

葡糖淀粉酶能明显水解老化淀粉成葡萄糖残基,而 BAP 法实际上主要依赖于支链淀粉酶的专一性。虽然,目前对淀粉酶专一性需做更精确的比较实验,但从枯草杆菌得到的  $\alpha$ -淀粉酶似乎最令人满意。

#### 参考文献

1 McIver, R. G., et al. J. Sci. Food Agric. 1968, 19: 560~563.

2 Miles, M. J., et al. Carbohydr. Res. 1985, 135: 271~281.

3 Ring, S. G., et al. Food Chem. 1988, 28: 97~109.

4 Shetty, R. M. et al. Cereal Chem. 1974, 51: 364~375.

5 Kainuma, K., A. et al. J. Jap. Soc. Starch Sci. 1981, 28: 235~240.

6 Goshima, G., K. et al. Res Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. 1977, 40: 79~84.

7 Graham, H. D. J. Food Sci. 1963, 28: 440~445

## 肉糜制品中的肉蛋白的功能特性

肉蛋白是肉制品结构和功能的主要组成部分,决定着肉制品的形状、结构和加工方法。肉蛋白的功能特性定义为“物理化学特性”,直接影响着肉蛋白在整个食品加工、制作、贮藏和消费系统中的作用;同时,也影响着食品的感官性状和产品质量。为了有效地利用廉价的肉品原料或碎肉以及其它蛋白质资源,改进现有肉制品种类、开发新产品,必须对肉蛋白的功能特性进行研究,从而有效地控制肉蛋白的功能特性,指导肉制品加工,同时降低能量消耗,减少各种浪费。随着肉制品种类的不断增多,如最近发展起来的低盐低脂肪肉制品等,进一步了解、改善和控制肉蛋白的功能特性。

一般认为,肌原纤维蛋白、僵直前的肌球蛋白和僵直后的肌动球蛋白是形成肉制品基本特性的主要成份。肌原纤维蛋白占肌肉蛋白总量的 50%~55%(Forrest 等,1975 年),而肌球蛋白和肌动蛋白是主要的肌原纤维蛋白质。在肌原纤维蛋白中,肌球蛋白占 50%~55%,肌动蛋白占 20%~25%,其余各种肌原纤维蛋白占 20%~25%,主要构成了盐溶蛋白部分。这部分蛋白质可能影响着肌动蛋白和肌球蛋白的功能。肌浆蛋白和其基蛋白也影响着肉制品的功能特性,但是,它们的作用与肌原纤维蛋白质的作用是有差异的。

肉蛋白的重要功能特性主要有膨胀性、可溶性、粘滞性、保水性、脂肪粘合性(fat binding)、胶凝性和乳化性等,肉蛋白的各种功能特性的重要性随肉制品种类、加工方法和加工过程不同而异,影响因素较多。

#### 蛋白质结构与功能特性的关系

蛋白质的功能特性是表示蛋白质在一定环境条件下的物理化学性质。蛋白质的物理化学性质主要由蛋白质的氨基酸组成、氨基酸排列顺序、蛋白质的二级结构、三级结构和四级结构所决定。蛋白质的物理化学性质主要包括表面电荷、巯基数量、疏水性、分子量、结构稳定性及缔合或分离作用等。外部因素如环境与加工条件,常通过改变蛋白质分子结构而影响肌球蛋白的功能特性。此外,有关离子强度、离子种类、pH 值、温度、剪切力、水分含量以及其他成份的交互作用,都对肌球蛋白的结构和形态有一定的影响。

要知道肉蛋白的功能特性,首先必须了解肌原纤维蛋白的分子特性,研究它们是怎样受环境因素和加工条件影响的。目前,主要研究了蛋白质分子结构的改变与其功能特性的关系。根据不同的物理化学性质,采用多元回归分析法推测了肉糜蛋白和盐析蛋白的功能特性,结

果见表 1。

表 1 肌肉蛋白质的理化性质与部分功能特性的关系

功能特性	物理化学性质
脂肪粘性	疏水性
	溶解性
	巯基数量
胶凝性	疏水性
	巯基数量
	分散性
乳化性	疏水性
	巯基数量
	分散性
保水性	疏水性
	溶解性或分散性

### 鲜肉糜的功能特性

鲜肉糜的细微结构因选择的鲜肉成分、加工设备和加工时的温度与时间不同而异。Dockerty 等于 1986 年证实,用 6 种不同的加工方法制成的机械剔骨小鸡肉糜的细微结构有较大差异。

鲜肉糜的重要功能特性是保水性、脂肪粘合性和乳化性。加工肉糜时,由于损伤了肌纤维膜、肌内膜和肌纤维的完整性,因而,肌肉组织受到机械性破坏。离子强度为 0.6 M 以上时,捣碎肌肉组织常引起肌纤维膨胀,肌球蛋白解聚和溶解以及肌原纤维从肌纤维中分离。出现膨胀的肌纤维和可溶性肌球蛋白均具有较强的保水性,因为,这时蛋白质的位点暴露在溶媒中,而不是处于蛋白质与蛋白质分子相互作用的状况下。肌球蛋白含有 38% 的极性氨基酸,这些极性氨基酸中含有大量的天冬氨酸和谷氨酸残基,而每一个残基可吸附 6~7 个水分子。盐类可进一步增强肌球蛋白的保水性,它主要通过增加有效的净负电荷和破坏离子键而发生作用。由于肌球蛋白的保水性增加,因此,引起了蛋白质分子膨胀和水的摄入。

肌纤维膨胀和肌球蛋白溶解作用可增加蛋白质基质的粘度,这种蛋白质基质通常是使鲜肉糜中弥散性脂肪稳定的重要物质,如果它的理化性质改变,可能会导致肉糜中脂肪稳定性

的变化。可溶性肌原纤维蛋白的低温胶凝性也可增加蛋白质基质的粘度。在鲜肉糜连续相中产生的粘度和应力常使脂肪成为小球状,从而限制了脂肪的相互融合。Toth 和 Hamm 于 1968 年报导,在制备肉糜时,添加 5% 的 NaCl,可增加肌肉匀浆的应力和粘度。有关肉糜的流变学特性和肉糜在加工过程中的稳定性尚有待进一步研究。

肌球蛋白作为一种乳化剂时的物理化学性质,主要是指:

- (1) 朝向脂肪小球的疏水区;
- (2) 朝向连续性基质的亲水区;
- (3) 分子的柔韧性降低了接触界面的表面张力。

肌球蛋白的乳化稳定性是通过带有负电荷的肌球蛋白分子之间的静电相斥而维持的。Naki 等于 1986 年报导,肉蛋白的表面疏水性、巯基数量和可溶性等物理化学性质与盐析蛋白的乳化特性有密切的相关关系。

### 熟肉制品的功能特性

脂肪的粘性、保水性和胶凝性是熟肉制品最重要的功能特性。在研究煮熟的牛肉灌肠的细微结构发现,灌肠中存在不同大小的脂肪滴,脂肪滴界面上含有不同数量的蛋白质,凝结的胶原纤维和肌原纤维变成了颗粒状。胶凝所形成的细微结构及其流变学性质较大地影响着肉糜熟制品的结构、形态和产量。

加热产生的胶凝作用可分为两步:首先是蛋白质的部分展开,随后又重新聚成交叉结合和三维网状的蛋白质纤维,水和脂肪以物理或化学的方式进入蛋白质基质中。Naki 等 1986 年报导,蛋白质的巯基数量和表现的疏水性与加热产生的凝胶强度有密切的关系,凝胶的细微结构随着蛋白质的固有特性和环境条件的改变而变化。在 0.25 M KCl 中, pH 为 6.0 时,肌球蛋白形成一个有序的、似花边样网状结构。但是,在 pH 6.0 的 0.6 M KCl 中,却形成不规则的似海绵状的凝胶结构。结果发现,呈网状结构的肌球蛋白凝胶比聚积成海绵状的凝胶强度更

大。由此可知,细微结构与凝胶的保水性和流变学特性(如硬度和弹性)有关。

肌浆蛋白与调节蛋白(regulatory protein),肌钙蛋白与原肌球蛋白对肌球蛋白凝胶的形成能力几乎无影响。肌球蛋白重链的完整性是获得最大凝胶强度所必须的条件。因为,加热过程中,肌球蛋白的轻链发生分离而被溶解,溶解后细小的肌球蛋白轻链比肌球蛋白重链产生的凝胶更弱。据研究,在 pH6.0 的 0.6 M KCl 中可产生最大的凝胶强度,其游离肌球蛋白与肌动蛋白之间的克分子比率为 2.7:1,相当于其重量比 15:1,在此比例中,大约 20% 的蛋白质是肌动球蛋白,80% 是游离肌球蛋白。研究者认为,凝胶强度的增加是由肌动球蛋白决定的,因为它能增强肌球蛋白末端区域的交联作用。

虽然肌球蛋白细丝在低离子强度下也能够形成高强度的凝胶,但是,大多数的研究是在高盐(0.6M)条件下分离蛋白质,在此条件下,肌球蛋白以单体形式存在。肌球蛋白在 0.2 M KCl 中(大约 100% 为多聚体)形成凝胶的强度大约是在 0.4 M KCl 中(大约 100% 为单体)形成凝胶的强度的 4 倍。当肌动蛋白存在于 0.2 M KCl 溶液中时,由于干扰了肌球蛋白头之间的交联,因此,阻止了肌球蛋白的胶凝作用。

目前,各种扫描测热法(DSC)和其他技术已用于测试肉制品加工过程组织结构中出现的促胶凝作用。在加热过程中,热转化温度表明蛋白质发生了构造变化。根据不同品种和试验条件,猪肉和禽肉的肉蛋白在 55~60℃、65~67℃ 和 80~83℃ 将出现 3 次主要的热转化。这些热转化分别归因于肌球蛋白、肌浆蛋白或胶原蛋白以及肌动蛋白的结构变化,并且与组织中特殊敏感变化有关系。与蛋白质的溶解性或网状结构有关的内外因素均可改变肉蛋白的转化温度。Kijowski 和 Mast 于 1986 年报导,当添加 NaCl 至 4% 时,能改变小鸡胸肌的肌动蛋白和肌球蛋白的稳定性,使变得不稳定。当加入 0.25% 和 0.5% 的磷酸盐时,可使肌动蛋白不稳定,但增加了肌球蛋白的热稳定性。Findlay 等于 1986 年指出,可利用 DSC 的动力学分析

数据来设计热加工,以获得肉制品的最佳嫩度、保水性、组织形态和产量,并掌握与之相应的蛋白质变性程度。

肉品结构或流变学特性与热转化温度之间的关系是一个新的研究领域,它可提供胶凝时与分子变化相关的物理性变化资料。Montejano 等于 1984 年报导,牛肉从 20℃ 至 90℃ 加热过程中,DSC 热转化温度与硬度系数之间有密切关系。

至今,有关 pH 值、离子强度、特殊离子作用、蛋白质浓度和终点烹调温度对胶凝作用的影响已有许多报导。Smith 等 1988 年提出一种数学模型,研究和预测 pH 值、蛋白质浓度、加工处理时间和终点烹调温度对小鸡肌原纤维胶凝作用的联合影响,将肉制品加工过程中的影响因素以数学方程式进行定量研究,达到最优化加工肉制品的目的。

#### 冷藏、老化和肌肉类型对凝胶强度的影响

长期冷藏,特别是冷藏过程中蛋白质的变性程度对鸡肉蛋白、牛肉蛋白和鱼肉蛋白的胶凝性有较大的影响。用未老化肉品比已老化肉品加工的灌肠制品更好,未老化肉蛋白更适宜于灌肠类制品的加工。Samejima 等认为,这是由于老化过程中,肌球蛋白的重链发生了有限的蛋白分解作用,从而引起蛋白质凝胶强度降低所致。老化过程中,随着游离肌球蛋白向肌动球蛋白转化,凝胶硬度也发生改变,肌球蛋白的成丝能力逐渐丧失,从而使在 0.2 M KCl 中形成的凝胶强度降低到在 0.4~0.6 M KCl 中由肌球蛋白单体形成的凝胶强度。

研究发现,用于深加工的浅色肉和深色肉之间在保水性、脂肪粘合性和结构特性等方面存在着差异。鸡白肌肉的肌球蛋白、肌动球蛋白与牛白肌肉的肌球蛋白比红肌肉相应蛋白质有更大的凝胶强度。在 pH5.7 以下,牛白肌肉肌球蛋白比红肌肉肌球蛋白的保水性、胰蛋白酶敏感性和溶解性更高,这些特性的出现是由于在不同肌纤维中出现异构肌球蛋白所致。Acton 和 Dick 于 1986 年报导,在热聚合过程中,烧烤

小鸡胸部肌肉的肌动球蛋白比腿部肌肉中的肌动球蛋白具有较低的热转化温度。上述结果在一定程度上解释了为什么用不同类型肌肉加工成的肉制品存在质量上的差异。

李洪军摘译自 Food Technology, 1988, 42 (4)。

贺稚非 校

## 食品在包装贮存中的价值工程问题

蔡惠平 陈黎敏 天津商学院 300400

**摘 要** 利用价值工程的基本原理和方法,研究了包装贮存中的优化问题。分析了食品包装贮存各功能和成本的关系。最后给出一个应用实例。

### 引言

价值工程是既能提高食品包装贮存的功能,又能降低食品包装贮存费用的一种技术。一般而言,只要有功能和费用发生的地方,都可以应用价值工程的原理和方法,以获得更大的经济效益。本文应用价值工程的原理,对食品包装贮存各功能和费用之间的关系进行了研究。

我国许多食品企业过去靠低价的工业原料,廉价的农副产品和较低的工资支出来维持生存和发展,其所得到的盈利,大部分是原料和农副产品价值的转移,这就掩盖了食品企业的落后面。随着我国经济的对外开放和市场竞争机制的引入,要求各企业在提高自身的素质上下功夫。价值工程运用了技术经济分析的方法,把提高食品包装贮存功能和降低成本有机地结合起来,因而可以从根本上改变食品企业的落后面貌,使经济效益得到大幅度的提高。

### 食品包装贮存方案的评价

方案评价是为了从众多食品包装贮存方案中,选择一个可行的最佳方案。尽管所提出的食品包装贮存方案都可能会提高价值,但其提高价值的程度是不一样的。而且其可行性也是

不相同的。因此,有必要对各种食品包装贮存方案进行全面的、正确的评价,从而选择一个作为实施的最优方案。

食品包装贮存方案综合评价的过程如图 1 所示。

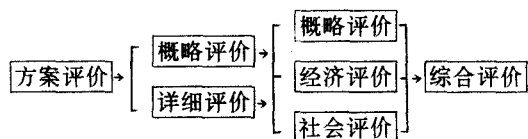


图 1 过程图

评价分为两步进行:首先是概略评价,从较多的食品包装贮存方案中初步筛选,仅留下部分价值较高的方案。其次是详细评价,对留下来的若干方案进行深入调查研究,使其具体化。

具体地说,技术评价包括:功能实现的程度、可靠性、外观性和协调性等。经济评价包括:成本、利润、企业经营需要、适用期限和数量、实施方案所需的费用和生产技术条件等。社会评价包括:食品包装贮存的技术指标是否与国家的技术指标相一致,企业效益是否与国家的总体利益相一致,是否对食品造成污染,是否给消费者带来了方便等。

综合评价的方法如表 1 所示。