

复配胶在低脂肉糜制品中的作用机理

许时婴 李 博 王 璋

(食品学院)

摘要 研究了亲水胶体类脂肪代用品——复配胶在低脂肉糜制品中的作用机理,使用扫描电子显微镜(SEM)观察了添加复配胶的低脂肉制品的超微结构,提出了脂肪球分散在由蛋白质、复合多糖形成的三维网状结构中的模型,并对持水持油作用机理进行了探讨。

主题词 机理;肉脂率;复合稳定剂/脂肪代用品;复配胶;低脂肉制品;复合多糖

中图分类号 TS201.2

0 前 言

一些亲水胶体已经被用于替代各种食品中的部分或全部脂肪。据有关资料,Slendid 是以果胶为主要原料的脂肪代用品,Slendid 以凝胶粒子的形式模拟脂肪球的形状和口感^[1], Huffman et al^[2]推测,卡拉胶用于牛肉制品也是以凝胶粒子形式模拟脂肪。

然而大量资料表明,肌肉蛋白可以和海藻胶、果胶、CMC^[3~6]等多糖相互作用。一般认为,蛋白质和多糖之间的相互作用力是静电引力,Imeson et al^[7]研究了阴离子型多糖与肌球蛋白和牛血清球蛋白的相互作用,结果表明,改变 pH 值和离子强度,相互作用力随之改变,相互作用力的大小随蛋白质所带正电荷数的增加而升高。对蛋白质多糖体系加热,蛋白质与多糖之间的相互作用增强,形成了稳定的高分子复合物。

一般认为,蛋白质与多糖的复合物是一种新型的胶凝剂,在适当条件下能形成热稳定性的凝胶。

1 实验材料与方法

1.1 材料

复配胶(本实验室研制)、原料肉及各种辅料。

1.2 实验方法

1.2.1 肉糜制品的制作步骤(实验室) 将原料肉用食盐、亚硝拌和均匀,在 0~4℃ 腌制 2~3d,在斩拌过程中分别添加复配胶、复合磷酸盐、大豆粉、调味料、脂肪、玉米粉、VC 等,罐装在真空度 80kpa 下抽真空 5~10min,80℃ 恒温水浴锅中烧煮 1.5h,冷却后取出,真空密封于保鲜袋中,保存在 4~8℃ 的冰箱中。

收稿日期:1995-06-01

1.2.2 凝胶粒子的制备 配制总浓度为 2.0% 的复配胶溶液,放置在 4~8℃ 中快速冷却,然后将形成的凝胶用组织捣碎机绞碎成细小的凝胶粒子。

1.2.3 盐溶蛋白的提取 配制盐溶蛋白提取液,其中 NaCl 浓度为 0.6mol/L (3.51%),复合磷酸盐为 0.3%^[8];将新鲜肉糜与提取液按 1:4 混合、搅拌,在 4℃ 左右提取 24h,然后用高速冷冻离心机离心,操作条件为 4℃,12900×g,20min。弃去沉淀,将上清液过滤,即为盐溶蛋白。蛋白含量为 6.5% 左右,pH=6.75。

1.2.4 差示扫描量热法(DSC)测定样品的变性(或熔化)温度 DSC-分析仪用标准金属(铟)校正以后,测定样品的变性温度。精确称取 10~20mg 样品密封于专用铝盒中,扫描温度范围为 30~120℃,扫描速率为 2~10℃/min。测定吸热峰温度 T (℃)以及热焓 ΔH_D (J/g)。

1.2.5 扫描电镜样品的制备 将烧煮后的肉制品切成较小的薄片,然后用 1.0%OsO₄ 固定 1h,脱水、采用 CO₂ 临界点干燥法、喷金,用扫描电子显微镜观察,加速电压为 15kV。

1.2.6 肉制品的全质构分析^[9] 肉制品切成高 30mm 的圆柱形,用 FUDOH 流变仪进行全质构分析如图 1。测定条件为:探头直径 9mm,穿透深度 20mm。重复测定 3 次取平均。

由图 1 测定如下质构指标:

脆度(Fracturability) (N)

硬度(Hardness) (N)

粘结性(Cohesiveness) A2/A1 峰面积之比,由重量法求得

粘合性(Adhesiveness) A3 峰面积,由重量法求得

弹性(Springiness) 以第一次压缩中恢复的高度的百分数表示

咀嚼性(Chewiness) 硬度×粘结性×弹性

胶粘性(Gumminess) 硬度×粘结性

1.2.7 产品理化指标分析

1) 蛋白质的测定 凯氏定氮法^[10],蛋白质换算系数为 6.25。

2) 脂肪含量的测定 索氏抽提法^[11]

3) 水分含量的测定 真空干燥法^[11]

4) 灰分的测定 灰化炉灰化^[10]

5) 碳水化合物含量按下式计算^[10]:

碳水化合物(%) = 100 - (水分 + 粗蛋白 + 灰分 + 粗脂肪 + 粗纤维) × 100。其中,动物中粗纤维含量为 0。

6) 能量的计算^[12,13] 能量的换算系数分别为:蛋白质 16736J/g;碳水化合物 16736J/g;脂肪 37656J/g。

1.2.8 样品持水率的测定^[14] 持水率 = (肉糜的含水量 - 肉糜的失水量) / 肉糜的含水量

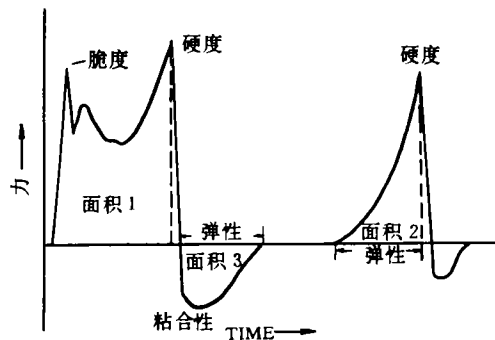


图 1 由 INSTRON 材料仪测定的全质构分析曲线
(摘自 FOOD TECHN. 32(7) 63,1987.)

2 结果与讨论

2.1 复配胶的加入方式对产品品质的影响

由表 1 可以看出,当复配胶以细小的凝胶粒子形式加入到肉糜中时,因为凝胶粒子的热可逆性,加热过程中凝胶粒子融化成胶体溶液,部分从肉糜中流失,冷却后在样品表面形成一层膜状凝胶(即胶膜),其余部分在蛋白质基质内聚集成较大的凝胶颗粒。以溶胶(即复配胶溶液)形式加入时,效果与凝胶粒子相同。这两种加入方式都严重损坏了产品的外观和组织结构。当复配胶以干粉形式加入到肉糜中时,产品的持水性、胶凝性以及切片性都很好,并且看不到凝胶粒子的存在。产品再次加热时,也没有胶液析出。

2.2 复配胶对肌肉蛋白质变性温度的影响

从表 2 可以看出,猪肉肌纤维的差热曲线上有 3 个变性峰,峰温度分别为 60.8、63.3、73.3℃。添加 2.0%NaCl 和 0.3%复合磷酸盐后,肌纤维的变性温度分别提高了 13.5、15.7 和 10.6℃。在样品 b 中继续添加 1.2%的复配胶(脂肪代用品)后,变性峰温度分别在 84.2、86.8 和 93.5℃。可见,由于复配胶的加入使肌纤维的变性温度向高温方向移动,并且没有出现复配胶的吸热峰。可以推测,在加热过程中,多糖和蛋白质发生了相互作用。

表 1 复配胶以不同状态加入对产品品质的影响

复配胶的加入状态	凝胶粒子或溶液	干 粉
产品外观	出现胶膜	无胶膜出现
热稳定性	热稳定性差,有大量汁液析出。	热稳定性强,持水性好。
组织结构	组织不均匀,基质中有明显的凝胶粒子	组织结构极均匀,无任何非肉物质存在。
感官评价	色泽与组织结构很差,口感干燥,没有商品可接受性。	外形美观,弹性好,口感鲜嫩,具有可接受性。

表 2 添加复配胶和盐对肌肉蛋白质变性温度的影响

样 品	T1(℃)	T2(℃)	T3(℃)
样品 a(肌纤维)	60.7	63.3	73.3
样品 b(肌纤维 + 盐)	74.3	79.0	83.9
样品 c(肌纤维 + 盐 + 复配胶)	84.3	86.8	93.6
盐溶蛋白	69.4	78.0	86.9
盐溶蛋白 + 复配胶	85.1	90.1	98.2
复配胶 A (C = 1.2%)	44.3	—	—
复配胶 B (C = 3.0%)	51.6	—	—

在肌肉中起持水性、结着性作用的物质是结构蛋白质中的肌球蛋白^[15]。由表 2 中看到,从肌纤维中提取出盐溶蛋白,在差热曲线上有 3 个蛋白质变性峰,峰温度分别为 69.4、78.0 和 86.9℃。盐溶蛋白中加入复配胶后,变性温度分别提高了 15.7、12.1 和 11.3℃。可见,复配胶的加入推迟了盐溶蛋白的变性。复配胶对盐溶蛋白的作用结果与对肌纤维的作用一致,进一步验证了多糖与蛋白质之间发生了相互作用。

由复配胶形成的凝胶是热可逆的,凝胶的熔点与复配胶的浓度有关。随着浓度的升高,熔点上升,1.2%复配胶凝胶的熔点为 44.3℃,3.0%复配胶凝胶的熔点为 51.6℃(见表 2)。盐溶蛋白中加入 1.2%的复配胶(即复合多糖),充分混合后加热,形成凝胶,将此凝胶加热,无溶胶析出,盐溶蛋白-复合多糖凝胶的 DSC 差热曲线上也没有吸热峰。由此可见,盐溶蛋白-复合多糖凝胶是热不可逆凝胶,有力地证明了复合多糖与蛋白质发生了相互作用,形成了热稳定性凝胶。

当复配胶以干粉形式加入时,复配胶和肉糜中的盐溶蛋白以及不溶性的蛋白质微粒在斩拌过程中充分混合,在加热过程中,蛋白质分子和多糖分子在水溶液中充分展开,蛋白质与蛋白质、蛋白质与多糖、多糖与多糖之间发生相互作用、相互嵌合,共同形成了致密、稳定的三维网状结构,提高了肉制品的凝胶强度和热稳定性。



低脂样品的碳水化合物含量显著低于市售春都火腿肠,因而低脂样品消除了市售火腿肠由于大量添加淀粉带来的粉质感,具有口感柔嫩,清爽而又不失丰厚的特点,成功地模拟了高脂产品的质构及感官特征,并提高了肉制品的持水持油性(见表 4)。

从全质构分析看出,低脂样品的脆度、硬度以及弹性同高脂参照样相近,可见,低脂样品软硬适度,富于弹性,符合人们的传统食用习惯。粘结性高于高脂参照样,这样,低脂样品的口感更为滑润、丰厚。低脂肉制品的胶粘性 and 咀嚼性略高,说明低脂肉制品的咀嚼性好,肉质强。达到了改善肉制品质构的要求。

低脂肉制品的持水性高,反映了样品的热稳定性好。其稳定性是由内部结构决定的,各样品的超微结构见图 2~7。

图 2 是由纯精肉制作的低脂肉超微结构,从图中可以看出,蛋白质凝结成密集的不规则区域,说明持水性差,质构坚硬。若添加少量大豆粉,由于大豆蛋白的持水性,样品的持水性有所改善,从图 3 中可以看到蛋白质形成的凝胶结构比较疏松。

图 4 的样品中添加了 0.6% 的复配胶,从超微结构上显示出,基质的凝胶网状结构得到加强。由于多糖-蛋白质的复合,网络清晰,基质中没有出现较大的断裂,从而改善了基质的凝胶结构,提高了肉制品的持水性和肉糜乳状液的稳定性。

图 6 为作者研制出的低脂肉制品的超微结构,图 5 为不加脂肪代用品的低脂对照组的超微结构。从图上可以看出,对照组的基质凝结成不规则的区域,出现明显的断裂,脂肪球从基质中游离出来,裸露在基质的表面。与此相反,添加复配胶后,复合多糖与蛋白质形成了均匀致密的网状结构(见图 6),一方面将大量水分固定在网状结构中,提高了低脂肉制品的持水性;另一方面,阻碍了脂肪球在基质中的扩散,防止脂肪球聚结析出,提高了肉制品的持油性和肉糜乳状液的稳定性。

在不加复配胶的肉糜生产中,某一种蛋白质(组分)可能在界面上被优先吸附。Schut 和 Brower^[17]的工作有力地证明,盐溶蛋白在脂肪-水界面被优先吸附,于是建立了盐溶蛋白界面的模型(如图 8)。当肉糜乳状液受热时,包围脂肪球的蛋白膜破裂,出现大量的孔和裂口,脂肪球变得很不稳定^[18]。

图 8 的阴影部分为肌原纤维的链段,部分在脂肪-水界面被吸附,其余部分延伸到连续相,并同基质的蛋白质相互作用。

当复配胶(脂肪代用品)添加到低脂肉制品中,优先吸附在脂肪-水界面上的是盐溶蛋白的部分链段,然而由于多糖-蛋白质复合物的形成,从基质网状结构中伸出的蛋白质-多糖大分子在每个脂肪球周围紧紧缠绕,形成一层密的网,将脂肪球束缚在基质的网状结构中(见图 9 和 10)。当肉糜乳状液受热时,围绕在脂肪球外面的粘弹性的网状结构由于具有较强的

表 3 不同肉糜制品的组成

样品	能量 (kJ/100g)	蛋白质 (%)	脂肪 (%)	碳水化 合物(%)	粗纤维 (%)	灰分 (%)	水分 (%)
低脂	576.2	11.78	5.68	9.66	0.8	2.74	70.06
高脂	1220.6	11.15	24.57	6.57	0	2.79	54.92
火腿肠 (春都)	1035.1	11.68	16.22	13.75	0	2.57	55.80

表 4 低脂与高脂肉糜制品的全质构指标及持水率

样品	脆度 (N)	硬度 (N)	弹性 (%)	粘结性	胶粘性 (N)	咀嚼性 (N)	持水 率(%)
低脂样品	15.8	13.2	79.5	0.445	5.92	4.58	97.76
高脂样品	14.1	12.2	77.4	0.428	5.22	4.04	95.34

Prepared For the Application of the
Technology for the Development of
the Machine for the Application
of the Machine for the Application

22,867

Biological Properties of the
Text. Studies and 1980s: 247. J.
Getting on the System and the
System for the System for the

52:1121

- 7 Imerson A P, Watson P R, Mitchell J R, et al. J. Food Technology. 1987,13,331~338
- 8 Graham W. Rodger and Peter Wilding Muscl Proteins. Food Gel. 1991
- 9 Malcom C. Bourne. Food Texture and Viscosity, Cincept and Measurement. 1982
- 10 黄伟坤等. 食品检验与分析. 轻工业出版社,1989
- 11 前田安彦. 实用食品分析方法. 吉林大学出版社,1988
- 12 香川绫. 食品营养成分表. 中国轻工业出版社,1990
- 13 中国预防医学科学院. 营养与卫生研究所著. 食品成分表. 人民卫生出版社,1991
- 14 Katsuji et al. Relation Between Gellation Behavior of Ground Chicken Muscle and Soybean Proteins and Their DSC Students. J. of Food Sci. 1988,53(4):1076~1082
- 15 无锡轻工业学院等. 食品工艺学. 中册. 轻工业出版社,1988
- 16 Huffman et al. Development of Low-Fat Ground Beef Food Technology. 1991
- 17 Schut J, Brouwer F. Proc. 17th European Meeting of Meat Research Worers. Bristol(U. K.),1971
- 18 Borchert L L., Greaser M L., Bard J C, et al. J. Food Sci. 1976,32:419

The Interaction Mechanism of Gum Blend in Low Fat Meat Product

Xu Shiying Li Bo Wang Zhang
(School of Food Science & Technology)

Abstract The interaction mechanism of hydrocolloid fat substitute-Gum blend in low fat meat product was studied. The microstructure of low fat meat product with gum blend was observed by using Scanning Electron Microscopy. The results showed that network of gel matrix was formed by the interaction of gum blend and protein. The model of three dimensional network formed from protein and polysaccharide blend, in which fat globule dispersed, was proposed. The mechanism responsible for the holding water and fat by the network was also discussed.

Subject-words Theories; Meat-fat ratio; Compound stabilizers / Fat substitute; Gum blend; Low fat meat product; Polysaccharide blend