

猪血血红蛋白肽的研究进展

张立娟¹, 夏继华¹, 沈峰¹, 王雅静², 程榆茗²

(1.黑龙江宝迪肉类食品有限公司, 黑龙江肇东 151100; 2.天津宝迪农业科技股份有限公司, 天津 301800)

摘要: 对猪血血红蛋白肽的营养成分、加工工艺、结构及功能、应用领域及前景等进行阐述。猪血血红蛋白肽是一种生物活性肽, 是通过现代生物技术将猪血中的珠蛋白转化成的小分子肽, 分子质量更小, 免消化、直接吸收, 生物利用度高, 附加值高, 氨基酸平衡, 具有营养强化作用; 具有促进胃肠道的早期发育及调节胃肠运动、提高免疫力、促进氨基酸的吸收、加速蛋白质的合成、降低血压和血脂及抗氧化功能。因此, 可以应用到食品、饲料、日化及医药等领域。

关键词: 猪血血红蛋白肽; 营养成分; 分子结构; 功能; 应用领域; 前景

Recent Advances in Research on Porcine Hemoglobin-derived Peptides

ZHANG Li-juan¹, XIA Ji-hua¹, SHEN Feng¹, WANG Ya-jing², CHENG Yu-ming²

(1. Heilongjiang Baodi Meat Food Co.Ltd., Zhaodong 151100, China ;

2. Tianjin Baodi Agriculture and Technology (Group) Co.Ltd., Tianjin 301800, China)

Abstract: In this paper, porcine hemoglobin-derived peptides are described with regard to their nutrient composition, processing technologies, structures, functions, and application fields and prospects. Porcine hemoglobin-derived peptides, a group of small bioactive peptides derived from porcine globin, have smaller molecular weight, high bioavailability and added value, a good amino acid balance and nutrition-enhancing effects and can be directly absorbed without digestion. Porcine hemoglobin-derived peptides can also promote the early development of the gastrointestinal tract and amino acid absorption, regulate gastrointestinal motility and have immunoenhancing, blood pressure lowering and blood lipid lowering and antioxidant effects, thus being suitable for use in the food, feed, daily chemical and medicinal fields.

Key words: porcine hemoglobin-derived peptides; nutrient composition; molecular structure; function; application fields; prospect

中图分类号: TS251.93

文献标识码: A

文章编号: 1001-8123(2011)06-0054-04

猪血是在屠宰加工过程中获得的营养价值和生物价值很高的副产品^[1]。全血的蛋白质含量很高, 包括17~18种氨基酸, 特别是赖氨酸、亮氨酸的含量较高, 还含有多种生物酶、低分子生物活性物质、葡萄糖、维生素(VB₁、VB₂、VB₆、VB₁₂、VD)、矿物质元素(Na、K、Cu、Zn、Co、Ca、P、Fe)^[2]。血液中的蛋白质具有很高的生物效价, 与畜肉相近, 因此猪血被人们誉为“液体肉”^[3-4], 应予以重视和利用。

猪血蛋白大部分为血红蛋白(hemoglobin, Hb), 存在于红细胞中, 占总蛋白质的80%。血红蛋白由血红素和珠蛋白组成^[5]。以猪血为蛋白源的猪血血红蛋白肽是通过现代生物技术将猪血中的珠蛋白转化为小分子肽^[6]。猪血血红蛋白肽是一种生物活性肽, 是一种高品质蛋白质原料, 含有生长因子和小分子肽等多种功能性

蛋白质, 分子质量更小, 免消化、直接吸收, 生物利用度高, 附加值高, 氨基酸平衡, 具有营养强化作用^[7]; 具有生物活性, 对机体免疫活性具有明显增强的作用, 具有免疫调节和提升机体免疫力作用^[6]; 低抗原性, 能够避免完整蛋白引起的免疫调节过敏反应, 对人体无过敏性, 不会增加肝脏和肾脏的负担, 还具有促进脂肪代谢等生理活性^[8]。近年来的研究发现, 蛋白质经消化道酶促水解后主要以小肽的形式吸收, 比完全游离氨基酸更易、更快被机体吸收利用, 这是肽理论和实践的重大突破^[9]。因此生物活性肽在世界范围内受到越来越多的关注。许多国家近年来开发出多种用于病人和特殊生理需要人群的肽类保健与功能食品。以血蛋白为原料进行酶解, 可以生产不同类型易消化吸收的血蛋白肽产品^[10]。

收稿日期: 2011-06-17

作者简介: 张立娟(1983—), 女, 硕士, 研究方向为肉品科学及动物副产物综合利用。E-mail: zhanglijuan1001@163.com

1 猪血血红蛋白肽的营养成分

猪血血红蛋白肽的主要营养成分是蛋白质、寡肽、氨基酸及一些人和动物必需的常量和微量矿物质(表1),氨基酸含量高(表2),其消化利用率高达95%。研究表明血红蛋白经过酶解和脱色能够除去绝大部分的高 Fe^{3+} ,提高血红蛋白的营养价值,最终产物具有良好的色泽、溶解性和乳化性^[11]。

表1 猪血血红蛋白肽的营养成分

营养成分	含量/%	营养成分	含量/%
蛋白质	≥ 84.0	粗纤维	≤ 2.0
寡肽	≥ 60.0	钙	0.1~0.5
灰分	≤ 8.0	总磷	0.2~1.0

表2 猪血血红蛋白肽的氨基酸组成

氨基酸	含量/(g/100g)	氨基酸	含量/(g/100g)
天冬氨酸	10.56	苏氨酸	2.54
异亮氨酸	0.45	蛋氨酸	0.69
丝氨酸	3.51	酪氨酸	2.03
亮氨酸	11.57	苯丙氨酸	5.75
谷氨酸	8.00	丙氨酸	7.55
脯氨酸	3.12	胱氨酸	0.76
甘氨酸	4.26	缬氨酸	7.19
色氨酸	0.25	组氨酸	6.77
赖氨酸	8.22	精氨酸	2.45

2 猪血血红蛋白肽的加工工艺

猪血血红蛋白肽是由新鲜的猪血经过抗凝、冷藏保鲜、离心分离取血球液,经动物蛋白水解酶解、离心后上清液直接喷雾干燥后得到的均匀粉末状固体。

其加工工艺为:猪血→抗凝→离心分离→血球→酶解→灭酶→调pH值→离心→上清液→脱色→过滤→调pH值→修饰→杀菌→(干燥)→包装成品。具体操作方法参照张立娟等^[12]的研究。

3 猪血血红蛋白肽的结构

血红蛋白是含有血红素的球状蛋白质。血红蛋白结构由4个亚基构成,分别为两个 α 亚基和两个 β 亚基。血红蛋白的每个亚基由一条肽链和一个血红素分子构成,肽链在生理条件下会盘绕折叠成球形,把血红素分子包在里面,这条肽链盘绕成的球形结构又被称为珠蛋白。每一血红蛋白分子由一分子的珠蛋白和四分子亚铁血红素组成,珠蛋白约占96%,血红素占4%。从血液中提取血红蛋白的机理是:变性后的血红蛋白,其珠蛋白的球状结构展开,血红素从珠蛋白的“血红素

口袋”中伸展开来,各种蛋白酶在其适当pH值和温度条件下将珠蛋白水解,得到氨基酸、小肽、血红素的混合物,对酶解液的上清液进行相关处理,获得血红蛋白肽^[13]。生物活性肽是蛋白质中20个天然氨基酸以不同组成和排列方式构成的从二肽到复杂的线形、环行结构的不同肽类的总称,是源于蛋白质的多功能且最复杂的化合物。

4 猪血血红蛋白肽的功能

4.1 促进胃肠道的早期发育及调节胃肠运动

小肽对消化道发育未成熟、消化酶活性低的幼儿或幼畜具有很高的应用价值。它通过诱导小肠中一些酶活性的提高,而使小肠消化功能发育提前,促进幼儿或幼畜的身体健康。且二肽、三肽对预防和治疗幼儿或幼畜腹泻有一定的作用^[14]。蛋白肽可优先作为肠黏膜上皮细胞结构和功能发育的能量底物,有效促进肠黏膜组织的发育,对消化道起积极的保护作用,小肽不仅是诱导消化酶分泌的最适底物,同时又为机体消化酶的快速合成提供完整的氮架^[15]。蛋白肽不需消化,直接、快速、主动、完全、优先吸收。人体对蛋白肽的吸收,具有不需耗费人体能量,增加消化道,特别是胃肠功能负担的特点。研究表明,2~3个氨基酸组成的小肽有比游离氨基酸更好的吸收性能,最近研究表明,饮食中的寡肽(2~3个氨基酸)和多肽(10~51个氨基酸)能够完整地通过肠道吸收,作为生物活性肽在组织水平上引起机体的生物学效应^[16-20]。据资料报道,小分子猪血蛋白肽不仅有很好的溶解性、低黏度、抗凝胶形成性,而且在体内消化吸收快^[21-24]。

4.2 提高免疫力

免疫功能低下会对机体健康产生极为不利的影 响,使多种疾病的发病率与死亡率提高,其中引人注目的有肿瘤和自身免疫性疾病等。具有增强免疫力的功能性食品,能够增强机体对各种疾病的防御力、抵抗力,同时维持自身的生理平衡^[25]。血红蛋白水解产生的蛋白肽具有生物活性,对机体免疫活性具有明显增强的作用,具有免疫调节和提升机体免疫能力作用,促进机体生长。方俊^[25]从非特异性免疫方面和细胞免疫方面,观察猪血多肽对正常小鼠及环磷酰胺所致免疫低下小鼠免疫功能的影响。结果表明猪血多肽均可以提高正常小鼠及环磷酰胺所致免疫低下小鼠的免疫功能。

4.3 协同作用

具有载体、运输工具等作用,能将平常人所食的营养物质,特别是钙等有益微量元素吸附、黏贴、装载在肽体上并运送到机体各个器官吸收利用。可以作为主要配体与微量元素形成螯合物被转运,从而更有利于微量元素的吸收。研究表明以小肽络合物形式存在的矿



物质离子更易被机体吸收^[26]。

4.4 促进氨基酸的吸收、加速蛋白质的合成

小肽与游离氨基酸具有相互独立的吸收机制，二者互不干扰，减轻了与游离氨基酸相互竞争吸收位点而产生的拮抗作用，从而促进氨基酸吸收，加快蛋白质的合成与沉淀^[27]。另外，蛋白质合成率与动、静脉氨基酸差值存在相关性，在吸收状态下，其差值越大，蛋白合成率越高。由于小肽吸收速度快，吸收峰高，因此能快速提高动、静脉氨基酸差值，从而提高蛋白质合成效率^[28]。

4.5 具有降低血压和血脂的功能

多肽对高血压机体具有显著的降血压功能，且具有降压速度快、服用量小的特点；长时间补充多肽，对正常血压机体也具有降低血压的趋势。同时，补充多肽虽然不能明显改善高血压和正常机体血清高密度脂蛋白(HDL)水平，但是可以有效维持或降低机体血清总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)和低密度脂蛋白(LDL)含量，防止TC、TG和LDL含量的升高。因此，多肽在生产具有降血压，降血脂，预防衰老、心血管系统疾病、肥胖症等功能的保健食品时具有非常重要的应用。血管紧张素转换酶(angiotensin-converting enzyme, ACE)在人体血压调节过程中起重要作用。ACE抑制肽通过抑制ACE的活性，可使血管紧张素II的生成和激肽的破坏均减少，从而达到治疗高血压的目的^[29]。胡鑫等^[30]的研究表明，猪血红蛋白经蛋白酶水解后可以产生具有ACE抑制活性的多肽。

4.6 具有抗氧化功能

生物体内的许多具有抗氧化活性的物质属于蛋白质类。由于蛋白质具有优良的乳化特性，能在油水界面起介导作用，因此其在清除生物体内过量自由基，抑制膜脂质过氧化方面具有重要意义。蛋白质水解成多肽后，具有抗氧化作用的基因充分暴露出来，能够更好的发挥抗氧化作用，往往蛋白质水解物的抗氧化活性比相应的蛋白质抗氧化作用更强^[8]。一般说来，肽类的抗氧化能力大于氨基酸。由于抗氧化肽具有较强的抗氧化活性和很高安全性，近年已成为各国研究重点。张凤英^[8]、郭善广^[31]研究表明猪血红蛋白解物对组织脂质过氧化有较强的抑制，有利于机体的抗氧化；将猪血红蛋白肽添加到生肉饼和熟肉饼中，对脂肪的氧化有很好的抑制作用^[12]。

5 猪血红蛋白肽的应用领域

5.1 食品和饲料领域

猪血红蛋白肽用于食品和饲料的营养强化。人们对活性蛋白肽吸收率高，对因缺乏某类酶而对某些蛋白质难于吸收，甚至还会产生过敏的人群及年老、体弱

多病和术后的人群，直接从口、胃摄入这种营养物比经静脉注射的氨基酸能更易更快吸收，能迅速地恢复到正常营养状态。因其不含胆固醇，亦可作为高血压患者食品。体育运动中，因体内不储藏蛋白质且不能合成必需的氨基酸，所以必须及时地从外部补充氨基酸，以免造成肌肉蛋白的失衡。活性蛋白肽可以加速运动员消除肌肉疲劳的过程，是运动员迅速消除疲劳和增强体力的理想食品。传统控制体质量的方法是要食用低能膳食，使人体处于饥饿状态，通过激素反应和代谢变化使身体适于蛋白和能量缺乏。在长期饥饿过程中，蛋白将从骨骼肌肉中减少以保证身体的正常运转，这种蛋白的损失不可避免地给身体带来损害。新型控制体质量的方法是食用低能且含有足量的蛋白质，这样就可保持身体氮平衡的前提下，主要通过脂肪损失来减少体质量。用具有高生物价的肽来配制低能饮料，基本能保持氮的摄入平衡，它可通过消耗脂肪减少体质量，蛋白水解物强化膳食的另一个特点是有助于减少食欲^[32]。同样，在饲料中加入蛋白肽，可以提高畜禽的免疫力，尤其对于断奶仔猪，是一种优良的营养强化剂。

饮料工业中的应用：一般蛋白质不能溶解于酸性饮料中，蛋白肽却能在酸性饮料中溶解，而且浓度低，不腻口，这给保健饮料开辟了一个新的途径^[33-34]。

调整食品的结构和口感：动物蛋白肽口感鲜美，添加在火腿肠、香肠等肉制品中，可在提高肉制品营养价值的同时增强食品口感，延长保质期^[35]。

5.2 日化领域

用于生产高级化妆品。蛋白肽营养霜和面膜是一种新概念美容佳品，它由小肽、VE等组成。增加皮肤的营养，从根源上调理皮肤^[36]。

5.3 医药产品领域

肽的研究在世界医药学领域处于领先地位，是人类基因工程中的最核心的部分。国内外的研究证明：人类绝大部分病症的起因与治疗均直接与肽相关，如高血压、胃肠道疾病、糖尿病、癌症、免疫功能低下症以及骨质疏松症与畸型等。生物肽能有效地修补受损细胞，激发细胞活力，能有效清除对人体有害的自由基，清除人体内的金属化合物，抵抗X射线、紫外线等对人体的损害，保护肝、肾、心脑血管等重要组织器官，维持细胞正常的新陈代谢，有效地增强机体免疫力。具体有以下十大功能：1)修复细胞。科学家发现，肽改善细胞代谢，防止细胞变性，能起到防癌抗癌作用；2)促进蛋白质合成，增强体质；3)提高免疫功能；4)沟通细胞间、器官间信息的重要化学信使；5)消除心脑血管疾病；6)改善消化系统功能、治疗慢性胃肠道疾病；7)改善和调节内分泌；8)对风湿、类风湿病、糖尿病、



神经系统疾病疗效显著；9) 抗病毒感染、抗衰老、美容养颜效果好；10) 促进造血功能，提高红细胞的载氧能力^[37]。

6 猪血血红蛋白肽的应用前景

猪血血红蛋白肽的开发，不仅能变废为宝，防止环境污染，还可提高产品的附加值，产生巨大的社会效益和经济效益。随着对蛋白肽的深入研究，蛋白肽营养的必需性已被许多实验所证实，与游离氨基酸相比，蛋白肽在吸收率和利用率上的优势已经逐渐被人们认可。正由于蛋白肽具有诸多优良特性，故在食品、饲料、医药、日用化工等领域中显示出了诱人的应用前景，特别是随着人们越来越注重天然制品，它们潜在的市场前景十分广阔。

参考文献：

- [1] BENJAKUL S, VISESSANGUAN W, SRIVILAI C. Porcine plasma protein as proteinase inhibitor in bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) muscle and surimi[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2001, 81: 1039-1046.
- [2] 陈力力, 马美湖, 谭周进. 猪血蛋白在农畜业生产上的开发利用[J]. 广西农业生物科学, 2006, 25(1): 123-126.
- [3] 吴保承, 沈国强, 杨春霞, 等. 酶法提取猪血中血红素的工艺研究[J]. 化学与生物工程, 2009, 26(8): 61-63.
- [4] 陈来同, 徐德昌. 生化工艺学[M]. 北京: 北京大学出版社, 1997: 85-86.
- [5] 姚成虎, 王志耕, 梅林, 等. CMS 脱除猪血蛋白酶液色泽的技术研究[J]. 包装与食品机械, 2007, 25(3): 41-43.
- [6] 余奕珂, 胡建恩, 白雪芳, 等. 以猪血为蛋白源的生物活性肽的研究进展[J]. 精细与专用化学品, 2004, 12(18): 10-13.
- [7] 张立娟, 吴明文, 赵得录, 等. 猪血蛋白肽功能性质的研究[J]. 肉类研究, 2010, 24(3): 31-35.
- [8] 张凤英. 猪血红蛋白的酶解及其产物抗氧化活性研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2006.
- [9] 邱芳萍, 赵立冬, 解耸林, 等. 鹅血血红蛋白肽工艺的研究[J]. 乳业科学与技术, 2008, 31(2): 64-65.
- [10] 钟耀广, 南庆贤. 血肽的开发利用[J]. 肉类工业, 2002, 16(3): 39-40.
- [11] 郭善广, 赵谋明, 崔春, 等. 脱色猪血蛋白酶解产物品质及营养特性研究[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(1): 10-15.
- [12] 张立娟, 宋古全, 吴明文, 等. 猪血蛋白肽的制备及其对肉糜抗氧化作用研究[J]. 肉类研究, 2010, 24(10): 9-14.
- [13] 瞿桂香, 黄耀江, 董明盛. 血红素制备工艺研究进展[J]. 中央民族大学学报: 自然科学版, 2007, 16(1): 19-22.
- [14] 陈宇光, 李丽立, 张彬, 等. 小肽的研究进展[J]. 湖南农业科学, 2004(4): 62-64.
- [15] 郑云峰, 许云英, 徐玉娟. 蛋白质营养中小肽的研究新进展[J]. 饲料工业, 2006, 27(1): 16-18.
- [16] CRAFT I L, GEDDES D, HYDE C W, et al. Absorption and malabsorption of glycine and glycine peptides in man[J]. Gut, 1968, 9(4): 425-437.
- [17] HARA H, FUNABIKI R, IWATA M, et al. Portal absorption of small peptides in rats under unrestrained conditions[J]. J Nutr, 1984, 114(6): 1122-1129.
- [18] GANAPATHY V, LEIBACH F H. Peptide transport in intestinal and renal brush border membrane vesicles[J]. Life Sci, 1982, 30(25): 2137-2146.
- [19] CHENG B, NAVAB F, LIS M T, et al. Mechanisms of dipeptide uptake by rat small intestine *in vitro*[J]. Clin Sci, 1971, 40(3): 247-259.
- [20] ADIBI S A, FOGEL M R, AGRAWAL R M. Comparison of free amino acid and dipeptide absorption in the jejunum of sprue patients[J]. Gastroenterology, 1974, 67(4): 586-591.
- [21] LIU X Q, YONEKURA M, TSUTSUMI M, et al. Physico-chemical properties of aggregates of globin hydrolysates[J]. J Agric Food Chem, 1996, 44: 2957-2961.
- [22] LIU X Q, TSUTSUMI M. Gel formation of globin prepared by acid-acetone method and globin hydrolysates[J]. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 1994, 41(3): 178-183.
- [23] MIYAGUCHI Y, TSUTSUMI M, NAGAYAMA K. Gelation of porcine by pepsin treatment[J]. Food Sci Technol Int Tokyo, 1998, 4(1): 40-43.
- [24] MIYAGUCHI Y, NAGAYAMA K, TSUTSUMI M. Gelation of porcine blood globin by calf rennet[J]. Anim Sci Technol, 1996, 67: 482-483.
- [25] 方俊. 猪血多肽的制备及其生物活性研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2006.
- [26] 李永富, 潘茹芳. 小肽络合铁对新生仔猪补铁效果的研究[J]. 饲料研究, 2000, 14(2): 11-13.
- [27] PAN Y X, WONG E A, BLOOMQUIST J R, et al. Expression of a cloned ovine gastrointestinal peptide transporter (oPep T1) in *Xenopus oocytes* induces uptake of oligopeptide *in vitro*[J]. J Nutr, 2001, 131: 1264-1270.
- [28] 张含. 小肽的功能及其在仔猪生产中的应用[J]. 广东畜牧兽医科技, 2008, 33(1): 16-18.
- [29] 曹文红, 章超桦. 食品蛋白降血压肽及其酶法制备(一)[J]. 食品科技, 2002(4): 9-10.
- [30] 胡鑫, 罗永康. 猪血蛋白酶解制备 ACE 抑制肽的研究[J]. 肉类研究, 2009, 23(2): 21-24.
- [31] 郭善广. 猪血蛋白酶解及其酶解产物抗氧化活性研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2007.
- [32] 曹满湖, 摘译, 贺建华. 维生素和矿物质添加剂对肉质的影响[J]. 肉类工业, 2002, 16(3): 39-40.
- [33] 朱蓓薇, 张彧. 学生专用多肽豆奶的研制[J]. 饮料工业, 2001, 4(6): 5-8.
- [34] 肖晗, 原雪. 大豆多肽生理活性与应用研究概况[OL]. 中国科技论文在线. (2006-02-07) [2011-06-03]. <http://www.paper.edu.cn/index.php/default/releasepaper/content/200602-19>.
- [35] 中国科学技术大学科技实业总公司. 用家畜血液生产蛋白肽[OL]. 中国科学院知识产权网. (2007-09-12) [2011-06-03]. http://www.casip.ac.cn/Fruit_Req/TechFruit_view.action;jsessionid=081B0747065A4529925471B0F505F982_fruitNo=3391.
- [36] 周楨, 李海军, 胡梅. 短肽衍生物的制备及其在日化领域的应用[J]. 日用化学品科学, 2011, 34(1): 30-34.
- [37] 蛋白质肽与人体健康[OL]. 湖南在线-家庭导报版. (2002-08-20) [2011-06-03]. http://hunan.voc.com.cn/gb/content/2002-08/20/content_1538728.htm.