s}$), 离心 (15300 $\times g$, 10min) 后用 Whatman No. 54 滤纸过滤; 用 30% KOH 调至 pH6.0, 然后再用滤纸及 0.22 μm 滤膜过滤; 20 μl 用于 HPLC 分析。

HPLC 主要技术参数: 色谱柱为 Supelcosil-LC-318 (5 μm , 46mm \times 250mm) (Bellefonte, PA USA), 柱温为 30℃, 紫外检测器 (214nm)。洗脱液 A: 0.1% 的三氟醋酸水溶液, 洗脱液 B: 含 0.1% 三氟醋酸的乙腈溶液。洗脱液经 0.45 μm 滤膜过滤后用超声波清洗仪于室温下脱气 30min, 洗脱液流速 1.0ml/min。洗脱程序: 采用梯度洗脱, 洗脱液 B 最初为 3.2%; 0.5min 至 4.5%; 5min 至 8.5%; 10min 至 11.5%; 9min 至 26.5%; 22min 至 99%; 99% 保持 12min; 然后重新开始 3.2%。定量分析按峰面积计算。

1.3.4 核苷酸及其降解产物测定

参照李家胜等^[9]的方法, 并作了一些修改。具体方法如下: 称取 10g 左右样品并剪碎, 置离心管中加入 30ml 5% HClO_4 溶液, 冰浴中用高速分散器匀浆两次 (10000r/min, $2 \times 20\text{s}$); 用同浓度的 HClO_4 10ml 洗涤分散器, 洗液并入离心管中, 离心 (4℃, 10000r/min, 10min) 后吸取上清液; 沉淀物用 10ml 同浓度的 HClO_4 溶液洗涤、离心, 合并二次上清液用 0.5N 和 0.05N NaOH 调节 pH 值至 6.5; 用高纯水定容至 100ml 经 0.22 μm 滤膜过滤, 取 20 μl 进样。

HPLC 主要技术参数: 色谱柱为安捷伦 ZORBAX SB-C₁₈ (5 μm , 46 \times 250mm), 柱温为 25℃, 紫外检测器 (254nm); 洗脱液 A: 取 3.5ml 磷酸, 加入 200ml 水和 7.2ml 三乙胺, 摇匀后补加水至 1L, 再用三乙胺调 pH 至 6.5; 洗脱液 B: 甲醇。洗脱液经 0.45 μm 滤膜过滤后用超声波清洗仪于室温下脱气 30min, 洗脱液流速 1.0ml/min; 洗脱程序: 采用梯度洗脱, 15min 洗脱液 B 由 0% 至 5% 并保持 20min, 然后 2.5% 洗脱液 B 平衡 10min。

定性分析依据对照标准品在同样条件下的保留时间, 定量分析依据系列混标的标准曲线计算。

1.3.5 数据处理

采用 SPSS11.5 对数据进行描述性分析、方差分析和邓肯多重比较。

2 结果与分析

2.1 游离氨基酸

从表 1 可以看出, 就大多数游离氨基酸而言, 盐水鸭和烤鸭的含量没有显著差异 ($p > 0.05$), 且高于水煮鸭的含量。盐水鸭的游离氨基酸总含量最高, 而烤鸭和水煮鸭的含量差异不显著 ($p > 0.05$)。三种不同加工的鸭肉品的主要游离氨基酸是 Glu (78.32~109.01mg/100g)、Ala (93.89~119.44mg/100g)、Thr (44.69~74.87mg/100g)。

游离氨基酸的增加和减少取决于其形成和降解量的比率^[2]。鸭肉在煮制前的处理中, 肌肉组织蛋白水解酶、氨肽酶的作用会生成游离氨基酸, 使得游离氨基酸含量增加。而在煮制过程中, 游离氨基酸参与反应生成挥发性化合物从而其含量剧减。盐水鸭肉中的主要游离氨基酸是 Glu (109.01mg/100g)、Ala (119.44mg/100g)、Thr (74.87mg/100g)、Arg (60.24mg/100g), 这与干腌火腿的报道基本一致^[10]。对照鸭肉与盐水鸭成品相比, 除了 Cys 差异不明显外 ($p > 0.05$), 其它氨基酸含量均少于盐水鸭 ($p < 0.05$)。通过比较游离氨基酸的滋味阈值, 鲜味氨基酸 Asp 和 Glu 以及甜味氨基酸 Ala 对鸭肉制品的滋味贡献显著, 尤其是鲜味氨基酸 Asp 和 Glu 的含量分别是其阈值的 12 倍和 21 倍多^[11], 这可能是构成盐水鸭美味的一个原因。对于以上三种氨基酸, 盐水鸭和烤鸭含量明显高于水煮鸭 ($p < 0.05$), 此外盐水鸭的 Asp 含量高于烤鸭。考虑到湿基的含量, Gly 可能对鸭肉的甜味有贡献, 而 Val、Met 和 Arg 可能作用于鸭肉的苦味。由此可见, 盐水鸭的特殊加工是其滋味鲜美的原因所在, 而烤制对鸭肉风味氨基酸的损失也较少。

2.2 肽类

表 2 列出了液相色谱检测到不同加工鸭肉的 14 个肽类含量。与游离氨基酸结果相似, 大多数肽类盐水鸭和烤鸭含量均高于水煮鸭 ($p < 0.05$), 且两者差异不显著。但是烤鸭的肽 4、肽 10、肽 11 以及总肽含量最高。

与游离氨基酸一样, 小肽本身不仅是风味成分而且还是其他风味化合物的前体物^[12]。加工会促使肉中肽类加速形成各类风味化合物, 同时又会促进蛋白质的降解生成肽类。不同加工对其肽类的转化作用不同, 从而造成其含量上的差异。水鸭煮制前肽类含量的减少是由于游离氨基酸的增加, 煮制加工促使肽类加速形成各类风味化合物, 从而其含量继续减少。烤制对于鸭肉蛋白降解作用大于对肽类转化作用, 并对鸭肉滋味产生影响。但盐水鸭成品与水煮鸭成品相比, 绝大多数肽类含量前者高于后者。对于小肽的感官特性需要进一步研究。

表1 不同加工鸭肉游离氨基酸含量($\bar{X} \pm \text{SD}$, n=4)

Table 1 Concentrations of free amino acid in duck breast meats by different processes ($\bar{X} \pm \text{SD}$, n=4)

游离氨基酸	盐水鸭(mg/100g)	烤鸭(mg/100g)	水煮鸭(mg/100g)	阈值(mg/100g)	滋味特性
Asp	36.44±0.23 ^a	21.25±1.68 ^b	20.34±0.05 ^b	3	鲜味
Thr	74.87±0.47 ^a	52.49±3.37 ^b	44.69±0.11 ^b	260	甜味
Ser	57.56±1.63 ^a	48.90±2.79 ^{ab}	42.82±0.13 ^b	150	甜味
Glu	109.01±3.61 ^a	96.47±5.62 ^{ab}	78.32±0.30 ^b	5	鲜味
Gly	53.26±1.29 ^a	50.49±2.59 ^a	39.87±0.19 ^b	130	甜味
Ala	119.44±3.38 ^a	111.03±5.86 ^{ab}	93.89±0.62 ^b	60	甜味
Cys	6.99±1.54 ^a	8.00±0.15 ^a	6.70±0.14 ^a	—	—
Val	42.52±0.78 ^a	34.14±1.46 ^b	27.26±0.22 ^c	40	苦味
Met	21.11±0.20 ^a	18.89±0.40 ^a	15.83±0.56 ^b	30	苦味
Ile	22.32±0.39 ^a	20.52±0.75 ^a	15.98±0.16 ^b	90	苦味
Leu	29.85±0.96 ^a	25.24±1.28 ^{ab}	20.01±0.23 ^b	190	苦味
Tyr	25.00±1.99 ^a	23.29±2.15 ^a	19.14±0.43 ^a	—	—
Phe	18.66±0.52 ^a	17.35±0.54 ^{ab}	13.74±0.49 ^b	90	苦味
Lys	32.86±0.88 ^a	17.45±0.97 ^b	16.60±0.07 ^b	50	甜味, 苦味
His	11.66±0.43 ^a	9.34±0.82 ^{ab}	7.11±0.19 ^b	20	苦味
Arg	60.24±2.03 ^a	33.14±1.89 ^b	40.37±0.67 ^b	50	苦味
总计	722.78±19.07 ^a	592.98±30.92 ^b	504.67±0.45 ^b		

注：同一行上标不同字母者为差异显著(p<0.05)。

表2 不同加工鸭肉肽类变化表($\bar{X} \pm \text{SD}$, n=4)

Table 2 Concentrations of peptides in duck breast meat by different processing ($\bar{X} \pm \text{SD}$, n=4)

肽类	盐水鸭(mg/100g)	烤鸭(mg/100g)	水煮鸭(mg/100g)
肽1	4.68±0.05 ^a	6.94±0.30 ^b	5.44±0.08 ^c
肽2	44.29±0.91 ^a	47.57±0.96 ^a	36.38±1.61 ^a
肽3	62.27±0.63 ^a	66.18±1.01 ^a	47.08±1.83 ^b
肽4	0.34±0.00 ^a	0.71±0.04 ^b	0.23±0.01 ^a
肽5	1.57±0.08 ^a	1.56±0.07 ^a	1.14±0.09 ^b
肽6	3.37±0.07 ^{ab}	3.78±0.12 ^a	3.08±0.10 ^b
肽7	2.91±0.13 ^a	2.69±0.05 ^a	1.501±0.07 ^b
肽8	10.49±0.03 ^a	10.73±0.36 ^a	7.58±0.06 ^b
肽9	14.15±0.34 ^a	7.51±1.16 ^b	10.95±0.09 ^c
肽10	2.33±0.07 ^a	4.22±0.23 ^b	1.61±0.12 ^c
肽11	13.97±0.44 ^a	20.89±0.67 ^b	11.67±0.74 ^{ac}
肽12	23.94±0.90 ^a	24.19±0.82 ^a	16.09±0.17 ^b
肽13	2.81±0.05 ^a	3.02±0.04 ^a	2.39±0.05 ^b
肽14	0.45±0.00 ^a	0.44±0.00 ^a	0.49±0.01 ^a
总计	191.29±3.86 ^a	204.46±6.13 ^b	147.83±5.12 ^c

注：(平均值±标准误差)×10⁴为每100g去盐去脂干物质中肽峰面积；同一行上标不同字母者为差异显著(p<0.05)。

2.3 核苷酸及其降解产物

由表3可以看出,在盐水鸭中所有核苷酸含量都显著高于水煮鸭(p<0.05)。烤鸭的风味核苷酸含量最高,其次为盐水鸭,水煮鸭含量最少。盐水鸭中只有I含量高于烤鸭。

盐水鸭中只有I含量高于烤鸭,这是由于5'-IMP在磷酸脂酶的作用下脱掉磷酸形成肌苷,同时可以解释盐水鸭5'-IMP含量低于烤鸭的原因。烤鸭和盐水鸭中风味核苷酸的含量甚至达到了一些蘑菇如牡蛎王菇、什塔克菇和黑杨菇的水平^[13]。而在香肠和火腿加工过程中,核苷酸的含量降至无法测定的水平^[14],这是由于鸭肉加工

表3 不同加工鸭肉核苷酸及其降解产物含量($\bar{X} \pm \text{SD}$, n=6)

Table 3 Concentrations of nucleotide in duck breast meat by different processes ($\bar{X} \pm \text{SD}$, n=6)

核苷酸	盐水鸭(mg/100g)	烤鸭(mg/100g)	水煮鸭(mg/100g)
5'-IMP	240.72±14.92 ^a	280.15±2.97 ^b	182.43±0.99 ^c
5'-GMP	10.42±1.64 ^a	7.35±1.28 ^{ab}	4.99±0.16 ^b
5'-ADP	13.12±1.11 ^a	12.01±0.21 ^{ab}	10.99±0.34 ^b
5'-AMP	24.59±2.10 ^a	22.76±0.22 ^a	17.03±0.19 ^b
I	166.23±8.97 ^a	122.15±1.27 ^b	104.94±0.54 ^c
Hx	31.96±1.51 ^a	32.62±0.55 ^a	26.02±0.32 ^b
风味核苷酸	251.14±15.45 ^a	287.50±4.20 ^b	187.41±1.06 ^c

注：同一行上标不同字母者为差异显著(p<0.05)；风味核苷酸为5'-IMP与5'-GMP之和。

时间比较短的原因。烤鸭和盐水鸭中风味核苷酸5'-IMP和5'-GMP的含量均高于其阈值140×10⁻⁶和35×10⁻⁶^[15],尤其是5'-IMP含量高出其滋味阈值十几倍之多。由此可见,风味核苷酸对鸭肉制品的滋味具有重要贡献。

3 结 论

鲜味氨基酸Asp和Glu、甜味氨基酸Ala以及风味核苷酸5'-IMP和5'-GMP对鸭肉制品的滋味贡献显著。盐水鸭的特殊加工工艺以及烤鸭的烤制加工使鸭肉制品具有较高的滋味成分含量。盐水鸭和烤鸭较高鲜味氨基酸和甜味氨基酸含量、小肽含量以及风味核苷酸含量是其滋味鲜美的原因所在。

参考文献:

[1] MACLEOD G. The scientific and technological basis of meat flavours [M]//BIRCH G G, LINDLEY M G. Developments in food flavours. London: Elsevier, 1996: 191-223.
[2] MOTTRAM D S. Flavor formation in meat and meat products: a review

- [J]. Food Chemistry, 1998, 62: 415-424.
- [3] FARMER L J. Poultry meat flavor[C]//RICHARDSON R, MEAD G C. Poultry Meat Science Symposium. CABI Publ Oxfordshire, UK, 1999: 99-101.
- [4] ISO 1442:1997(E). Meat and meat products—Determination of moisture content[S]. The Second Edition, 1996.
- [5] ISO 937—1978(E). Meat and meat products—Determination of nitrogen content (Reference) [S]. 1978.
- [6] ISO 1443—1973(E). Meat and meat products—Determination of total fat content[M]. 1973.
- [7] ISO1841—1:1996(E). Meat and meat products—Determination of chloride content[M]. 1996.
- [8] MARTIN L, ANTEQUERA T, CORDÓBA J J, et al. Formation of non-volatile flavor compounds in Iberian dry-cured ham during processing[C]//Proceedings of the 44th ICoMST, Barcelona, 1998: 1008-1009.
- [9] 李家胜, 陈民利. 高效液相色谱法测定畜禽肌肉中的肌苷酸含量[J]. 浙江农业大学学报, 1998, 24(3): 295-296.
- [10] MARTIN L, ANTEQUERA T, VENTANAS J, et al. Free amino acids and other non-volatile compounds formed during processing of Iberian ham[J]. Meat Science, 2001, 59: 363-368.
- [11] HAEFELI R J, GLASER D. Taste responses and thresholds obtained with the primary amino acids in humans[J]. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 1999, 23(6): 523-527.
- [12] SENTANDEU M A, STOEVA S, ARISTOY M C, et al. Identification of small peptides generated in spanish dry-cured ham[J]. Journal of Food Science, 2003, 68(1): 64-69.
- [13] YANG J H, LIN H C, MAU J L. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms[J]. Food Chemistry, 2001, 72: 465-471.
- [14] MATEO J, ZUMALACÁRREGUI J M. Taste compounds in chorizo and their changes during ripening[J]. Meat Science, 1996, 44(4): 245-254.
- [15] WATANABE A, TSUNEISHI E, TAKIMOTO Y. Analysis of ATP and its breakdown products in beef by reversed-phase HPLC[J]. Journal of Food Science, 1989, 54(5): 1169-1172.