

鸭骨架的营养成分分析及评价

王淑慧¹, 潘道东^{1,2,*}, 赵紫薇¹

(1. 宁波大学海洋学院食品科学系, 浙江 宁波 315211; 2. 南京师范大学食品科学与营养系, 江苏 南京 210097)

摘要: 测定鸭骨架的基本营养成分、氨基酸组成及含量, 分析鸭骨架蛋白质的营养价值和疏水特性。结果表明: 鸭骨架是一类优质蛋白质, 其中蛋白质含量(干质量, 下同)高达29.19%; 必需氨基酸、鲜味氨基酸、含硫氨基酸含量较高, 分别为9 867.16(以干质量计, 下同)、5 772.02、993.98 mg/100 g pro, 分别占总氨基酸含量的42.73%、25.00%、4.30%, 这些都是制备鸭肉香精的风味前体物质。鸭骨架蛋白质中所有必需氨基酸的氨基酸分值均超过氨基酸评分标准模式, 亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸的氨基酸分值超过或接近于化学评分模式; 鸭骨架蛋白质的疏水性值比较低, 为4 530.38 J/mol。

关键词: 鸭骨架; 蛋白质; 氨基酸; 营养价值; 疏水特性

Analysis of Nutritional Components of Duck Bone

WANG Shu-hui¹, PAN Dao-dong^{1,2,*}, ZHAO Zi-wei¹

(1. Department of Food Science, School of Marine Science, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2. Department of Food Science and Nutrition, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: In this study, the composition and content of essential nutrients in duck bone were determined. The nutritional value and hydrophobic properties of duck bone protein were analyzed. The results showed that duck bone contained a class of high-quality proteins with the total amount being up to 29.19% on a dry weight basis. Essential, delicious and sulfur-containing amino acids were abundant in duck bone with values of 9 867.16, 5 772.02 mg/100 g and 993.98 mg/100 g protein on a dry weight basis, all of which were flavor precursor compounds of duck meat essence. The average scores of all the essential amino acids in duck bone exceeded the standard amino acid score pattern and Ile, Leu, Lys, Phe and Thr exhibited amino acid scores exceeding or at least approaching the standard chemical score pattern. The hydrophobic value of duck bone protein was as low as 4 530.38 J/mol.

Key words: duck bone; protein; amino acid; nutritional value; hydrophobic properties

中图分类号: TS251.94

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2014)03-0209-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201403042

鸭骨架具有很高的营养价值和功能, 是鸭屠宰和加工过程中主要的大宗副产品, 约占鸭总质量的8%~17%^[1]。我国是养鸭大国和消费大国, 近年来随着我国鸭的存栏量和屠宰量不断增长, 鸭肉产量也不断增加, 据联合国粮食及农业组织统计, 1990年世界鸭肉产量为123.92万 t, 我国鸭肉产量为60万 t, 占世界总产量的48.42%; 2010年世界鸭肉产量为419.04万 t, 我国鸭肉产量为289.76万 t, 占世界总产量的69.15%。20年间, 我国鸭肉产量增长了约4倍, 同时也产生相当数量的鸭骨架^[2]。

我国从20世纪80年代才开始引进骨类食品加工技

术, 比较滞后, 经过30 a的努力, 我国已取得很多成就, 但目前我国骨类食品加工设备还存在一些弊端^[3], 例如技术跟不上, 高温高压对风味物质有一定的损失; 贮存保鲜问题, 无法完全实现骨肉分离, 鸭骨架的利用主要是作为整体进行的, 而且以骨胶、骨泥、骨粉为主, 附加值都很低^[4], 严重影响了其开发利用价值。

鸭肉中含有丰富的营养物质, 包括蛋白质、矿物质、脂肪和水分, 其中蛋白质和脂肪是鸭肉加工的主要风味前体物质。蛋白质的含量可与肉相媲美^[5], 其氨基酸的组成及比例、营养价值及疏水特性决定了鸭骨架在

收稿日期: 2013-03-07

基金项目: 国家现代农业(水禽)产业技术体系建设专项(CARS-43-17); 浙江省重大科技攻关项目(2012C22058);

宁波市农村科技创新创业基金项目(2013C910017)

作者简介: 王淑慧(1985—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品科学。E-mail: wshzmh@163.com

*通信作者: 潘道东(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向为畜产品加工。E-mail: daodongpan@163.com

加工和生产过程中的特征风味^[6]。鸭骨架脂肪的含量和组成也会影响鸭骨架深加工产品的风味, 骨粉中主要的脂肪酸包括棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚麻酸, 不同的脂肪酸有不同的特殊香气和滋味^[7]。脂肪酸和氨基酸相互作用及其加热后产生的风味物质都决定着肉制品的基本风味和特征风味^[8]。

国内外对鸡肉^[9]、牛肉^[10]、鱼肉^[11]、猪肉^[12]的酶解及Maillard反应制备香精做了大量研究, 而关于鸭骨架的研究, 特别是深加工产品的研究相对比较少。由于不同的厂家有不同的生产工艺和设备^[13], 因此生产的骨产品的组成及其营养成分也存在着显著的差异^[14], 这样对骨架的深加工利用缺乏系统的分析和研究^[15]。本实验研究鸭骨架的基本营养成分、蛋白质的氨基酸组成、营养价值及疏水特性, 为之后的鸭骨架蛋白质的酶解以及Maillard反应生产鸭肉香精提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

鸭骨架购于湖州众望种鸭场。

17种氨基酸混合标准品(色谱级) 美国Waters公司; 茶氨酸标准品、邻苯二甲酐(1,2-phthalic dicarboxaldehyde, OPA)、巯基丙酸 美国Sigma公司; 甲醇、乙腈(色谱级) 上海陆都化学试剂厂; 结晶乙酸钠 国药集团化学试剂有限公司; 四氢呋喃、冰醋酸、氢氧化钠(分析纯) 上海试剂化工有限公司。

1.2 仪器与设备

DS-1高速组织捣碎机 金坛市华龙实验仪器厂; AL204电子分析天平 梅特勒-托利多(上海)仪器有限公司; DKS-26电热恒温水浴锅 宁波江南仪器厂; H2500R-2高速冷冻离心机 长沙湘仪离心机仪器有限公司; DHG-9108A型数显电热恒温鼓风干燥箱 上海精宏实验设备有限公司; Agilent 1100高效液相色谱仪 美国安捷伦科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 鸭骨架的处理

选取新鲜的鸭骨架解冻后, 剔除骨架上残留的肉、脂肪、鸭皮、内脏等非骨物质, 清洗、破碎后于0.1 MPa条件下蒸煮2 h, 将软化后的鸭骨放入烘箱中50℃烘烤6 h至水分含量为30%左右, 再用高速组织捣碎机粉碎, 分装, 置于-18℃冰箱中冷冻备用, 实验前解冻^[16]。

1.3.2 鸭骨架蛋白基本营养成分测定及分析

粗蛋白含量的测定: 凯氏定氮法, 参照GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》; 粗脂肪含量的测定: 索氏抽

提法, 参照GB/T 9695.7—88《肉与肉制品总脂肪含量测定》; 水分含量的测定: 恒质量干燥法, 参照GB/T 9695.15—88《肉与肉制品 水分含量测定》; 灰分含量的测定: 灼烧称量法, 参照GB 5009.4—2010《食品中灰分的测定方法》。

1.3.3 鸭骨架蛋白质的氨基酸组成分析

氨基酸分析采用OPA自动衍生法。

1) 试剂配制: 流动相: A相: 称取结晶醋酸钠7.00 g, 加纯水1 000 mL; 加入三乙胺110 μL, 用5%冰醋酸调节pH 7.20±0.02; 取出5 mL该溶液, 加入5 mL四氢呋喃。混匀, 用0.22 μm滤膜过滤, 备用。B相: 称取结晶醋酸钠2.20 g, 加甲醇400 mL; 加入乙腈400 mL, 用1%~2%冰醋酸调节pH 7.20±0.02; 混匀, 用0.22 μm滤膜过滤, 备用。0.4 mol/L硼酸缓冲溶液: 称取2.47 g硼酸, 加入100 mL纯水, 用固体NaOH调节pH 10.20。OPA衍生试剂: 称取100 mg OPA, 加入1 mL甲醇, 加入100 mg(或130 mL巯基乙醇) 巯基丙酸, 再加入0.4 mol/L硼酸缓冲溶液9 mL。混匀, 备用。

2) 检测条件: 美国Agilent 1100高效液相色谱, Hypersil ODS C₁₈(46 mm×250 mm) 氨基酸分析柱, 温度40℃, 流速1~1.2 mL/min, 柱压87~150 bar, 停止时间: 35 min, 延迟时间: 7 min, 检测波长: 338 nm。梯度洗脱程序见表1。

表1 梯度洗脱程序
Table 1 Gradient elution procedure

时间/min	B相体积分数/%	流速/(mL/min)
0	10	1.0
27	60	1.0
33	100	1.0
33.5	100	1.2
35.0	100	1.2
35.5	8	1.0

1.3.4 鸭骨架蛋白质营养价值评价方法

以联合国粮食及农业组织(Food and Agriculture Organization, FAO)/世界卫生组织(World Health Organization, WHO)提出的氨基酸评分标准模式^[17]和中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的全鸡蛋蛋白模式^[18]为依据, 比较鸭骨架的氨基酸评分(amino acid score, AAS)和化学评分(chemical score, CS)^[19], 计算公式如式(1)、(2)。

$$AAS = \frac{\text{实验蛋白质中的某种氨基酸含量}/(\text{mg/g pro})}{\text{FAO/WHO评分模式下该种氨基酸含量}/(\text{mg/g pro})} \quad (1)$$

$$CS = \frac{\text{实验蛋白质中的某种氨基酸含量}/(\text{mg/g pro})}{\text{参考蛋白质(鸡蛋)中该种氨基酸含量}/(\text{mg/g pro})} \quad (2)$$

氨基酸的组成及其比例决定蛋白质的营养价值。由表4可见, 当以AAS为参考量时, 鸭骨蛋白各必需氨基酸分均高于评分标准模式; 当以CS为参考量时, 赖氨酸含量显著高于评分标准模式, 异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸、苏氨酸、缬氨酸含量与标准模式接近。赖氨酸是人体必需氨基酸之一, 可促进机体代谢、人体发育, 增强免疫力功能, 提高中枢神经组织功能。由于谷物中赖氨酸含量很低且在加工过程中易被破坏, 因此赖氨酸是以谷物为主食的人群的第一限制性氨基酸, 鸭骨架与缺乏这类氨基酸的食物搭配食用可促进氨基酸的摄入均衡。另外, 骨蛋白中含有大量胶原蛋白, 胶原蛋白具有多方面的生理功能, 例如抗氧化活性、抑制血管紧张素转化酶活性、抗肿瘤活性、抑制血小板凝聚活性^[27]等。

2.4 鸭骨架蛋白质的疏水特性

表5 鸭骨架蛋白质的疏水性值
Table 5 Hydrophobic value of the protein in duck bone

氨基酸	摩尔质量/ (g/mol)	Δf_i / (J/mol)	ΔQ / (J/mol)
天冬氨酸 (Asp)	133.60	2 260.44	221.858
丝氨酸 (Ser)	105.09	167.44	7.660
谷氨酸 (Glu)	147.08	2 302.30	310.685
甘氨酸 (Gly)	75.06	0	0
丙氨酸 (Ala)	89.06	3 055.78	163.547
胱氨酸 (Cys-s)	241.24	0	0
酪氨酸 (Tyr)	181.09	12 013.82	364.182
精氨酸 (Arg)	174.14	3 055.78	293.187
组氨酸 (His)	155.16	2 093.00	45.334
异亮氨酸 (Ile)	131.11	12 432.42	690.857
亮氨酸 (Leu)	131.11	10 130.12	843.563
赖氨酸 (Lys)	146.13	6 279.00	479.590
苯丙氨酸 (Phe)	165.09	11 092.90	417.888
蛋氨酸 (Met)	148.15	5 441.80	139.854
苏氨酸 (Thr)	119.12	1 841.84	91.464
缬氨酸 (Val)	117.90	7 074.34	460.753
合计		4 530.38	

由表5可见, 鸭骨架蛋白质疏水性值较低, 为4 530.38 J/mol。根据Ney等^[21]的研究结果, 明胶、牛肉的酶解产物苦味比较弱, 而鸭骨架蛋白质的Q值略低于明胶 (5 358.08 J/mol)、牛肉的Q值 (5 441.80 J/mol), 苦味程度与明胶、牛肉的苦味程度接近。因此从理论上讲, 鸭骨架蛋白质的酶解产物苦味比较弱。

3 结论

鸭骨架是一类优质蛋白质, 其中蛋白质含量高达29.19%; 必需氨基酸、鲜味氨基酸、含硫氨基酸含量较高, 分别为42.73%、25.00%、4.30%, 这些都是制备鸭肉香精的风味前体物质。

鸭骨架蛋白质中所有必需氨基酸的氨基酸分均超过AAS的评分标准模式, 亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、苯

丙氨酸、苏氨酸等必需氨基酸的氨基酸分超过或接近于CS评分标准模式; 鸭骨架蛋白质的疏水性值比较低, 为4 530.38 J/mol。这些都为鸭骨架的深加工提供理论支持和数据支持。

参考文献:

- [1] MANLEY C H, MCCANN J S, SWAINE R L, Jr. The chemical bases of the taste and flavor enhancing properties of hydrolyzed protein[C]// The Quality of Foods and Beverages: Chemistry and Technology. New York, US: Academic Press, 1981: 61-82.
- [2] 王昊. 我国肉鸭产业发展战略研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2007: 16-27.
- [3] 杨迎伍, 张利, 李正国. 畜骨的营养价值、开发现状及发展前景[J]. 现代商贸工业, 2004(11): 83-84.
- [4] 夏秀芳. 畜禽骨的综合开发利用[J]. 肉类工业, 2007(5): 22-25.
- [5] 赵霞, 马丽珍. 骨的综合利用[J]. 食品科技, 2003(4): 87-90.
- [6] 梁兰兰, 黄华京, 秦燕, 等. 氨基酸组成对食品风味特征的影响[J]. 中国酿造, 1996(3): 17-19.
- [7] 向聪, 马美湖. 畜骨综合利用与产品开发研究进展[J]. 肉类研究, 2009, 23(6): 78-84.
- [8] MOTTRAM D S, EDWARDS R A, MACFIE H J H. A comparison of the flavor volatiles from cooked beef and pork meat systems[J]. Science of Food and Agriculture, 1982, 33(9): 934-944.
- [9] 徐德峰, 张卫明, 孙晓明, 等. 鸡骨胶原蛋白酶解制备肉味香精反应底物的研究[J]. 中国调味品, 2007, 32(6): 36-42.
- [10] 方端, 马美湖, 蔡朝霞. 牛骨酶解工艺条件及风味特征的研究[J]. 食品科技, 2009, 34(12): 164-168.
- [11] 武贤壮. 鱼肉蛋白的酶解及产物特性研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009: 1-9.
- [12] 赵妍嫣, 姜绍通, 陈雄. 水解猪肉蛋白制备食用香精的工艺研究[J]. 食品科学, 2009, 30(12): 40-42.
- [13] FONKWE L G, SINGH R K. Protein recovery from mechanically deboned turkey residue[J]. Trans ASAE, 1994, 37(2): 527-534.
- [14] WETTASINGHE M, VASANTHAN T, TEMELLI F, et al. Volatile flavour composition of cooked by-product blends of chicken, beef and pork: a quantitative GC-MS investigation[J]. Food Research International, 2001, 34(2): 149-158.
- [15] 周李宏. 鸡骨糊的加工工艺及其营养成分[J]. 中国商办工业, 2001(12): 45.
- [16] 谭贝妮, 马美湖, 魏涛. 牛骨蛋白酶解工艺条件的优化[J]. 食品科学, 2010, 31(10): 20-25.
- [17] Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirements [R]. Geneva: WHO & FAO, 1973.
- [18] 李世敏. 应用营养学与食品卫生管理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 30-56.
- [19] BJORN L, KARE J, MARIT E. Chemical composition and theoretical nutritional evaluation of the produced fractions from enzymic hydrolysis of salmon frames with Protamex[J]. Process Biochemistry, 2003, 38: 1747-1759.
- [20] 周雪松. 蛋白质酶解物苦味形成机理及控制研究[J]. 粮食与油脂, 2004(8): 20-24.
- [21] NEY K H. Bitterness of peptides: amino acid composition and chain length[J]. ACS Symposium Series, 1979, 115(6): 149-173.
- [22] NEY K H. Voraussage der bitterkeit won peptiden aus deren amio saure-zusamm ensetzung[J]. Z Lebensm-Untersuch Forsch, 1971, 147: 64-71.
- [23] 董海英. 鸭骨的酶法水解及产物的初步应用研究[D]. 武汉: 武汉工业学院, 2010: 18-19.
- [24] 扈文盛. 常用食品数据手册[M]. 北京: 中国食品出版社, 1989: 450-451.
- [25] 刘文年. 开发加工利用骨头的可行性研究[J]. 食品工业科技, 1991(5): 22-25.
- [26] 曾晓房. 鸡骨架酶解及其产物制备鸡肉香精研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2007: 29-31.
- [27] 谢静, 王传花, 李珂, 等. 骨胶原多肽的制备及功能特性研究进展[J]. 生物技术通报, 2008(3): 13-16.