



猪血的综合利用与开发

刘 骞¹, 李 鑫²

(1. 东北农业大学食品学院, 哈尔滨 150030; 2. 哈尔滨市顺达实业发展有限公司, 哈尔滨 150070)

摘要: 猪血是现代肉类工业的主要副产物之一。含有丰富的蛋白质, 其蛋白质含量达到全血总量的18%左右, 因此又具有“液态肉”之称。本文对猪血在食品、肥料和动物饲料领域的综合利用以及开发情况进行了探讨, 从而使猪血整个变废为宝, 并解决了因猪血废弃造成环境污染的问题。

关键词: 猪血; 综合利用; 开发

Comprehensive Utilization and Development of Porcine Blood

LIU Qian¹, LI Xin²

(1. College of Food Science, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;

2. Harbin Shunda Industrial Development Co., Ltd. Harbin 150070, China)

Abstract: Porcine blood is a major by-product of meat industry. It has redundant amount of protein, about 18% of the total amount of blood, so it often called “liquidness meat”. In this passage, the of porcine blood in food, fertilizer and animal feed fields were researched. So the porcine blood could changed from waste to treasure, and also solve the problem of environmental contamination.

Key words: porcine blood; comprehensive utilization; development

中图分类号: TS251.9 文献标识码: B 文章编号: 1001-8123(2008)11-0085-06

0 引言

在动物的屠宰过程中, 有效地将血液分离是保证胴体质量最关键的步骤。如果在屠宰过程中不正确的操作会导致肉的颜色很快变淡, 从而极大的影响肉的质量。健康动物的血液是无菌的, 而且蛋白含量很高(通常在17~18%)^[1]。血液在食品工业中通常被用来当作蛋白补充物。血清白蛋白通常被用作卵清蛋白的替代物, 被用作制作肠衣。

畜禽血液中含有丰富的营养物质和多种具有生物活性的物质: 蛋白质和铁、钠、钾、钙、镁等多种矿物质和各种酶类, 如淀粉酶、转化酶、阮酶、脂肪酶、磷酸酶、过氧化氢酶等, 还含有维生素A、B1、B2、B6、C等, 此外还含有多种生物活性物质^[2]。据

分析, 畜禽血液中, 干物质含量为19%~21%, 干物质中蛋白质含量高达90%, 而且全血蛋白质中含有18种氨基酸, 其中有8种必需氨基酸和2种半必需氨基酸。猪血蛋白质中赖氨酸含量达到14.1%, 使肉中赖氨酸含量的2倍^[3]。

猪血约占活体重的3%~3.5%, 全国每年平均获得猪血3亿公斤左右。如果把这一资源进行转化和再生产, 其经济效益相当可观。

猪血虽然营养丰富, 但是因其色泽差、血腥味较重、适口性差以及血红蛋白不易被吸收等特点而未被很好的利用。近年来人们对动物血液的研究产生了很大的兴趣。据丹麦学者彼得估计, 利用这一潜在的廉价蛋白质资源, 可以得高相当于增

收稿日期: 2008-08-09

作者简介: 刘骞(1981-), 男, 博士研究生, 研究方向肉品科学。E-mail: beetliu@yeah.net Tel: 15945052934.

加8%~10%瘦肉产量的蛋白质^[3]。

因此搞好畜禽血液综合利用与开发,可以应用到工业、农业和人民生活的许多方面。下面将介绍一下猪血液的应用。

1 在食品领域中的应用

1.1 猪血液的酶解

猪血的利用在食品方面是最主要的领域。用于食品,首先要脱色,关于脱色方面的研究,目前国内研究较少,国外的一些资料表明,他们多采用有机溶剂(如丙酮,乙醇)分离血红,也有采用过氧化氢氧化法等,例如Tybor^[4]等人1975年用酸性丙酮连续抽提法,Lindross^[5]1977年用乙醇提取法,Sato^[6]等人1981年采用Carboxymethyl吸附法,这些方法不同程度地达到脱色效果,但是由于成本高,不利于大规模生产。

发酵法利用微生物分解转化血中的蛋白质为菌体蛋白,从而提高其消化利用率。参与发酵过程的微生物具有能利用碳水化合物和蛋白质等大分子物质进行生长繁殖,产酶活性高。对血液蛋白基辅料中的淀粉、纤维等具有较强的分解能力,而且遗传性能稳定,抗杂菌能力强。发酵副产物能使产品产生特殊风味等特点。近年来,人们从霉变血粉及相关环境中分离获得猪血蛋白发酵菌株,主要包括米曲霉、黑曲霉、酵母和枯草芽孢杆菌。用从霉变猪血制品中分离筛选获得的生长旺盛、蛋白酶活力强的菌株,进行猪血发酵试验,分离菌株接种以猪血为主要原料的培养基中发酵培养后,发酵产物比发酵原料的蛋白质增加41534倍,氨基酸增长11434倍。发酵法由于其投入低、能耗少而被公认为我国饲用血粉开发的一个方向。然而发酵法易受微生物污染而导致血腐败发臭,同时产品中副产物多,不利于血蛋白降解物的分离和纯化。

近几年来,由于酶技术的迅速发展,利用蛋白酶水解猪血以提高其利用率的研究也越来越多^[7],可供选择水解猪血的蛋白酶种类也多。该法具有酶用量少,成本低,副反应少,易于大规模生产等优点。国内的许多研究者对水解猪血制备蛋白的工艺进行了研究。于美娟^[8]等人2005年对两种不同来源的蛋白酶其采用单一和复合酶水解鲜猪血的酶解效果进行比较,结果发现复合酶解鲜猪血水解效果最好,复合酶最适水解工艺条件为:pH值7~8,温度为50~55℃,酶底物浓度比(E/S)为6000~8000U/g,底物浓度为8%,水解时间为8h。孟祥晨^[9]等人1998年研究了确立碱性蛋白酶水解猪血

细胞的最优反应条件,确定最优水解条件为:pH值8.21,温度55℃,底物浓度为4%,水解时间为90min。洛阳肉联厂早在1995年就利用细菌蛋白酶水解猪血液也获得较好的效果^[10]。

经酶水解可以把猪血蛋白质分解成具有芳香味的氨基酸、肽、胨、血红素等混合物,同时也防止了直接排放所带来的环境污染,有着重大的环保意义和经济意义。开展猪血的酶解首先是要选用适宜的酶类来进行水解,但是蛋白酶具有专一性,单一的蛋白酶往往对一种蛋白质的水解程度是有限度的。所以今后研究的重点还是要放在选择不同的蛋白酶对猪血液进行水解,利用蛋白酶的不同专一性从而达到最大的水解程度。

1.2 从猪血液种提取血红素

血红素是由一个二价铁离子镶嵌在一个原卟啉环而构成的称为铁卟啉的化合物,分子简式 $C_{34}H_{33}FeN_4O_5$ ^[11]。主要存在于动物的血液和肌肉中,是动物血液中的天然色素,具有重要的生理功能和很高的实用价值,在医药、食品、化工、保健品、建筑及化妆品行业中有广泛应用。如在制药行业中,血红素是制备胆红素的前体,而胆红素是配制人工牛黄的重要原料,由于天然牛黄的来源有限,血红素作为人工牛黄的间接来源有较大的市场需求。在医疗临床上,是目前治疗缺铁性贫血(IDA)疗效较好的一种补铁剂,具有生物利用度高、无体内铁蓄积中毒及胃肠刺激等不良反应等优点^[12],同时还是抗贫血和抗肿瘤药物的重要原料^[13],我国于1998年正式批准以血红素为基本原料的血卟啉为抗肿瘤新药。美国FDA已于1983年7月正式批准雅培公司的氯化血红素作为药品使用。

宋照军^[14]等人2004年对猪血红细胞中血红素的提取工艺进行了研究,通过正交试验确定了提取纯化血红素的最优工艺条件,即溶血时,添加去离子水1倍,氯仿0.15倍;分离血红素时,加丙酮4倍、同时调节pH值到3;结晶血红素时加NaCl.0%,调节pH值到5。根据本工艺可从1000mL猪血红细胞中提取2500mg,纯度达90%的血红素。

在肉制品工业中,血红素也有广阔的应用前景,传统的熏制熟肉制品加工工艺中,加入的发色剂亚硝酸盐,有较大的致癌作用,血红素作为发色剂及人工色素的替代品有很高的效果^[15]。例如,在火腿和香肠制品中添加血红素,其制品切面色泽均匀,鲜艳美观,能保持肌肉固有的天然色彩,且口感韧性强,味道纯正。

1.3 从猪血液中提取生物活性物质

1.3.1 从猪血液中提取超氧化物歧化酶

超氧化物歧化酶(Superoxide Dismutase,简称SOD)是一种新型酶制剂,它在生物界的分布极广,几乎从人到细胞,从动物到植物,都有它的存在。超氧化物歧化酶最近在国际上引起了极大的重视,国外的研究者已经从牛血中制得SOD,其商品名为Orgotdin。从他的作用机理和毒理学试验来看,它对于治疗因超氧阴离子一起的各种疾病均有一定的效果,尤其对于治疗类风湿性关节炎、红斑狼疮以及皮肤炎等疾病均有明显的治疗效果。此外在防辐射、抗衰老以及抗肿瘤方面已进入临床试验阶段。

超氧化物歧化酶在体内催化超氧阴离子自由基歧化成过氧化氢和氧气,并和过氧化氢酶等配合作用,能有效地防活活性氧对生物体的毒害作用^[16],因而具有广泛的极其重要的药用价值。目前已开发和正在开发的SOD资源有动物血、刺梨、麦叶、果蔬及微生物等^[17]。

动物血液是国内外正在生产SOD的主力资源,最常见的是牛羊的血液^[18],价格低廉且资源最为丰富的猪血的SOD只有少量生产^[19],根本原因在于血液SOD提取过程中需热变性去除杂蛋白,CuZn-SOD对热一般都有一定的耐受性,但猪血对热较敏感,高温下易失活,如不用热变性处理而采用其他替代手段,使成本增加。顾洪雁^[20]等人2002年经过一系列实验,发现采用55~65℃处理15~26min,猪血SOD活性损失较少,而杂蛋白去除较多,于提取最有利。

1.3.2 从猪血液中提取过氧化氢酶

过氧化氢酶(hydrogen peroxidase)又称触酶(catalase, CAT)。其系统名称是 $H_2O_2:H_2O_2$ 氧化还原酶,国际酶学委员会的编号为EC1.11.1.6^[21]。过氧化氢酶是一类广泛存在于动物、植物和微生物体内的末端氧化酶,酶分子结构中含有铁卟啉环,1个分子酶蛋白中含有4个铁原子。过氧化氢酶是在生物演化过程中建立起来的生物防御系统的关键酶之一^[22],其生物学功能是催化细胞内过氧化氢分解。过氧化氢酶的研究可追溯到19世纪初,迄今它已经成为农业,以及与之相关的食品与乳制品业、纸浆和造纸业、以及农业环保产业中有应用价值的酶之一。CAT主要以与细胞器,如线粒体和过氧化物酶体结合的形式存在,而在红细胞中则以可溶状态存在。原核CAT主要来源于微生物,研究发现,几乎所有需氧微生物中都存在CAT,但也有少数好氧菌,如过氧化醋杆菌(*A. peroxydas*)不

存在CAT^[23]。1989年,Goldberg and Hochman按照不同理、化特性,将CAT划分为典型性(typical)、非典型性(untypical)和CAT-过氧化物酶(catalase-peroxidases, CAT-POD),通常认为这也是一种符合进化关系的划分。按催化中心结构差异可分为两类,(1)含铁卟啉结构CAT,又称铁卟啉酶,典型性CAT和CAT-POD属于此类;(2)含锰离子替代铁的卟啉结构,又称为锰过氧化氢酶(MnCAT)^[24],非典型性CAT属于此类。CAT作为生物体内重要物质,其最为主要的功能就是参与活性氧代谢过程。一旦氧分子的电子分布发生改变,就变成活性氧。活性氧的种类包括 H_2O_2 、羟自由基($\cdot OH$)、超氧阴离子($O_2\cdot^-$)等。在活性氧代谢过程中,CAT可以使 H_2O_2 发生歧化生成水和氧分子。

目前市售的过氧化氢酶来源有3个:通过牛肝、猪肝提取纯化而得,由变种黑曲霉在通风搅拌等控制下培养而得,由纤维蛋白小球菌经深层发酵提取精制而得。在国内,发酵法提取过氧化氢酶仅处于实验室研究阶段,尚无工业化生产。而从动物原料中提取过氧化氢酶的研究也是在近几年才引起重视。近年来畜禽加工中的安全问题一直受到全世界的普遍关注,很多国家只食用畜禽体肉,其他加工副产品常常被废弃掉。田荟琳^[25]等人2006年采用从猪血中提取过氧化氢酶,一方面是因为猪血的过氧化氢酶含量较高,另一方面就是利用畜禽加工的副产物生产附加值高的非食品类产品,既达到了使用安全,又实现了资源的充分利用。在试验中采用sephadex G-100层析和PEG-6000分子筛层析法纯化了过氧化氢酶。在pH值7.4时粗酶液的酶活最大。20~40℃范围内酶的活力最大。不同金属离子对过氧化氢酶活性有不同的影响。

1.3.3 从猪血液中提取活性肽及氨基酸

由蛋白质酶解获得的活性肽,是功能性食品研究最活跃的领域之一。从资源的有效利用,环境保护,到科学技术的发展和消费者的客观需要,利用猪血生产具有生物活性肽都是必要的。生物活性肽具有涉及神经、激素和免疫调节,抗血栓,抗高血压,抗胆固醇,抗细菌、病毒,抗癌,抗氧化,清除自由基,改善食品风味、口味、硬度等功能。现已发现源于食物蛋白质的酶解物的一些小分子肽不仅能提供人体生长发育所需的营养物质,同时具有防病、治病、调节人体生理机能的功效,因而人们有可能从食品蛋白质中生产满足人们特定需求的活性肽。这就为人类更为充分的利用蛋白资源,尤其

那些生物效价不高和未被利用的蛋白资源开辟了一条新的途径。

国内外的研究者从食品蛋白质的酶解物中发现了一些小分子肽,这些肽按生理功能主要可分为:吗啡样活性肽(Opioid peptide)、抗高血压肽(Antihypertensive peptide)、免疫调节肽(Immunomodulating peptide)、促进钙吸收的酪蛋白磷酸(Phosphopeptide)、抗血栓肽(Antithrombotic peptide)、促进DNA合成和细胞生长的肽、抗菌肽(Antibacterial peptide)、抗癌肽(Anticancer peptide)、促进双歧杆菌生长的肽等。

以猪血为蛋白源的生物活性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。据资料报道^[26, 27, 28, 29],小分子猪血肽不仅有很好的溶解性、低粘度、抗凝胶形成性,而且在体内消化吸收快。Adibi^[30]和Matthews^[31]等研究表明,2~3个氨基酸组成的低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。而且,蛋白质利用率高,它还具有低抗原性,不会产生过敏反应,此外还具有脂肪代谢等生理活性。

因此,在我国利用猪血将血细胞中的血红蛋白分解为珠蛋白和血红素,并进而将珠蛋白酶解成具有生物活性的肽类物质,用于食品工业和制药工业,将极大满足人们日益增长的对食品的功能性的需要,解决生猪屠宰时猪血对环境的污染,提高蛋白质资源的利用率。

新鲜猪血被胰蛋白酶彻底水解后,产物是一种对机体具有免疫增强活性及长度不等的小肽混合物。李艳伟^[32]等人2005年利用Sephadex G-25凝胶层析、阳离子交换层析、超滤除盐及高压液相色谱等方法,对该混合物中的有效组分进行分离提纯,并利用体外T淋巴细胞转化实验和E花环形成实验跟踪监测每一步产物的免疫增强活性,最终得到在高压液相色谱水平为纯品的目标产物一种具有免疫增强活性的小肽。为了证明它具有显著提高机体免疫防御功能,针对免疫系统中T淋巴细胞、B淋巴细胞和NK细胞,进行T淋巴细胞转化实验、E花环形成实验及NK细胞杀伤毒性试验等体外免疫学实验,针对小鼠以不同的给药方式和给药剂量进行了体内药理学实验,并初步确定了目标小肽的免疫增强作用。

2 猪血在肥料领域中的应用

近年来,人们以复合氨基酸作为螯合剂,并根据作物的不同生长需要将微量元素螯合起来,或以微生物的代谢络合物氨基酸和矿质微量元素加以配合,制成氨基酸叶面肥用于农作物,具有明显的提高作物产量、改善品质、降低农药残留等作用。利用猪血降解物作为肥料,肥料不仅含有利于植物生长发育的多种氨基酸,且稳定常数适中,不受土壤pH及其它离子的干扰,可被作物直接吸收,提供多种微量元素和生物活性物,有利于作物生长,而且还能缓解畜禽血液流失造成的环境污染和高营养物质资源浪费的问题,使经济效益、生态效益和社会效益达到完美的统一。

Umetsu等人^[33]评价了动物血液、奶酪乳清等食品加工废弃物的肥料价值,Hasebe等人^[34]采用酶解、酸解等方法水解屠宰场血液,制备植物容易吸收利用的、富含氨基酸及微量元素的降解物作肥料,不仅能促进作物的生长,还对蔬菜、水果的颜色有影响。Jia等人^[35]进行氨基酸叶面肥对桃风味影响的感官评价试验时发现,丝氨酸、精氨酸、天门冬氨酸能增加水果的甜味,天冬氨酸则增加酸味。Kinnersley等人^[36]提出,添加氨基丁酸和谷氨酸的肥料能增加肥效,促进作物生长,提高产量和营养的积累。刘音^[37]以动物有机废弃物为主要原料,制备氨基酸螯合微肥,并在蔬菜和果树等不同经济作物上应用,研究表明,动物有机废弃物水解为复合氨基酸的生成率为84.78%,且氨基酸的种类多(含有17种氨基酸)。由于制备过程中采用了氨基酸配体与微量金属元素的最佳重量比控制方法,确保了微量元素与氨基酸的螯合效果(螯合率在97%以上),配制的氨基酸螯合微肥稳定性较好,各项主要技术指标均符合国家氨基酸叶面肥标准。不同浓度氨基酸螯合微肥对芹菜和马铃薯的肥效试验结果表明,该螯合微肥能有效地增强蔬菜和果树对营养物质的吸收,提高光合作用,加速蔬菜和果树的营养生长,尤其对增加产量、改善品质和提高经济效益有显著作用。

日本科学家Osugsi^[38]报道脯氨酸、胱氨酸等不仅可作为肥料还可作为农药使用,这些农药对人畜无毒性,被土壤微生物分解后,不影响肥效药效,不会造成残留而污染环境和水源,无药害,分解后产生的氨基酸和脂肪酸等还可以作为营养物质,使土壤和农作物的品质得到改善。氨基酸的铜盐、锌盐、镍盐或铁盐,既能促进植物的生长,又能对某些作物

的病害有很好的防治作用。猪血降解物中含有天冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、精氨酸、胱氨酸等17种常见的氨基酸成分,其总量为38.77mg/mL,并且含有Na、K、Cu、Zn、Co、Ca、P、Fe等元素和生物活性物质,应用于肥料工业具有诱人的前景。

3 猪血在饲料领域中的应用

国内开发利用猪血蛋白应用于饲料工业,主要是利用猪血蛋白生产猪血发酵饲料和复合氨基酸添加剂。

猪血发酵饲料是在人工控制条件下,以猪血为主要原料辅以米糠、骨粉、羽毛、豆饼等,按一定的比例配合经微生物作用发酵而制成的一种价格低廉、营养丰富的高蛋白饲料,其氨基酸组成十分接近于猪机体蛋白质的氨基酸组成,并且能在最大程度上满足于机体对氮和必需氨基酸的要求。同时经微生物及其酶的作用,产品酱香、醇香味浓,无猪血本身的血腥味,解决了消化率低和适口性问题,因此,能增加食欲,提高进食速度和食量,促进生猪生长。胡文瑞^[39]等人通过形态筛选、发酵筛选和发酵后营养成分分析筛选,从污染血中分离到1株能够发酵屠宰血的米曲霉优良菌株(Q8606),用其发酵猪血生产的发酵猪血粉,其粗蛋白含量比未经发酵的猪血粉增加11.58%,氨基酸含量增加4.53%。冯东勋^[40]用酸碱处理提高血红蛋白的利用率,采用羽毛粉等辅料配方解决发酵血粉的氨基酸平衡问题,经检测,发酵血粉氨基酸平衡性接近于鱼粉,亮氨酸与异亮氨酸比例3:1。育肥猪、肉鸡、鲤鱼饲喂试验表明,完全替代秘鲁鱼粉可提高经济效益4.5%、7.9%、13.8%。另外,刘定发^[41]、方勇^[42]、王远明等^[43]报道了发酵血粉代替鱼粉、肉骨粉等在蛋鸡饲料中的应用,均表明给蛋鸡饲喂发酵血粉可降低饲料成本,提高经济效益,节约外汇。目前,对水解猪血蛋白制取混合氨基酸粉作为饲料添加剂的报道较少。赵玉莲^[44]等报道了以米曲霉蛋白酶和绿色木霉产生的纤维素酶对猪血的水解效果,此法简单,催化效率高,成本低,并防止了污染。杨燕文^[45]报道采用酶法加酸法的双水解法,利用猪血制取混合氨基酸,此法使用98%浓硫酸和木瓜蛋白酶。经测定,产品获得率高于传统硫酸法,必需氨基酸占氨基酸总量的43%,赖氨酸含量达12%以上,猪饲喂试验收到良好效果。

参考文献

- [1] Akers J.M. Utilization of blood[M]. Food Manufacture, 1973, April, pp. 31-32.
- [2] 马美湖. 试论畜禽血液综合利用的意义[J]. 肉类研究, 2002(3): 7-8.
- [3] 车振明, 高平. 猪血的综合开发和利用[J]. 农牧产品开发, 2000(3): 29-30.
- [4] Tybor T. Functional properties of proteins from bovine blood by a continuous pilot process[J]. J. Food. Sci., 1975(40): 155.
- [5] Lindross P. Swedish Patent 1977:398, 596, February.
- [6] Sato Y. Preparation of blood globin through carboxymethyl-cellulose chromatography[J]. J. Food. Technol., 1981(16): 81.
- [7] Clark J.T. Solubilisation of bovine human and decolorisation of bovine blood by enzyme hydrolysis with Aklase[J]. J. Meat. Sci., 1987(21): 111.
- [8] 于美娟, 马美湖, 万佳蓉. 复合酶水解猪血液工艺条件的研究[J]. 肉类工业, 2005(5): 14-17.
- [9] 孟祥晨, 杨同舟, 赵新淮. 碱性蛋白酶水解猪血细胞最优反应条件的研究[J]. 东北农业大学学报, 1998 (29) 2: 173-178.
- [10] 史九根, 殷国梁, 王天宇, 李智信. 不同酶原水解猪血液的研究[J]. 中国生化药物杂志, 1995 (2): 81-82.
- [11] 赵绪妙. 从猪血中提取血红素[J]. 广州化工, 1994 (4): 33-34.
- [12] 袁曦等. 氯化血红素胶囊的研制及临床疗效[J]. 中国药房, 1996, 7(1): 17-21.
- [13] 郝知贵. 贫血及红细胞系疾病[M]. 杭州: 浙江人民卫生出版社, 1979. 32-48.
- [14] 宋照军, 刘玺, 赵良, 张培旗. 血红素提取春花新技术研究[J]. 广州食品工业科技, 2004 (1): 6-11.
- [15] 张爱华. 高纯度血红素的制备[J]. 中国医药工业杂志, 1993, 24(1): 4-5.
- [16] 李文杰. 超氧化物歧化酶在治疗超氧阴离子自由基所引起的疾病及抗衰老上的应用[J]. 中国药理学杂志, 1989, 24(7): 397-400.
- [17] 袁勤生. 超氧化的物歧化酶的来源及制备工艺[J]. 中国药理学杂志, 1989, 24(7): 395.
- [18] Beauchamp C, Fridovich I. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to, accry lamidgels[J]. Anal Biochem, 1971(14): 276.

- [19] 邹国林,钟晓凌.猪红细胞的铜锌超氧化物歧化酶纯化和性质的研究[J].武汉大学学报(自然科学版),1985(1):115-120.
- [20] 顾洪雁,袁均林,王建设和,何毅.温度对猪血提取超氧化物歧化酶的影响[J].华中师范大学学报(自然科学版),2002,36(3):358-360.
- [21] 刘昌玲,王国庆.细菌过氧化氢酶的分离、结晶及性质[J].生物化学与生物物理进展,1990,17(5):380-383.
- [22] 黄永洪,花慧,沈国强等.猪肝过氧化氢酶提取条件的研究[J].生物技术通讯,2005,16(1):40-42.
- [23] 刘冰,梁祥娟.生物过氧化氢酶研究进展[J].中国农学通报,2005,21(5):223-232.
- [24] 张闻,罗勤慧.锰过氧化氢酶及其模型物研究进展[J].化学通报,2000(10):4-7.
- [25] 田荟琳,张坤生.猪血中过氧化氢酶提取及其性质研究[J].食品科学,2006,27(12):311-314.
- [26] Liu X Q, Tsutsumi M. Gel formation of globin prepared by acid-acetone method and globin hydrolyzates[J]. Nippon Shokuhin Ko2gyo Gakkaishi 1994,41(3):178-183.
- [27] Xin Qi Liu, Masami Yonekura, Masakazu Tsutsumi, Yoh Sano. Physicochemical Properties of Aggregates of Globin Hydrolysates[J]. J Agric Food Chem, 1996,44:2957-2961.
- [28] Miyaguchi Y, Nagayama K, Tsutsumi M. Gelation of porcine bloodglobin by calf rennet[J]. Anim Sci Technol, 1996,67:482-483.
- [29] Yuji Miyaguchi, Masakazu Tsutsumi, Kiyomi Nagayama. Gelation of porcine by pepsin treatment[J]. Food Sci Technol Int Tokyo, 1998,4(1):40-43.
- [30] Adibi S A, Fogel M R, Agrawal R M. Comparison of free amino acid and dipeptide absorption in the jejunum of sprue patients[J]. Gas-troenterology, 1974,67:586-591.
- [31] Matthews D M. Mechanisms of peptide transport [A]. In: S A Adibi, W Fekl, P Furst and M Oehmeke(Ed) Dipeptides as New Substrates in Nutrition Therapy[C]. Karger London, 1987:6-53.
- [32] 李艳伟,江波,佟祥山.酶解猪血蛋白中活性肽的纯化和功能研究[J].高等学校化学学报,2005,26(1):61-63.
- [33] Umetsu K, Kongdo R, Tanim, et al. Fertilizer value of anaerobically co-digested dairy manure and food processing wastes [C]. Greenhouse gases and animal agriculture, 2002,331-342.
- [34] Haseber K, Ando Y. Liquid fertilizer derived blood of butchered-animal; JP, C05F001/00, JP632172651. [P]. 19900305.
- [35] Jia H J, Hirano K. Effect of amino acid composition on the taste of Hakuho peaches (Prunus persica Batsch) grown under different fertilizer levels [J]. 园艺学会杂志, 2000,69(2):135-140.
- [36] Kinnersley A M. Method for increasing fertilizer efficiency; U S, A 01N 00300 2A. U S74459396A [P]. 19961106.
- [37] 刘音. 动物有机废弃物制备氨基酸螯合微肥工艺及其生物学效应研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2002.
- [38] Osugsi. Product ion of liquid fertilizer; JP, CO 5F011/10. P010202501 [P]. 19900807.
- [39] 胡文瑞, 贾秉安. 发酵血粉的菌种筛选及制曲[J]. 青海畜牧兽医学院学报, 1989,6(2):17-20.
- [40] 冯东勋. 发酵血粉的配方研究和工艺改进[J]. 养猪, 1996(4):5-6.
- [41] 刘定发. 自制发酵血粉代替进口鱼粉对肉鸡生产性能的影响[J]. 畜禽业, 1998(10):28-31.
- [42] 方勇. 发酵血粉在蛋鸡料中的应用效果试验[J]. 浙江畜牧兽医, 2001(4):19-20.
- [43] 王远明, 王屹, 陆强. 猪血鸡粪混合饲料的制备[J]. 化学世界, 2003,44(12):641-643.
- [44] 赵玉莲. 米曲霉蛋白酶产生菌初筛方法的研究[J]. 中国调味品科技, 1983(11):21-23.
- [45] 杨燕文. 猪血蛋白的酸酶双解技术[J]. 饲料工业, 1993,14(3):18-19.