



# 畜骨综合利用与产品开发研究进展

向 聪<sup>1</sup>, 马美湖<sup>2</sup>

(1. 湖南农业大学 食品科学技术学院, 长沙 410128; 2. 华中农业大学 食品科学技术学院, 武汉 430070)

**摘 要:** 本文结合如何提高畜骨的食用价值, 介绍了畜禽骨骼的成分及开发利用价值和综合利用的常用方法, 同时对骨产品的研究进展进行介绍, 并展望了畜骨加工的开发前景。

**关键词:** 畜骨; 成分; 综合利用; 产品开发

## Progress on Livestock Bone Synthesize Utilize and Products Exploiture

XIANG Cong<sup>1</sup>, MA Meihu<sup>2</sup>

(1. College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128;

2. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070)

**Abstract:** Combined with how to improve edible value, introduced component and utilize of livestock bone, the generally methods of synthesize utilize. The same time introduced manufacture exploiture of bone products. Expecting the exploiture of livestock bone processing.

**Key words:** livestock bone; component; synthesize utilize; manufacture exploiture

中图分类号: TS251.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-8123(2009)06-0078-07

自 20 世纪 80 年代中期以来, 随着肉制品加工的增多、畜骨量也在大量地增加。按骨骼占动物体的 11~27% 计算, 畜骨的可利用数量相当可观, 若不充分开发利用, 随意处理或废弃掉, 是可利用资源的重大损失, 同时若处理不当对环境也会造成严重的污染<sup>[1]</sup>。

我国虽拥有丰富的畜、禽鲜骨资源, 但在对鲜骨食品的研究开发方面起步较晚。到目前为止, 一些相关科研单位对此进行了研究, 由于技术及认识等方面原因, 都仅仅只限于加工几种低附加值的初级产品。骨骼利用在我国尚未能得到全面推广, 鲜骨资源未能得到很好的利用。在很多地方鲜

骨一般被粉碎用来作饲料或肥料, 有的甚至被遗弃掉, 这是一个很大的浪费。如何加工利用畜骨成为十分重要的课题, 尤其是先进、高效的加工技术的开发研究, 对充分利用我国现有的丰富的畜骨资源, 变废为宝、造福于民有十分重要的意义。

### 1 畜禽骨骼的主要成分

骨骼是家畜胴体的重要组成部分, 一般牛骨的质量约占体重的 20.5%, 猪骨占 12.9%, 羊骨占 24.3%。畜骨是由坚硬的骨板表层和海绵状的骨力梁组成, 主要含有骨素、骨油、无机盐和水分等。据报道, 新鲜牛骨中蛋白质含量占 11~15%, 脂肪

收稿日期: 2009-05-06

作者简介: 向聪, 女(1981-), 硕士生研究生, 研究方向为畜产食品科学与生物技术。

通讯作者: 马美湖 E-mail:mameihuh@yahoo.com.cn

含量占10~12%，水分含量占55~65%。蛋白质中以胶原蛋白为主，约占总蛋白质量的70~80%，含有人体必需氨基酸中的7种和能加强皮下细胞代谢，促进肝功能的蛋氨酸和其他各类氨基酸。

### 1.1 矿物质含量

畜骨中无机矿物元素含量丰富，种类较多。骨盐主要由无定形磷酸氢钙( $\text{CaHPO}_4$ )和晶体羟磷灰石 $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot (\text{OH})_2]$ 组成，这两种盐类表面上又吸附着 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{F}^-$ 及柠檬酸根等离子。因而Ca、P是骨盐中主要无机成分，是人体必需的主要常量矿物元素。骨粉中Ca、P含量很高，分别为19.3%和9.39%，且Ca/P比值约为2/1，比较合理，正是体内吸收钙磷的最佳比例，尤其适于婴幼儿补钙。

微量元素中，人和动物所必需的矿物质如Co、Cu、Fe、Mn、Si、V、Zn等也很丰富，其中含量最高的是Fe(388.25mg/kg)。相对于植物食品中的Fe而言，动物性食品(尤其是肉类及其副产物)中的Fe较易吸收利用，适于补血。

### 1.2 胶原蛋白与氨基酸含量

在骨胶原中，氨基酸以三条长纤维形成“三股螺旋”，据报道共测出了17种氨基酸，几乎包含了构成蛋白质的所有氨基酸，人体所必需的八种氨基酸(EAA)，除色氨酸外都测出。每100mg骨粉含有氨基酸总量26.694mg，其中EAA为5.518mg，占氨基酸总量的20.67%(损失的氨基酸未计算在内)。在所有的骨粉蛋白质氨基酸中，含量最高的依次是甘氨酸(GLY)、谷氨酸(GLU)、脯氨酸(Pro)、丙氨酸(ALA)、天门冬氨酸(ASP)等，其中甘氨酸占首位。比较骨粉和其它食品蛋白质中的EAA，可以看出，骨粉中EAA水平较其它食品高，属于优质蛋白质。

氨基酸及其衍生物既是重要的生物活性物质，又是食品中主要的风味成分，如谷氨酸钠(味精)具鲜味，还有的氨基酸具甜味、酸味、苦味等，所有这些呈味物质使得骨制品的味道鲜美。

### 1.3 脂肪与脂肪酸含量

与大多动物食品一样，骨粉中主要脂肪酸有棕榈酸(软脂酸)(16:0)、硬脂酸(18:0)、油酸(18:1)和亚油酸(18:2)。棕榈酸是主要饱和脂肪酸(SFA)，其次是硬脂酸；不饱和脂肪酸(USFA)中主要是油酸，其次是亚油酸。除此之外，骨中还含有微量的豆蔻酸(14:0)、豆蔻油酸(14:1)、棕榈油酸(16:1)、亚麻酸(18:3)等脂肪酸。各种脂肪酸有着其特殊香气和滋味，如油炸食品中的棕榈酸。

另据报道，除了以上所述营养物质外，骨内还

含有许多其它维持生命活动所必需的营养成分，如丰富的维生素A、B1、B2、B12、D等。同时畜骨中含有被认为是加强皮下细胞代谢，能防止衰老作用的骨胶质、酸性粘多糖(软骨素)和大脑不可缺少的磷脂质，磷蛋白，具有健脑、增强智力和美容作用。

## 2 畜骨降解利用方法

动物鲜骨中营养素含量丰富，富含可利用钙质(19.30%)，且氨基酸和脂肪酸种类齐全，比例合理，是一种十分宝贵的食物资源。但由于骨中的钙以羟磷灰石结晶的形式存在，该结晶是由磷酸钙沉积在胶原纤维上产生的，不溶于水，常温下亦难溶于酸或碱。所以骨中丰富的营养素很难被人体直接利用和吸收。为了提高人体对骨制品中营养成分的充分吸收和利用，有必要在畜骨加工之前对其进行改造和处理，以提高其食用价值。现在常用的方法有：酸解法、碱解法、酶解法和微生物发酵法<sup>[2]</sup>。

### 2.1 酸解法

酸解法是以骨为原料在酸的作用下制取钙磷制剂主要途径。其实质是利用酸的作用破坏骨泥或骨粉中胶原蛋白质的盐键和酯键，使蛋白质变性，从而使羟磷灰石裸露出来并与胶原纤维有机结合，有利提高钙的溶出。然后酸作用与羟磷灰石，让骨钙转化为可溶性钙。

在骨粒中加入一定浓度的盐酸中浸泡8h后，骨中矿物质就会游离出来，这个过程称作“脱矿”，脱矿后液体称为“钙水”。该液体与食用级磷酸盐反应，同时调节pH，便可得到钙磷比例一定的磷酸钙复合盐。钙磷制剂的实质就是磷酸盐复合物，其溶解度不高，在肠胃中吸收受pH影响很大。只有当pH值为酸性时，吸收作用才强，而钙吸收的最多部位是pH值为中性的小肠，所以此类钙磷制剂的补钙效果一直未得到肯定<sup>[3]</sup>。

朱迎春等(2005)比较了盐酸，乳酸，乙酸和柠檬酸生产骨胶的副产品骨渣，盐酸可获得最大的钙转化率，可溶性钙溶出率为22.45%，转化率高达76.80%<sup>[4]</sup>。

### 2.2 碱解法

用氢氧化钠分次浸泡骨渣，经高压烧煮，烘干粉碎制得产品。虽然产品中含钙和磷的量分别得到提高，但是处理后骨中蛋白质大量损失。生成的活性钙的主要成分为氢氧化钙和氧化钙，活性很高，也易与肠道中其它物质如草酸、植酸等反应生成

沉淀,不利于人体吸收<sup>[5]</sup>。

碱解法虽然可以减小骨制品的粒度,同时会严重:破坏骨中主要营养物质蛋白质,使骨的营养价值降低。Shih(1992)实验也证明了碱法水解蛋白可使L-氨基酸形成D-氨基酸,还能形成有毒物质<sup>[6]</sup>,且水解过程中破坏的氨基酸比较多。所以碱解的方法相对来说用得较少。

## 2.3 微生物发酵法

骨的加工方法除了物理粉碎外,有加酶、加碱水解、高温高压烧煮、烘干粉碎等,这些方法在一定程度上减小了骨的粒度,提高了骨的利用率,但骨中钙仍以羟磷灰石的形式存在,不利于人体吸收。不分解掉骨胶纤维,骨中钙难以释放出来,成为可溶性钙为人体吸收利用。利用肠道有益菌—乳酸菌<sup>[7]</sup>发酵天然富含蛋白质<sup>[8]</sup>和适宜钙磷比的畜骨粉,不仅由于乳酸菌代谢产生的酸使结合态的钙转变成了游离的钙离子,而且还水解了骨蛋白质提供了辅助钙吸收的氨基酸和磷。同时乳酸菌是肠道有益菌,若将畜骨经发酵后加工成含有菌体的补钙制品,可大大地改善肠道的消化吸收功能。微生物发酵一方面产酶,使骨胶纤维在酶的作用下分解,另一方面微生物发酵使磷酸钙在酸的作用下生成可溶性乳酸钙。

由于骨中钙通常是以羟磷灰石 $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot (\text{OH})_2]$ 的形式存在,是固态不溶的。将骨粉或骨泥中接入微生物如乳酸菌的发酵作用降解骨制品中的蛋白质,黏多糖,使部分钙从结合态游离出来,并以磷酸钙的形式存在,同时还有平衡的磷酸根离子,有利于人体对钙的吸收和体内的沉积。

但是骨粉或骨泥中的钙是与其他物质相互包裹在一起的,如胶原纤维、粘多糖、蛋白质等,同时微生物代谢的酸并非强酸而且有限,骨粉钙的转化效果还可能与乳酸菌对骨粉的生理代谢(如蛋白酶代谢分解束缚钙的蛋白质)使羟磷灰石易于暴露出来再与酸作用有关<sup>[9]</sup>。同时骨粉的粒度越小,加入量越大,发酵产生的游离钙会越多,蛋白质的水解率也随骨粉颗粒的减小而升高。

连喜军等(2000)通过对骨粉进行自然发酵和纯种发酵,骨钙的转化率47.8%,初步研究了微生物分解骨粉生成可溶性钙的规律<sup>[10]</sup>;郝永清等(2003)在不同温度下利用乳酸菌对不同浓度的骨泥进行发酵实验,总结出在一定温度,一定骨泥浓度下乳酸菌发酵骨泥产生离子钙的最佳条件。此外,对鲜骨泥液的营养成分与发酵后的进行对比,结果表明乳酸菌发酵后的骨泥液中除离子钙含量明显升高

外,其它成分如氨基酸等的含量也有明显提高<sup>[11]</sup>;梁锐萍等(2006)利用两种乳酸菌发酵动物骨粉,通过研究影响其发酵的因素,优化出了乳酸菌发酵骨泥的最佳生产工艺,研究结果显示,在本实验条件下为蔗糖添加量5%,乳酸菌接种量3%,骨粉粒度180目,接种骨泥浓度20%。从而开发出了一种新型的生物态补钙制剂<sup>[12]</sup>。

## 2.4 酶解法

在骨中加入酶,骨粉中的胶原纤维可通过酶的作用被分解为水溶性动物蛋白明胶等;同时沉积在胶原纤维上的磷酸钙,即羟磷灰石结构也被破坏,钙离子游离出来。采用一种或多种适合的酶将骨制品中残留的蛋白质进行分解,将加工温度和短时间加热难以利用的骨胶原蛋白水解成多肽和氨基酸,可大大提高骨的营养价值和功能特性。

在骨粉中加入胰酶,水解时主要是胰蛋白酶和胰脂肪酶起作用。由于这些酶均属于内切酶<sup>[13]</sup>,所以它们可将胶原蛋白水解为小分子肽段,同时把脂类水解为脂肪酸和醇类。脂肪酸的生成使酶解液中的pH值下降, $\text{H}^+$ 增多,骨粉中的原有结构被破坏,矿物质毫无保护地裸露出来,在 $\text{H}^+$ 作用下,可溶性钙含量逐渐增多。骨中胶原纤维被酶解后,羟磷灰石结晶就部分地被破坏,所以其中钙转变成成为离子,以 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 或 $\text{CaHPO}_4$ 的形式溶于水中。当酶解时间继续延长,溶液中游离氨基酸的含量增多,裸露于溶液中的羟磷灰石在酸性条件下受到分解,会得到部分水溶性氨基酸钙,这部分钙极易被人体吸收<sup>[14]</sup>。

据研究,酶法水解骨粉可转化骨钙约六分之一,其余骨钙仍难溶于水,这主要是因为骨的组织结构是有机物(骨胶纤维)和无机物(磷酸钙)有机结合起来的一种结构,酶解掉有机物后,骨粒表面的无机物会阻止酶进一步分解内部的有机物,所以要彻底分解骨粒,就必须酶法和酸法交替作用。

国外一些发达国家在此领域的研究很活跃。Surowka和Fic(1994)采用猪的胃蛋白酶进行了酶解鸡头骨蛋白的研究,确定了最佳酶解条件,并测定了酶解物氨基酸成分含量<sup>[15]</sup>;丹麦(1992)也开始用酶处理骨骼生产食用蛋白粉,其方法是用中性蛋白酶在58~62℃下将骨处理1h,再用常规方法加工出高品质肉骨蛋白粉<sup>[16]</sup>;Miche Linder等人(1995)将小牛骨骼进行酶性水解,确定了最佳水解条件,成功进行了酶解回收小牛骨蛋白的研究<sup>[17]</sup>。

国内对酶解利用畜骨中的牛骨骼蛋白研究较多,羊骨及禽骨的酶解利用鲜有报道。赵胜年等

(1995)进行了酶法水解鲜牛骨骼的研究,采用胰酶进行水解反应,确定了最适酶解条件<sup>[18]</sup>;王朝旭等人(2001)采用胰蛋白酶对鲜猪骨进行了酶法水解的研究,确定了酶解最佳条件<sup>[19]</sup>。刘汉灵、蒋彩桥研究骨素抽提酶在肉类综合利用骨类中的应用,得出了较优的生产工艺条件为:底物浓度为25%,加酶量0.2%,pH8.0,水解温度为50℃,水解时间为4h<sup>[20]</sup>。

### 3 畜骨的综合利用进展

#### 3.1 加工骨泥

骨泥加工的工艺流程<sup>[21]</sup>是:选料 清洗冷冻 高压蒸煮 破碎 精碎 粗磨 细磨 包装 冷藏。

此产品具有丰富的营养及有机钙的成分,可直接食用或作为配料直接加入香肠、肉丸中,或做成肉松、骨味素等系列食品中。骨泥食品是近年来研制的新型营养补钙食品,骨头含有多种维持人生命所需的营养成分,其食用价值超过鲜肉食品。

#### 3.2 加工骨精和骨粉

骨精和骨粉的加工工艺流程<sup>[22]</sup>如下:

鲜骨 高压水冲洗 高压蒸煮 骨汤 水解 过滤 滤液真空浓缩 配料 干燥 骨精

└──────────┘

滤渣 干燥 粉碎 骨粉

骨精中含有大量的可溶性蛋白质、氨基酸和多种维生素、钙和磷等矿物质。目前市场上骨精的品种多样、价格低廉、营养美味,并能增进健康,强壮身体,是较好的营养佳品。

骨粉是生产骨精的副产品,既可直接作为动物蛋白饲料,也可以作为微生物的培养基。由于骨头具有各种营养成分,将其加工成骨粉后同样具有丰富的营养成分,主要为蛋白质、脂肪和矿物盐等。蛋白质含量较高,脂肪相对较低,属典型的高营养,低热能食品。此外,骨粉中的矿物质含量显著高于其他食品,这也是发挥其补钙作用的原因。

#### 3.3 加工骨胶

在提取骨胶前,应将粉碎、洗净的畜骨中的油脂除尽,否则将直接影响骨胶的质量,最好选用轻质汽油等溶剂,用抽提法去除畜骨中的全部油脂。如用水煮法除骨油,常会因水煮时间过长而影响骨胶的制成率。将脱脂后的畜骨放入锅内加水煮沸,使骨胶溶出,煮数小时后倒出胶液,再加水煮沸,如此反复5~6次。然后把全部胶液集中在一起,加热蒸发水分以提高胶液浓度。如用真空罐进行浓缩,则可提高成品的质量和色泽。最后把浓缩的胶液装入容器中,冷却后成为冻胶,再把冻胶切

成薄片,干燥后即得成品<sup>[23]</sup>。

骨胶的用途十分广泛,其在纺织业、编织业中可用于上浆、上光,同时骨胶又是火柴、家具、墨汁、铅笔等众多产品的理想粘合剂;也是医药、食品、感光材料等不可缺少的原料。

#### 3.4 加工即食骨髓(质)

选用新鲜、无污染或及时冷冻(冷冻骨料温度在-5℃以下)的动物腿骨、脊骨、肋骨为主要原料,其中腿骨占有一定的比例。经粉碎后为1.5×0.3×0.2cm大小的骨料。经清水漂洗后再粗磨,粗磨时碎骨与碎冰比例约为1:0.6。粗磨后的骨浆粗糙,手摸适度,再将粗骨浆和碎冰按1:0.4混合搅拌1~2min,再进行细磨,骨浆粒度约在120~160目,将骨浆贮存在0℃以下的冷却间或腌制间。熬制是在搪瓷反应釜中进行的,熬制时间30~40min,温度108℃,压力12MPa,然后用300~400目滤网过滤,及时冷却去油。将骨浆与柠檬酸、去膻剂、异VcNa、NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>、蜂蜜、砂糖等按适当比例充分搅拌成乳状液。如浓度达不到40%,则需要真空浓缩。采用高压均质机均质,压力12MPa~15MPa,均质前,料液温度保持在70~80℃。喷雾干燥时,要求料液含固形物40%左右,进料温度45~50℃,喷雾压力10MPa~16MPa,进风温度140~150℃,出风温度70~80℃,自然冷却后,进行包装。

即食骨质(髓)富含多种营养元素,有利于人体的自然消化吸收,具有生物效价高的优点。

#### 3.5 加工骨油

骨油的加工方法<sup>[24]</sup>包括水煮法,蒸汽法和抽提法。

(1)水煮法 将洗净除杂的鲜骨放入粉碎机中加工成径长2cm左右骨块,骨块越小出油率越高。再将粉碎的骨块倒入加热容器中,加适量水(以浸没骨块为宜)煮沸,然后在温度70~80℃下,保持3~4h(加热时间不宜过长,以免骨胶溶出),待大部分油脂已分离出并浮在水面上时,将上层油脂撇出,盛入容器中静置冷却,去水后即骨油。

(2)蒸汽法 将洗净砸碎的畜骨放入密封金属容器中,通入蒸汽加热,使温度达到105~120℃。加热30min后,骨中大部分油脂和胶质便溶入蒸汽冷凝水中。将容器中的油水放出,再往容器中通入蒸汽,使残存的骨油和胶溶出,放出容器中的油水。如此反复数次(约需10h),最后将全部油水汇集,加热静置,使油胶分离。也可将骨油和骨胶的混合液趁热用牛乳分离机进行分离,这种方法速度快、效果好,也可避免胶液的损失。

(3)抽提法 将清洁干燥后的碎骨置于密封罐中加入溶剂(如轻质汽油和乙醚等),加热使油脂溶解于溶剂里,让溶剂挥发,回收溶剂再加入罐中。如此循环提取,可分离出油脂。

骨油可以用来制作肥皂、润滑剂、硬脂酸、油酸,是制造化妆品、复写纸、蜡纸等轻工产品的原料,又可用于制浮选剂、油膏和油酸盐等。

### 3.6 加工骨肥

先在平地上铺一层7mm~10mm厚的粗糠,糠上放一层木柴,柴上放一层骨头,如此相间堆叠,堆叠数层后最上层盖上粗糠。然后点火焖烧,使堆面上不出现火焰为宜。焖烧几小时后熄火开堆,取出骨头捣碎,然后用80目筛子过筛,所得黑色细粉,即为骨肥。注意焖烧是不能通气过多,以免烧成白灰降低肥效。

### 3.7 制备抗氧化肽

在蛋白质长链中某些肽类具极强抗氧化活性,其抗氧化活性往往强于蛋白质和氨基酸。蛋白酶的水解产物中存在多种抗氧化肽,它们具较强抑制生物大分子过氧化和清除体内自由基的功能。抗氧化肽以其分子量小、易吸收、活性强等特点受到重视,在医药、化妆品、保健品和食品与饲料添加剂型等方面有广阔前景。

抗氧化肽可通过化学法和酶解蛋白质制备。化学法以酸或碱断开蛋白质肽键,反应条件较极端,不利于保持产物活性;且水解位点特异性差,产物杂,重复性差。与化学法相比,酶法条件温和,降解位点特异性和重复性高,且对蛋白质生物活性破坏较小,故多采用酶法水解蛋白质制备抗氧化肽。采用水解度和超氧阴离子自由基清除率为双指标较深入地研究两种蛋白酶在生产猪骨抗氧化肽中的应用特性,为猪骨抗氧化肽的酶法生产提供理论依据。

按不同实验条件配成猪骨明胶水溶液,加入一定量的蛋白酶进行水解,水解结束进行水解度测定<sup>[25]</sup>,然后于4000r/min,4℃,离心15min,取上清液测定邻苯三酚自氧化抑制率<sup>[26]</sup>。

中性蛋白酶适合水解猪骨明胶制备抗氧化肽,其最佳酶解工艺参数为:pH7,温度40℃,[E]/[S]=10%, [S]=2%,水解时间4h,该条件下制备的抗氧化肽对O<sub>2</sub>·有很强的清除作用,清除率可达83%左右<sup>[27]</sup>。

### 3.8 制备水解动物蛋白

水解动物蛋白(HAP)是一种优质的蛋白源,蛋白质含量高达90%以上,主要成分为低分子多肽。HAP是良好的天然生理活性物质,水溶性好,

营养价值高,不含胆固醇,具有较佳的耐酸碱性和耐热性,优异的保水性,乳化性,不易产生沉淀;有良好的抗氧化性,不易褐变和变性,对易变质食品有保护和稳定作用;能有效改善和调整食品的结构、品质和风味;HAP具有和阿胶类似的氨基酸组成,能迅速提供能量,促进生长发育和新陈代谢,加速血红蛋白合成,促进细胞生长和伤口愈合。由于HAP具有诸多优良特性,故近年来在食品等行业中得到广泛的应用。HAP的生产工艺流程<sup>[28]</sup>如下:

鸡骨(解冻)清洗 高压蒸煮 冷藏除油 粗碎 细碎 酶解 灭酶 离心 HAP

鸡骨经高压蒸煮(0.1Mpa,25min)后于0~4℃的冷藏室内进行冷藏除油,再用绞肉机粗碎成1mm左右的骨泥。之后放入胶体磨中细碎至120目以下。细骨泥与水按1:0.5的比例混合后置于酶反应器中,添加酶进行水解,反应条件为用Flavourzyme在pH7.0、温度为50℃,经一定时间作用后,采用热处理灭酶,水解液经离心后,其上清液即为制备的HAP。

### 3.9 制备牛骨水解明胶

畜骨中含有的大量胶原蛋白,可用于生产水解明胶。水解明胶又称胶原多肽,与明胶相比具有较强的水溶性,易被人体吸收<sup>[29]</sup>。另外,它还具有较强的生理功能,例如抗高血压、预防与治疗骨质疏松、治疗胃溃疡等疾病,及抗衰老、抗氧化等功能<sup>[30,31,32]</sup>。

原料处理:将脱盐牛骨用温水冲洗以除去残余脂肪及杂质,以1:3的料液质量比经砂轮磨粉碎后,再经胶体磨破碎,立即贮于-18℃冰柜中冷冻备用。将解冻后的浆料置于酶反应器中,且调节pH及温度至所需的条件。酶解过程中以0.5mol/LNaOH平衡pH。

应用Alcalase蛋白酶制备水解明胶的工艺,确定最佳水解条件为<sup>[33]</sup>:温度60℃、pH9.5、加酶量1.5%、底物浓度4.0%、水解时间3h,可得到产品的分子量分布范围为5~20ku。

### 3.10 畜骨产品开发的其他方面

由于鲜骨具有全面、丰富的营养,对鲜骨加工技术及鲜骨食品的开发,世界各国均给予了高度重视,进行了一系列研究。尤其以日、美等国在鲜骨食品的开发研究方面较为活跃,走在世界前列。他们把骨泥添加于肉制品、糖果糕点、乳制品等多种食品中,制成许多骨味保健食品,如骨松、骨味素、骨味汁、骨味肉等。国外研究了用骨粉作为固

定化酶的载体,把 - 半乳糖苷酶和淀粉酶固定于骨粉上,应用于食品工业,生产糖浆,达到非常好的效果。

在国内相关的研究中,王云峰等(2001)研制出以骨泥作为辅料生产富钙骨泥膨化米果的制作新术。此产品食味鲜美、营养丰富、价格低廉、具有良好的经济效益和社会效益,是人们尤其是少年、儿童乐于接受的骨泥食品<sup>[34]</sup>;李云龙(2001)以鲜骨为原料直接加工成骨精口服液和骨粉胶囊,其产品的特点是补充多种氨基酸和补充易吸收的钙质,两种产品均为保健食品<sup>[35]</sup>;顾立众等(2003)研制出以猪骨泥、猪肉糜为主要原料制成的骨肉泥丁,并添加到辣椒糊中,既提高了制品的营养价值,又明显改善辣椒酱的口感和风味<sup>[36]</sup>;黄红卫等(2005)通过对超细粉碎酶解鲜骨粉的营养功能和风味进行分析研究,开发生产了肉香风味功能性骨钙调味料。其产品最大的特点是天然、安全、肉味充足、香味浓厚,最大限度地保留了骨肉类的营养成分,且所含有机钙、有机磷、肽、氨基酸等营养成分更易被人体吸收<sup>[37]</sup>。

#### 4 展 望

畜骨的骨髓中含有大脑不可缺少的磷脂质、胆碱,还有加强皮层细胞代谢和防衰老的骨胶原、软骨素的营养组分特别有利于儿童的生长健康成长,同时还能满足高血压、骨折、骨质疏松、糖尿病、佝偻病、贫血等患者对食品的特殊要求。充分利用鲜骨资源,既可弥补动物性食品的不足,又可提高日常膳食的营养水平。因此,骨资源的开发利用尤其在儿童食品以及上述患者的食品中的应用前景广泛,有待我们进一步的研究与开发。

随着纳米技术、骨粉粉碎技术的发展,我们将更容易获得最有利于人体吸收的骨粉颗粒。酶工程、发酵工程在提高骨粉利用价值方面也将起到越来越大的作用。骨粉不仅可作为添加物加到其他食品中,生产出众多的骨食品,而且还可以制成不同剂型的保健食品,如:咀嚼片、口含片、胶囊,袋装骨粉茶,冲剂等。在不久的明天,系列骨制食品的市场将更加琳琅满目。

#### 参考文献

- [1] 多所高校联合主编.《动物性食品加工》(畜禽骨骼利用部分)[M].中国轻工业出版社,2003年1月.
- [2] 白建,朱迎春,等.动物骨粉的应用研究[J].肉类研究,2005(7):25~29.
- [3] 连喜军,刘良中,等.酸法水解骨粉的研究[J].农牧产品开发,1999(11):21~23.
- [4] 朱迎春,黄素芳,等.从废弃骨渣中提取可溶性钙的研究报告[J].饲料与营养,2005(3):30~31.
- [5] 黎铭,乐坚,等.利用甲鱼骨研制活性钙的探讨[J].食品科技工业,1998(1):25~26.
- [6] Michel Linder, P Rozan, et al. Nutritional Value of Veal Bone Hydrolysate[J]. J of Food Sci, 1997, 62(1): 183~187.
- [7] 张柏林.乳酸菌及其产品 - 促进人体健康的功能性成分[A]. 21世纪中国食品与农业科学技术讨论会论文集[C], 1999. 45.
- [8] 杨桂平.论述骨味食品的开发[J].中国畜产与食品, 1997, (3): 137~138.
- [9] 唐勇,李洪军等.乳酸菌发酵对超微猪骨粉营养及理化特性的影响[J].农业工程学报, 2002(18): 118~121.
- [10] 连喜军,蒋爱民,等.微生物发酵骨粉的研究[J].食品研究与开发, 2000(2): 15~18.
- [11] 郝勇清,张爱荣,等.乳酸菌发酵骨泥的研究[J].内蒙古农业大学学报, 2003(2): 61~65.
- [12] 梁锐萍,廖艳艳,等.乳酸菌发酵微粒骨粉生产工艺的优化[J].肉类工业, 2006(3): 31~33.
- [13] [日]相足孝亮.酶应用手册[M]上海科学技术出版社, 1989: 87~90.
- [14] 连喜军,蒋爱民,等.酶法水解骨粉制备可溶性钙的研究[J].湖北农学院学报, 2000(4): 367~368.
- [15] Krzysztof Surowka, Mirosław Fic. Studies on the Recovery of Proteinaceous Substances from Chicken Heads[J]. J Sci Food Agric, 1994, 65: 289~296.
- [16] N H Srensen, 等.酶清理骨骼和碎肉利用[J].肉类工业, 1992(8): 41~43.
- [17] Beak. Enzymatic Hydrolysis of Crayfish Processing By-products[J]. J of Food Sci, 1995, 60(5): 929~935.
- [18] 赵胜年.酶法水解鲜牛骨骼的研究[J].食品科学, 1995(10): 38~40.
- [19] 王朝旭,等.酶法水解骨蛋白最佳条件的研究[J].食品科学, 2001(2): 48~49.
- [20] 刘汉灵,蒋彩桥.骨素抽提酶在肉类综合加工中的研究[J].中国食品添加剂实验研究.
- [21] 白建,赵光英,等.动物骨粉产品的研发[J].饲料工程师, 2005(3): 36~38.

- [22] 刘玉德. 动物鲜骨的开发利用[J]. 食品科学, 2000 (21):37~39.
- [23] 叶明泉, 李春俊, 等. 鲜骨加工技术研究进展[J]. 食品工业科技, 1999(1):34~36.
- [24] 刘进华, 李树. 畜骨的加工技术[J]. 农村养殖技术, 2003(23):33.
- [25] J.Adler-Nissen. Determination of the hydrolysis of food protein hydrolysates by trinitrobenzenesulfonic acid J. Agric.Food Chem.27:1256~1262.
- [26] 张英. 竹叶提取物类 SOD 活性的邻苯三酚法测定[J]. 食品科学, 1997, (5):47~49.
- [27] 付刚, 李成, 等. 猪骨抗氧化肽的酶解制备研究[J]. 现代食品科技, 2006(3):136~138.
- [28] 李建周, 倪莉. 酶法制备 HAP 的研究[J]. 福建轻纺, 2003(10、11):44~47.
- [29] 王碧, 贾冬英, 等. 皮边角废料提取胶原蛋白的功能特性[J]. 中国皮革, 2002, 31(15):13~16.
- [30] Se-Kwon Kim, Yang-Tae Kim, Hee-Guk Byun et al. Isolation and characterization of antioxidative peptides from gelatin hydrolysate of Alaska Pollack Skin [J]. J Agric Food Chem, 2001, 49:1984~1989.
- [31] Se-Kwon Kim, Hee-Guk Byun, Pyo-Jamn Park et al. Angiotensin I convertiny enzyme inhibitory peptides purified from bovine skin gelatin hydrolysate [J]. J Agric Food Chem, 2001, 49:2992~2997.
- [32] 张义军, 康白, 任维栋, 等. 胶原蛋白酶解物的降压作用及生物学特征[J]. 潍坊医学院学报, 2001, 23(4):275~277.
- [33] 安广杰, 王璋, 许时婴. 利用 Alcalase 蛋白酶生产牛骨水解明胶[J]. 食品与发酵工业, 2004(3):52~55.
- [34] 王云峰, 白殿海, 等. 富钙骨泥膨化营养米果的制作[J]. 食品科技, 2001(5):70~71.
- [35] 李云龙. 骨精口服液和骨粉胶囊的生产[J]. 明胶科学与技术, 2001(2).
- [36] 顾立众, 等. 骨肉泥丁鲜辣酱的研制[J]. 食品研究与开发, 2003(2):53~55.
- [37] 黄红卫, 邱燕翔. 超细粉碎酶解鲜骨粉功能性调味料的研究[J]. 食品科技, 2005(9):91~93.