

# 乳清制品及其在肉制品中的应用\*

李 锋<sup>1</sup> 赵 宁<sup>1</sup> 周 辉<sup>1</sup> 徐宝才<sup>1</sup> 祝义亮<sup>1</sup> Leistner L<sup>2</sup>

1 (南京雨润技术中心, 南京, 210041) 2 (德国肉类研究中心, 库姆巴赫市)

**摘 要** 乳清制品作为优质的蛋白质来源受到人们的广泛关注,文中就乳清蛋白的主要生产工艺及其营养功能应用进行了分析探讨,并针对其在肉制品方面的特性进行了阐述。以国外肉制品生产企业应用乳清蛋白的典型产品为例,进一步阐述了目前乳清蛋白在我国肉制品行业应用的可行性和必然性。

**关键词** 乳清制品, 肉制品, 应用特性

## 1 乳清类产品介绍

乳清是干酪生产过程中分离出来的一种天然副产品。乳清生产的一般流程为:新鲜牛乳→净乳→杀菌→凝乳酶→凝乳→乳清液。

从干酪当中分离出来的乳清液含有干酪微粒、脂肪颗粒、酸、矿物质、微生物及其他牛乳中的残留成分。采用不同转速的离心设备分离乳清液中含有的干酪微粒、脂肪颗粒等大分子杂质,也可以采用在干酪生产过程中添加凝乳酶(发酵剂)并将乳清液中的乳糖转化为乳酸(类似于酸乳发酵原理),但是这一变化对于乳清产品的质量往往起到负面影响,因此,一般均采用不易造成乳清蛋白热变性的 72℃/15 min 的巴氏杀菌方式来分离乳清液<sup>[1]</sup>。乳清产品主要有 4 种生产工艺,即膜技术、电渗析、离子交换、色谱分离,这 4 种生产工艺各有优势,但目前工业上主要采用的是膜技术工艺方法,该工艺生产的乳清粉蛋白质含量可达 34%~90%,并且加工温度较低,可最大程度保护蛋白质的不变性。乳清产品随着新技术的不断开发,具有多项功能性质的乳清浓缩蛋白(WPC)和乳清分离蛋白(WPI)成为一种良好的功能性食品配料。乳清浓缩蛋白具有胶凝、乳化、搅打起泡、持水及替代脂肪等功能特性;从乳清中衍生出来的新型乳清分离蛋白,如 α-乳白蛋白、乳铁蛋白、乳过氧化物酶和肽等都具有生物活性或保健特性,已受到全球的广泛关注,乳清蛋白的生物利用价值比蛋、牛肉或大豆都高。实验表明,乳清蛋白能够刺激人体免疫系统,阻止化学诱发性癌症的发生,同时可增加骨骼强度和降低胆固醇水平。乳清分离蛋白的应用,更可延伸到

天然抗菌剂、天然防腐剂和免疫增强剂当中<sup>[2,3]</sup>。

## 2 乳清产品营养及功能性分析

原牛乳中的蛋白质包括 2 个主要部分:酪蛋白和乳清蛋白。在干酪生产中,酪蛋白从牛乳中被分离出来,剩余的部分称为乳清,乳清蛋白则存在于乳清当中。乳清蛋白与酪蛋白在很多方面是不同的,前者是一些更小的、紧密的球状蛋白质,独特的氨基酸序列和三维结构赋予了它们广泛的功能特性,这些性质给食品加工者带来福音。通过比较,乳清蛋白质的营养价值比酪蛋白、大豆浓缩蛋白、鸡蛋蛋白等蛋白质来源更优越。据了解,美国目前还在研究乳清蛋白开发免疫蛋白、各种乳清组分蛋白质的生物功能及免疫作用。美国是世界上最大的乳清生产国,也是最大的乳清出口国,它给食品生产企业带来了更多、更新的食物配料领域。

乳清中主要的蛋白质成分为 β-乳球蛋白、α-乳白蛋白、蛋白酶原、血清白蛋白和免疫球蛋白;乳铁蛋白和乳过氧化物酶,也能从乳清中分离出来,他们同样是高价值的食品配料。目前,评价蛋白质质量有下述 3 种方法:

(1) 蛋白可消化性校正的氨基酸记分(PDCAAS),PDCAAS 法测定蛋白质质量的原理是基于人体对氨基酸的需求,其原则是近似氮的组成、必需氨基酸组成与含量及实际消化吸收率。PDCAAS 是美国农业部官方批准的评价蛋白质质量的记分方法。表 1 是主要蛋白质的 PDCAAS 值<sup>[4]</sup>。

(2) 蛋白功效比(PER),它是根据一定剂量的某一种蛋白喂养动物后,观察动物的生长速度,PER 越高,蛋白的质量越高;蛋白质净利用率(NPU)也越高,生物价(BV);测定摄入的蛋白中仍保留在体内的哪一部分的量,供应机体生长和修复的需要。这种方法是测量膳食中的氮,减去排泄出去的氮,即为体内

第一作者:硕士,助理工程师。

\* 国家“十五”重点科技攻关项目(No. 2001BA501A24)·国家星火计划创新中心配套项目(No. 2004EA690195)

收稿日期:2005-02-25,改回日期:2005-03-02

保留的氮<sup>[5,6]</sup>。

表1 主要蛋白质的PDCAAS值

| 蛋白质来源  | PDCAAS值 |
|--------|---------|
| 乳清蛋白   | 1.14    |
| 酪蛋白    | 1.00    |
| 牛乳分离蛋白 | 1.00    |
| 大豆分离蛋白 | 1.00    |
| 蛋清粉    | 1.00    |
| 牛肉粉    | 1.00    |
| 罐装小扁豆  | 0.52    |
| 花生粉    | 0.52    |
| 小麦麸质   | 0.52    |

表2 主要蛋白质的营养价值

| 蛋白质来源 | BV  | PER | NPU |
|-------|-----|-----|-----|
| WPC   | 104 | 3.2 | 92  |
| 大豆蛋白  | 74  | 2.1 | 61  |
| 全蛋    | 100 | 3.8 | 94  |
| 牛乳    | 91  | 3.1 | 82  |
| 酪蛋白   | 77  | 2.9 | 76  |
| 牛肉    | 80  | 2.9 | 73  |

(3)氨基酸是衡量产品营养价值的综合指标。

表3 主要蛋白质的必需氨基酸组成与含量 mg/g(蛋白质)

| 氨基酸      | WPC80 | 大豆 | 鸡蛋 | 小麦 |
|----------|-------|----|----|----|
| 亮氨酸      | 105   | 85 | 86 | 63 |
| 赖氨酸      | 93    | 63 | 70 | 27 |
| 苯丙氨酸+酪氨酸 | 32    | 97 | 93 | 78 |
| 蛋氨酸+半胱氨酸 | 21    | 24 | 57 | 39 |
| 异亮氨酸     | 63    | 47 | 54 | 33 |
| 缬氨酸      | 58    | 49 | 66 | 43 |
| 苏氨酸      | 69    | 38 | 47 | 29 |
| 色氨酸      | 18    | 11 | 17 | 11 |
| 组氨酸      | 17    | —  | 22 | —  |

数年前,仅有少数几种乳清衍生制品上市,如甜乳清或酸乳清、变性及浓缩乳清产品。到目前,约有35种以上不同种类的乳清衍生产品应用于食品、饲料、医药和化妆品工业中<sup>[7,8]</sup>。

$\alpha$ -乳白蛋白这是一种天然乳清蛋白,其主要生理作用是金属离子包括钙的结合作用。研究发现,它可能具有抗癌功能。此外,由于从牛乳分离出来的乳白蛋白在氨基酸比例和结构方面,以及在功能特性上与人乳(人乳主要是由 $\alpha$ -乳白蛋白组成)非常相似,使 $\alpha$ -乳白蛋白和乳铁蛋白在婴儿配方食品中得到广泛应用。乳球蛋白具有很强的与松香油和脂肪酸结合的结合段,一般被用作功能性配料使用。据最近在北卡罗来纳州大学的东南乳品研究中心进行的研究显示, $\beta$ -乳球蛋白能够对脂溶性营养素如 $V_A$ 和 $V_E$ 进行预结合<sup>[9]</sup>。由于这些脂溶性维生素必须使用溶剂或载体才能添加到食品中,其用于强化脱脂食品方面对生产商来说是一项挑战,这项研究则有助于进一步扩大乳制品、焙烤食品、运动营养性饮料的发展前景。

另一方面, $\beta$ -乳球蛋白的胶凝性优于卵白蛋白及其他类型的蛋白质,加上其良好的持水特性,已成为众多食品中功能性较高的配料。目前,一些生产商已采用热诱导 $\beta$ -乳球蛋白胶来模仿和替代脱脂食品中的动物脂肪,从而带动以乳清为原料的脂肪替代品的开发,并应用于低脂肉制品中取得了良好的效果。

### 3 肉制品当中使用乳清产品的动因

#### 3.1 作为动物性蛋白质源补充肉制品蛋白质含量

肉制品对于蛋白质含量有相对严格的国标要求,一般情况下西式火腿蛋白质含量要 $>14\%$ ,灌肠类产品 $>10\%$ 。因此,纯粹依靠生鲜原料肉不能满足蛋白质要求,需要添加额外的蛋白质源,考虑到成本,很多厂家选择添加大豆类蛋白原料。随着消费者对于营养成分的重视,动物源性蛋白原料将更容易被消费者所接受;并且乳蛋白中的氨基酸成分是广大消费者熟知的营养物质。因此在肉制品中添加动物性蛋白质,从而提高产品固有的营养价值和健康形象有利于为肉制品提供更高的附加值。今后的肉制品产品标准可能将从单纯追求蛋白质含量转向衡量蛋白质的生物活性上来,而添加乳清蛋白原料更符合这样的发展趋势<sup>[10]</sup>。

#### 3.2 提高粘附性能改善肉制品的切片性

乳蛋白质在肉制品加工过程中受热发生热变性,使得物料粘度增加,而这类粘度的增加可以更多的粘附肉糜、鱼糜,使其在切片过程中不易脱落,此外通过WPC溶液浸润以后的肉制品还可以更加容易的粘附面包屑、面浆等附带物,改善产品结构松散状况,使产品组织结构更加紧密。

#### 3.3 成胶性改善持水性和多汁性

乳清蛋白特有的延伸三维网络结构,并形成不可逆的凝胶,将水分锁在凝胶的毛细管内,从而提供肉制品的持水能力。吸水率一般在 $1:8\sim 1:11$ (质量比),并且比大豆蛋白在水中分散快且容易溶解。此外乳清蛋白的防止水分损失的特性可明显提高产量并降低成本。而肉制品的含水量使得肉制品的多汁性得到保证,水分的充足和产品的多汁使得肉制品口感更具有弹性,更为鲜嫩,保持持久的柔性和弹性。而上述功能特性是其他蛋白质来源所不具备的<sup>[11]</sup>。

#### 3.4 提升肉制品色泽风味

由于肉制品中存在蛋白质和糖分,利用褐变反应改善产品色泽,并在加温过程中可增强美拉德和非酶美拉德反应,上述反应的结果是在肉制品中增加红

色,使得肉制品的色泽表现的更好。此外,美拉德反应的产物在某些产品中可以提供焦香味,进一步突出烟熏的风味效果,在对肉制品风味的改善上,乳糖的存在还可以掩盖盐类和磷酸盐的苦味,乳清蛋白亦可以作为挥发性风味物质的载体来改善肉制品的风味成分<sup>[12,13]</sup>。此外,乳清蛋白应用在肉制品中还具有降低蒸煮损失;延缓淀粉老化返生功效;产品中不会存在有令人不愉快的滋味和气味;复水后可相应降低产品加工成本提高产量;价格低廉等诸多优点。

#### 4 乳清制品在国外肉制品生产企业的应用

国外肉制品行业近年来发展很好,乳清蛋白应用于肉制品方面的研究和生产亦相当广泛深入。浦洛拉英特(Pro-liant)公司运用蛋白质科学原理,利用乳清蛋白质为原料开发生产了新型食品系列,并在市场上获得欢迎。这些新食品包括以“浦洛拉英特”牛肉纤维原料加工制成的牛肉干“Beef Jerky”;以“浦洛拉英特”功能性肉类蛋白质为原料加工制成的火腿“Hum”;用浦洛拉英特牛肉纤维、牛脂及牛肉香精等制成的“Au Jus”以及用“浦洛拉英特”浓缩乳清蛋白质为原料加工制成的干酪“cheese sauce”。Rizvi 集团成功利用超临界液体萃取的增稠乳清蛋白,生产专供飞行员食用的快餐食品。这种薄片状的食品其质地就像油炸马铃薯片,吃起来十分松脆。通过热塑挤压法可得到增稠乳清蛋白的浓缩物。用 80% 的乳清蛋白浓缩物和 20% 的玉米淀粉,经混合、挤压、烘干生产出的一种富含蛋白质的颗粒状食品,这种浓缩物的品质像肉,非常适合于作肉的添加物和仿肉制品。

#### 5 我国肉制品行业应用乳清蛋白的前景

新产品开发的重点正从减量(减少脂肪、糖、热量)向增加产品中保健成分转移,功能食品将是增长最强劲的一个食品门类。乳清蛋白是一类利用现代

生产工艺由牛乳中提取出来的蛋白质,它们不仅容易消化,而且有很高代谢效率,从而使蛋白质具有很高的生物利用效价。同时乳清蛋白还含有多种生物活性物质,因此有很高的功能特性。把乳清制品应用于肉制品当中国内研究的较少,在欧美发达国家却已经实现了产业化生产,由此可见我国肉制品行业应用乳清制品也是未来几年的必然趋势。

#### 参 考 文 献

- 1 Li Chan E, Nakai S. Reoin modification of bovine casein to simulate human casein composition effect on acid clouing and hydrolysis by Pepsin[J]. Canadian Institute of Food Science and Technology, 1988(3):7~12
- 2 Lee M H. Processing whey protein for use as a food ingredient[J]. Food Technology, 1996(49):45~56
- 3 Hudson H M. Rheological and physical properties of devivitered whey protein isolate powders[J]. J Agric Food Chem, 2000, 48(3):33~36
- 4 Mulvihill D M, Kinsella J E. Gelation of  $\beta$ -Lactoglobulin: effect of sodium chloride and calcium chloride on the rheological and structual properties of gels[J]. J Food Sci, 1998, 12(1):22~26
- 5 玉置公惠. ホエ-蛋白質[M]. 东京:京都大学出版社, 1993. 22~36
- 6 Kessler H G., Beyer H J. Thermal denaturation of whey proteins and its effect in dairy technology. Int. J. Biol. Macromol[J], 1991, 13(3):165~169
- 7 王凤翼. 功能性食品与功能性乳制品的开发[J]. 中国乳品工业, 2000, 2(1):56~58
- 8 任清. 乳与乳制品中主要营养成分快速分离与测定[J]. 中国乳品工业, 1999, 10(5):59~63
- 9 Owen R Fennema 著(美), 王璋编译. 食品化学(第3版)[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2003
- 10 李锋. 雨润肉制品的“营养牌”“健康牌”[J]. 江苏食品发酵, 2004, 1(6):17~19
- 11 张佳程. 乳清蛋白的热变性及其在酸奶生产中的应用[J]. 食品科学, 1997, 18(2):55~59
- 12 村上朋之. 畜肉加工品制造方法及びこじ水使用する夕夕制剂[J]. 特许小报, 1931, 1(14):45~56
- 13 原泽治郎. 低脂肪ソーセージ及びの制造方法[J]. 特许15报, 1993, 1(14):59~65

## Whey Protein Product and Application in Meat Product

Li Feng<sup>1</sup> Zhao Ning<sup>1</sup> Zhou Hui<sup>1</sup> Xu Baocai<sup>1</sup> Zhu Yiliang<sup>1</sup> L. Leistner<sup>2</sup>

1 (Technology Center of Yurun, Nanjing, 210041, China) 2 (Research Center of meat, Kulmbach, Germany)

**ABSTRACT** Whey protein product has got much popular attention as an excellence protein. This paper studies process technology and functional character of whey protein. Some examples of its application in the field of meat product were discussed and the availability and necessarily were discussed for meat product.

**Key words** whey protein product, meat product, application character