

# 酶制剂在肉制品加工中的应用进展

刘树立<sup>\*1</sup> 王春艳<sup>1</sup> 王华<sup>2</sup>

(1. 西南大学食品科学学院 重庆 400716 2. 中国农业科学院柑橘研究所 重庆 400712)

**摘要:** 酶制剂作为一种生物催化剂已被广泛应用。本文综述了酶制剂的定义、分类及在肉类工业中的应用, 并对未来的研究作了展望。

**关键词:** 酶制剂, 肉制品加工, 分类, 应用

**Abstract:** Preparation as a biology activator has been used extensively. This article summarized the definition, the classification as well as the application of Preparation in meatpacking. Besides, the prospect to the future research of Preparation has been made in the paper.

**Keywords:** preparation, meatpacking, classification, application

酶是细胞原生质合成的一类具有高度催化活性的特殊蛋白质, 由许多氨基酸组成, 称为生物催化剂。酶普遍存在于动植物和微生物中, 通过采取适当的理化方法, 将酶从生物组织或细胞以及发酵液中提取出来, 加工成具有一定纯度标准的生化制品, 称为酶制剂<sup>[1]</sup>。添加外源酶制剂已有四十多年的历史, 但酶制剂的商业化实际应用仅出现于近十年内。目前, 酶制剂已广泛应用于啤酒、果酒酿造、果汁、水果加工、乳制品、油脂加工等食品工业生产中<sup>[2]</sup>。

## 1 酶制剂的种类及作用

目前, 世界上研制使用的酶制剂种类繁多, 大致可分为消化酶和非消化酶两大类。

消化酶指类似于动物消化道正常分泌的消化酶类, 主要包括淀粉酶、蛋白酶和脂肪酶等。饲用消化酶来自微生物发酵生产, 能够补充动物消化酶分泌的不足, 催化三大有机养分的分解。淀粉酶是能够降解淀粉糖苷键的一类酶的总称, 包括 $\alpha$ -淀粉酶、 $\beta$ -淀粉酶和异淀粉酶等。蛋白酶是能够降解蛋白质肽键的酶的总称, 按作用形式可分为

内切酶、外切酶; 按作用条件可分为酸性、中性、碱性蛋白酶等。脂肪酶是能够降解脂肪酯键的酶, 目前应用较少。

非消化酶指动物消化道不能分泌的、但消化道中微生物可能分泌的酶。它主要包括纤维素酶、葡聚糖酶、木聚糖酶、果胶酶、植酸酶等。纤维素酶是由内切-纤维素酶、外切-纤维素酶、纤维素二糖酶等构成的多酶体系, 这些酶协同作用可降解纤维素, 生成还原糖。另外, 它可破坏富含纤维的植物细胞壁, 一方面使被包围的淀粉、蛋白质和矿物质等得以释放并消化利用, 另一方面是将纤维部分降解为可吸收的还原糖, 从而提高畜禽对养分的消化利用率。其它非消化酶包括 $\beta$ -葡聚糖酶、半乳聚糖酶、木聚糖酶和甘露聚糖酶等。由于除纤维素外的其它非淀粉多糖可部分溶于水, 在消化道形成凝胶状, 使消化道具有较强粘性, 影响营养物质的消化。非纤维素酶和果胶酶的主要作用是降解非淀粉多糖所带来的负面影响。植酸酶是降解饲料中植酸及其的酶。单胃动物消化道不能分泌植酸酶, 但肠道中的微生物能够少量分泌。饲料中植酸磷和其它二价阳离子矿物质元素的利用率低, 植酸酶能够磷的利用率减少环境污染。

## 2 酶制剂在肉制品加工中的作用

食品加工中酶应用于啤酒、果酒酿造、果汁、水果加工、乳制品、油脂加工等方面的进展介绍较多。但在肉品加工中应用介绍很少。应用于肉品加工中的酶制剂主要有转谷氨酰胺酶、蛋白酶类、畜禽木瓜蛋白酶和一些中性蛋白酶类, 应用于肉的嫩化、对肌肉蛋白质水解提取水解产物等<sup>[3]</sup>。

### 2.1 嫩化

屠宰老龄动物所获得的肉, 经过烧煮会变得口感粗糙坚硬, 从而会导致这样的原料肉难以加

工, 口感变差, 质量下降。以蛋白酶配制成嫩化剂, 用来有效地促进肉类在加工中的嫩化。目前使用最多的是木瓜蛋白酶。

木瓜蛋白酶是一种半胱氨酸蛋白酶, 能够降解肌原纤维蛋白和结缔组织蛋白, 具有很好的稳定性, 且价格便宜。它能在适当温度条件下, 使蛋白质中的某些肽键断裂, 有效降解胶原纤维和结缔组织中的蛋白质, 特别是对弹性蛋白的降解作用较大, 从而极大提高了肉的嫩度, 使肉的品质变得柔软适口、多汁且易于咀嚼, 并显著提高了肉的成品率、保质期及经济效益, 国内对木瓜蛋白酶的报道多限于对肉嫩化效果的研究。孟祥河等人用木瓜蛋白酶及碱性蛋白酶复合水解牛肉, 发现碱性蛋白酶与木瓜蛋白酶的配比为 1:1.75 时, 蛋白质的水解度达到 24.67。木瓜蛋白酶添加过量会引起蛋白质的过度水解, 生成苦味并影响组织性及产品外观, 在使用时应严格控制添加量<sup>[4]</sup>。

用胰酶对肉品进行嫩化处理时, 胰酶粗提液可随溶液进入肌间, 配合组织中的蛋白酶(包括胶原酶)分解肌间结缔组织的胶原纤维, 破坏结缔组织结构, 使肉软化; 同时酶液中的蛋白酶也可作用于肌纤维, 裂解部分肌细胞组合蛋白, 释放出多肽、氨基酸等, 可以使肉的鲜味增加, 促进肉品软化。酶解作用使肉中的水溶性氨基酸和水溶性钙、磷、锌、铜、铁大大增多, 必然显著改进肉品的风味和营养。经过酶处理的肉, 仍可以保持一级鲜度, 并使 pH 值和感官指标正常, 全面提高了肉品的利用价值。

此外, 也有菠萝蛋白酶、无花果蛋白酶、弹性蛋白、胰酶等用作肉的嫩化剂的报道<sup>[5-7]</sup>。

## 2.2 碎肉<sup>[8-11]</sup>

在肉制品加工中, 有许多碎肉废弃, 这是很大的损失。目前使用较多的是利用转谷氨酰胺酶处理碎肉, 生产新鲜重组肉制品, 这样可充分利用肉品加工中的副产品。

转谷氨酰胺酶能利用肉制品蛋白质肽链上的谷氨酸残基的甲酰胺基为供体, 赖氨酸残基的氨基为受体, 催化转氨基反应, 从而使蛋白质分子内或分子间发生交联。据报道谷氨酰胺酶催化酪蛋白与鸡球蛋白比催化大豆蛋白、玉米谷蛋白与肌球蛋白形成交链的程度高。利用转谷氨酰胺酶和酪蛋白钠经过酶促反应重构小牛肉(用碎牛肉

块重构肌肉组织) 获得良好的效果。转谷氨酰胺酶在单独使用时提高碎肉块之间的结合力有限, 必须在添加酪蛋白钠时方有显著效果。

## 2.3 保鲜<sup>[12-15]</sup>

随着人们对健康的要求越来越高, 肉品贮藏保鲜剂将向高效、天然或生物方向发展, 逐步取代现行的诸多化学合成添加剂。乳酸菌及细菌素、溶菌酶(酶修饰法合成溶菌酶—环糊精和溶菌酶—半乳糖甘露聚糖、脂酰基溶菌酶也具有很强的抗菌活性)、纳地酶素、红曲色素、枯草杆菌素等在肉制品加工中添加时具有明显保鲜效果。尤其是利用微生物制得的溶菌酶及细菌素等天然肽类防腐剂正日益受人们的重视。

溶菌酶(Lysozyme)是一种专门作用于细胞壁的解酶, 存在于人的唾液和眼泪、蛋清、哺乳动物的乳汁、植物和微生物中; 对人体无毒无副作用具有多种营养和药理作用, 是一种安全的天然防腐剂。目前发现的微生物溶菌酶有以下 5 种: N—乙酰己糖胺酶, 酰胺酶, 内肽酶,  $\beta$ -1, 3- $\beta$ -1, 6 葡聚糖和甘露聚糖酶, 壳多糖酶。

乳酸链球菌素(Nisin)是乳酸链球菌、嗜热乳酸链球菌、乳脂链球菌、酿脓链球菌等分泌的一种多肽类抗菌素。Nisin 主要对革兰氏阳性菌, 如致病性肉毒梭状芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌和李斯特单核增生菌具有抑制作用。由于多数革兰氏阳性菌能引起食品腐败, 并导致食物中毒, 因此, Nisin 作为纯天然食品防腐剂具有重大意义。但它对革兰氏阴性菌酵母及霉菌无作用。

## 2.4 提高肉质<sup>[16-17]</sup>

据报道, 用谷氨酰胺酶处理肉制品可大大改善肉的质地和口感, 起到抑菌防腐、保证产品质量的功能, 提高肉品出品率。

谷氨酰胺转氨酶是一种能催化蛋白质分子间或分子内酰基转移反应的酶。它同动物来源的酶一样可催化乳清蛋白、肌球蛋白、大豆 7S、11S 蛋白、酪蛋白等蛋白质之间的交联反应, 且不需要  $\text{Ca}^{2+}$  激活。谷氨酰胺转氨酶最初从动物肝脏中提取, 由于原料少, 提取工艺复杂, 因此价格昂贵。随着微生物发酵技术的成熟, 使得大量生产廉价食品级的转谷氨酰胺酶成为可能。它的主要优点为: (1) 改善肉制品品质: 谷氨酰胺转氨酶添加到肉制品中可使肉制品呈现出良好的功能特性,

如可以提高法兰克福香肠的切片性。(2)提高出品率:制品中凝胶网络的稳定性增强,利用谷氨酰胺转氨酶处理香肠制品,可避免香肠脱水收缩的发生。(3)提高原料利用率:利用谷氨酰胺转氨酶可将肉品加工过程中的大量碎肉、肉渣重新组合成完整的肉块。(4)开发保健肉制品:由于谷氨酰胺转氨酶可提高产品的弹性和保水性,因此可减少食盐和磷酸盐的用量;由于谷氨酰胺转氨酶胶联蛋白质可作为脂肪的取代物,所以利用谷氨酰胺转氨酶可生产出深受人们青睐的“低脂肪、低盐、低糖、高蛋白”的保健肉制品。

### 2.5 其他作用

据报道,国外利用动物皮或骨头来制造食品添加剂明胶,而至今在我国多数工厂采用减法提取。明胶单体的原始状况是一个三索螺旋状的肽链,蛋白酶可以从其一端开始进行水解,因为其末端的螺旋结构最不完整。采用合适的蛋白酶、水的温度,就很容易将其水解成明胶溶液。采用酶法代替碱法,可以使调制时间从几周缩短到不足一天。

美国Doler公司采用专门的蛋白酶,用肉类作为原料,经过酶法水解、提取、放大、浓缩等系统工艺,生产出具有高度浓缩的调味浓缩物(Flavorconcentrates),其味美、香醇、浓郁,为绝大多数人欢迎,被称为是高纯度、纯天然、优秀的开胃调味剂。该公司生产的调味浓缩物被应用到1742种肉、鱼、汤料食品中作为增香剂,使这些产品增加了各种肉制品的鲜香味,受到了广大消费者的普遍欢迎。

屠宰场的分割车间,一般在骨头上平均残存5%的瘦肉。通常这一部分肉是不容易回收的。在欧美肉类工业企业中,采用酶法回收骨头上残存的瘦肉。具体方法如下:把骨头粉碎,用100%的水(按重量比)做成浆,在一个带搅拌器的加热罐中加热,底部有出浆料的装置。加入中性蛋白酶0.5L(按0.3%骨头重量),然后骨浆加热,维持在60℃,经3~4h,仔细搅拌,注意勿使之形成脂肪乳浊剂即可。

美国创造了利用碱性蛋白酶在等点电容解提取高浓度溶解性蛋白质水解质的工艺路线,获得的浓缩蛋白质,浓度达到70%(干物质基础)。这种浓缩蛋白用于配制注射用盐水时,采用以下配方:大豆蛋白水解质25%、食盐14%、三聚磷酸

钠2.5%、亚硝酸钠0.09%,就可以获得pH值7的澄清注射用盐水,营养学研究证明,人对大豆蛋白水解质的真正消化度高达93%,高于大豆加工所得到的其他蛋白质制品的消化吸收率。同时制作出的肉制品口感、风味均好。这个工艺已经得到了普遍的应用。

### 3 展望

酶制剂作为一种新型添加剂,对蛋白质的修饰作用已显示出强大的生命力,它不仅大大改善蛋白质的乳化性、热稳定性、凝胶性和起泡性,而且可以开发新的食品资源,因此不仅对肉制品工业、奶制品工业,乃至整个畜牧业都将是一次新的革命。我们相信酶制剂在肉品加工、肉的嫩化、肉的保鲜及改善肉品品质、提高原料利用率等方面将起着越来越重要的作用。

### 参考文献

- [1] 王璋编.食品酶学[M].北京:中国轻工业出版社,1990:3~8.
- [2] 姜锡瑞编.酶制剂应用手册[M].北京:中国轻工业出版社,1999,2:3~5.
- [3] 刘毅,宁正祥.食品风味与酶[J].食品与发酵工业,2003(5):37~40.
- [4] 孟祥河,张铁华,洪伯铿.复合酶水解牛肉的研究[J].食品科技,2002(2):17~20.
- [5] 谢超,刘鹭.几种肉类蛋白酶嫩化剂的比较[J].肉类工业,2003(2):29~31.
- [6] 唐晓珍.生姜蛋白酶和生姜汁对猪肉嫩化效果的比较[J].山东农业大学学报(自然科学版),2003,34(1):15~17.
- [7] 张安国,寇建平.应用蛋白酶进行牛肉嫩化的研究[J].肉类研究,1990,(2):15~17.
- [8] 王卫.转谷氨酰胺酶及其在肉制品加工中的应用[J].食品文摘,1999,(2):6~8.
- [9] 刘昌协.利用微生物生产转谷氨酰胺酶及其在食品加工上之应用[J].食品工业(台湾版),1999:45~48.
- [10] 周光宏著,肉品学[M].中国农业科技出版社,1999:32~35.
- [11] 张红城,彭志英,赵谋明,等.转谷氨酰胺在食品中的应用[J].食品与发酵工业,1998(3):73~76.
- [12] 马丽珍,南庆贤,毛学英.Nisin在鲜肉中的作用活性[J].肉类研究,2002,(1):35~36.