

肉蛋白的加工利用

日本火腿株式会社中央研究所太治司郎 山田司郎著

中国肉类食品综合研究中心 薛茜译 刘京厚校

近年来,肉食加工产品的生产系统随着腌制机械、乳化机、充填结扎机、自动烟熏、加热、干燥室以及与多样化功能和形式相应的包装机械等的发展,正朝着大生产的方式快速合理地向前发展。同时,在学术研究领域,从构成肌肉蛋白的分类,到分子构造的研究,有关肌肉收缩机理酵素学方面的研究,以及加工过程中的生化和生理学的研究。肉蛋白的性能从基础理论到应用的研究也在不断发展。

正如大家所知,肉类加工产品,在组织形态上原料和制品之间没有大的差异,因此没有必要象其它的蛋白食品那样进行复杂的加工操作,即所谓加工程度低的食物,其质量大大依赖于原料蛋白的质量。因此,科学地掌握与产品的质量和性能有密切关系的变化—在屠宰后生肉变成肉制品的过程中,生肉本身的变化和加工时给予的物理或化学性的变化,是今后发展加工利用技术的基础。

在此,我们想从肉蛋白的加工利用的观点出发,在肉制品的制造工艺中,就肉蛋白的性能与质量的关系和日常的体验说明一下。

1. 肉制品的分类和制造方法

肉制品可大致分为:用猪肉的单一肉块制作的火腿、培根类和用猪肉以外的其它畜肉的小肉块和肉馅作成的压缩火腿及香肠这样两大类。日本农林标准(JAS)将其分为:①将腌制的猪肉块灌到肠衣中后,进行烟熏、干燥,再进行加热制作的叫火腿;

②不用肠衣灌装制作的叫培根类。另外根据使用原料的部位不同,火腿可分为通脊火腿、去骨火腿、肩火腿等;培根又可分为通脊培根、肩培根、腹部肉培根、胸肉培根。

香肠类有:维也纳香肠、法兰克福香肠、波罗尼亚香肠等,根据原料肉的种类和肠衣的尺寸又可分为很多品种。另外,还有非加热肉制品,干香肠、干火腿等干燥肉制品以及拉克斯火腿、带骨火腿、培根等烟熏制品,这些肉制品的制法概要如图1所示。

对肉制品要求的质量特性,根据产品的种类而多少有些差异。最基本的是所谓保水性、结着性、弹性等物理特性和色、香、味等风味特性。为了发挥这些特性,需改变肉蛋白的性质,因此,腌制是制造工艺中最重要的一环,在今后的数年内都将会是我们研究的对象。

2. 腌制工艺中质量的形成

在腌制工艺中往肉里添加食盐、发色剂、聚合磷酸盐、糖类等,通过肉蛋白与以上这些添加物起反应,出现了色调、保水力、结着力或风味等效果,由此即决定了肉制品大部分的质量。

其方法有:传统的湿腌法和干腌法以及为了缩短腌制时间,采用向肌肉和血管中注射腌制液的方法。近几年来,又开发了注射腌制剂后再把肉块放到立式和卧式滚揉机中,一边滚揉一边腌制的方法。通过这种方法,肉的发色和保水力、结着力能够早期出

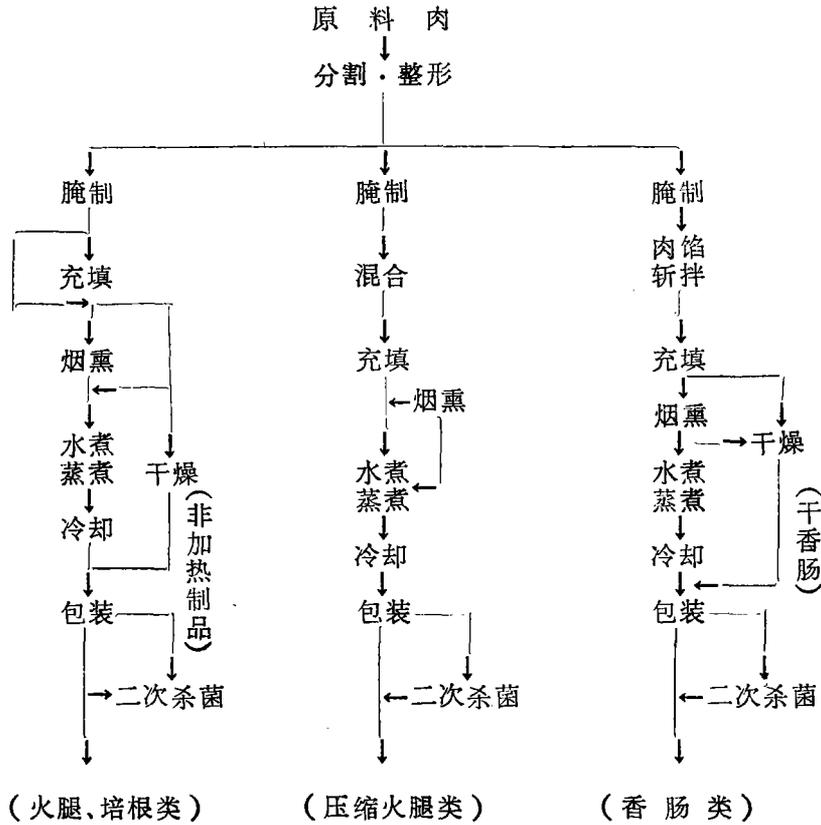


图1 肉制品的制造工艺

现，特别是去骨火腿、压缩火腿。

(1) 关于腌制液的注射方法

在腌制时，将必需的食盐、发色剂等添加剂溶解到水里制成腌制液，利用侧壁上有许多小孔的注射针头强制注射到肉块中去的方法是目下最普及的方法。因为此方法具有

缩短腌制时间和质量均匀等优点。

用针数、送肉传送带的速度和间距、针头的行程数或泵的压力等来调整注射间距和注射量。

关于这种肌肉注射法，新村先生以猪通脊肉为原料，注射成分为食盐、发色剂、助发

色剂、聚合磷酸盐等,作出了给质量带来影响的以下结论:

①随着注射量的增加,根据部位不同,注入量各有不同。

②注入量在10~20%的范围时,为了得到理想的结着力,合适的食盐含量为1.5~3.0%。

③注射以后,肉中的食盐分布受腌制液的注射量和食盐浓度的影响。注入量如果少的话,就必须提高腌制液中的食盐的浓度,此时,食盐的部分浓度差就变大。

④注入量过多的话,特别是前腿附近的

肉组织就变得容易被破坏。

⑤1~2天短时间腌制时, NO_2^- 的残留量取决于亚硝酸钠的添加量。另外,亚硝酸钠的添加量在100~300PPm的范围内肉的发色率与添加量是成比例提高的(表1,2)

⑥添加抗坏血酸钠可起到降低 NO_2^- 的残留量,提高发色率的效果。其添加量应为亚硝酸钠的3倍以上。

⑦添加聚合磷酸盐可对保水力产生明显的影响。添加聚合磷酸盐3%以上可使保水力稳定,若添加5%以上, NO_2^- 的残留量就增多,发色率就被降低了。

表1.腌制过程中肉的 NO_2^- 的消长

试样*	试样数	腌制液注入率PPm**	NO_2^- 的添加量PPm	NO_2^- 残留量PPm
腌制1天 NaNO_2 100PPm	6	16.9±1.6	73.9±8.2	5.0±5 (68±2.9)***
NaNO_2 200PPm	6	17.8±5.4	170.6±55.7	104.9±22 (63.3±7.4)***
NaNO_2 300PPm	6	20.4±5.3	259.4±81.6	162.6±42.6 (63.7±5.8)***
腌制2天 NaNO_2 100PPm	6	18.0±2.6	78.3±13.5	50.8±8.5 (65.2±7.4)***
NaNO_2 200PPm	6	17.2±4.5	164.8±45.8	100.9±18.6 (63.2±10.2)***
NaNO_2 300PPm	6	18.3±4.2	237.7±64.6	141.7±23.6 (61.4±9.1)

* 腌制温度5℃

** 由瘦肉中的食盐含量算出的

$$*** \text{NO}_2^- \text{残留率}(\%) = \frac{\text{NO}_2^- \text{残留量}(\text{ppm})}{\text{NO}_2^- \text{添加量}(\text{ppm})} \times 100$$

表2. NO_2^- 添加量给发色率带来的影响

试样*	试样数	腌制液注入量PPm**	NO_2^- 添加量PPm**	NO_2^- 残留量PPm	发色率(%)
NaNO_2 100PPm	8	16.6±1.4	72.6±7.1	49.8±5.3 (68.7±4.2)***	68±6.6
NaNO_2 200PPm	8	15.2±3.8	148.5±38.7	97.1±18.2 (66.6±7.7)***	73.2±6.0
NaNO_2 300PPm	8	16.4±3.8	215.8±85.7	100.7±31.7 (66±6.6)***	75.3±7.3

* 腌制温度5℃(1天腌制)

** 从瘦肉中的食盐含量算出

*** NO_2^- 残留率

$$\text{发色率}(\%) = \frac{\text{亚硝亚铁血红素色素量(羟高铁血红素ppm)} \times 100}{\text{总亚铁血红素色素量(羟高铁血红素ppm)}}$$

为了使质量均匀稳定并缩短制造期限,提高经济效益,多种腌制注射法,作为有效的手段,目前正广泛地普及开了。在加工开始时,将腌制液添加到肉里便决定了以后产品的质量,这一点已被人们所认识了。现在有待于研究的是:对腌制液定量均匀地注射所采用的注射特性和求得上述腌制成分适当量的基础技术。

(2) 立式和卧式滚揉

此方法是往肉块里注射腌制剂后,让肉在容器中一边转动(立式滚揉是通过对肉搅拌,使肉之间相互摩擦。卧式滚揉是容器自身转动,使肉从容器壁落下来),一边腌制的方法。一般在减压情况下进行。由于这种方法既加快了注射到肉块中的腌制剂的扩散和浸透,又可促进构成肌原纤维的盐溶性蛋白的分离提取,因而具有促进发色,增加保水力、结着力的效果。现在已作为一般的方法普及开了。关于保水力和结着力的效果,可从减少烹调损失,消除去骨火腿的破裂(结着不良造成的),减少压缩火腿的加炭量看出。此外,腌制肉的软化使充填操作容易,并且可以使腌制液完全被肉吸收,所以质量和出品率也容易被控制。

与以往的湿腌和干腌法相比较,我们用肉眼能看到的差别是,在肉表面有乳化粘稠的液汁,这些液汁是蛋白、脂肪、水分的混合物,并能看到肌原纤维蛋白的析出现象。这种液汁通过加热凝胶化,以使肉块间相互结着,这种肉汁成分的变化是我们观察腌制效果的一个指标。

D. Siegel先生研究了把聚合磷酸盐添加到猪后腿肉中,通过滚揉的方法进行腌制时,液汁的成分变化和肌原纤维蛋白的比例,得出了图2, 3的结果。即,随着滚揉时间的增加,液汁中的蛋白质不断增加,特别是开始的8小时左右急速增加。液汁中的各

种肌原纤维蛋白(肌动蛋白、肌球蛋白、原肌球蛋白、C——蛋白质 α 射线素)的相对浓度,在滚揉中几乎不发生变化。

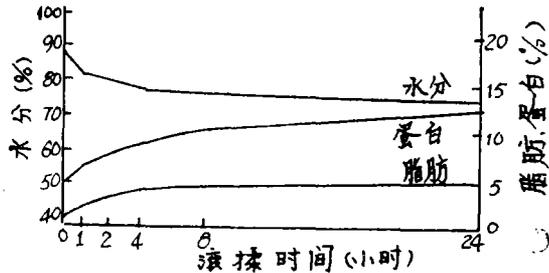


图2. 滚揉过程中所产生液汁的成分变化

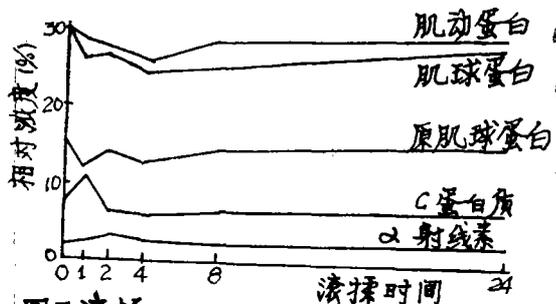


图3 滚揉对肌原纤维的比例所产生的效果 (食盐2%, 聚合磷酸盐0.5%状态下)

同时,在实验中通过滚揉与否,观察了液汁的组织情况。确认了若不进行滚揉,只进行24小时腌制时的液汁,肌纤维不被破坏,而在进行滚揉的情况下,第1小时肌鞘被破坏,核被分离,第4小时肌纤维被切断,肌原纤维发生分离,24小时以后肌纤维被破坏得几乎都不能保持原形了。此外对滚揉后腌制肉和加热后肉组织结构的变化也作了报告。

腌制中,保水力和结着力的出现,食盐和聚合磷酸盐的盐溶效果是基本条件,破坏肌肉组织的立式滚揉、卧式滚揉是加速这一反应的辅助手段。另外就有关使用食盐和聚合磷酸盐滚揉的效果,对被提取的液汁中其肌原纤维蛋白的量的变化,烹调损失和制品的断裂强度等作了试验。例如由图4所示可

看出：添加聚合磷酸盐不进行滚揉的产品与不添加聚合磷酸盐进行24小时滚揉的产品相比较，前者表现出很好的保水力和强度，所以说聚合磷酸盐的重要性就很明显了。

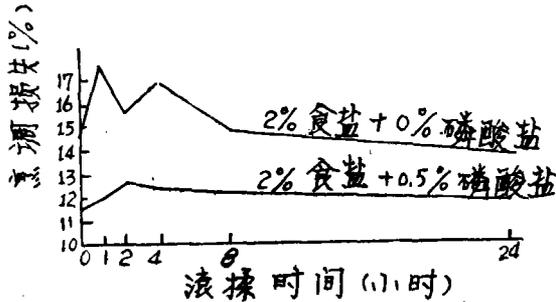


图4. 滚揉对烹调损失的影响

立式滚揉机可以调整旋转速度、时间、转数、运转/停止的间隔等操作条件。因此有必要根据所使用的肉的性状，例如冻结的或新鲜的或不同部位带来的吸水性，肉的硬度，易于破坏的程度等的不同来确定适当的条件。

使用注入有20%腌制液的猪肉，选择旋转速度为6或12rpm；时间为5~22小时；运转10或15分钟，休息10或50分钟；当总旋转数为600~6600转等条件时，作为保水力的指标从加热制品的压榨水分率来看，总的旋转数比旋转速度和运转/停止的间隔等因素对保水力的影响还大。

如上所述，若正确地添加食盐、聚磷酸盐后进行滚揉，能使其在较短的时间里显示出保水效果。关于肉的发色，采用往猪后腿

肉注射亚硝酸钠150ppm，抗坏血酸钠700ppm，然后进行22小时的滚揉腌制，再静止腌制1~5天的制造工艺，对NO₂⁻的残留量、发色率、退色抵抗性等的因素进行研究的结果如下所述：

NO₂⁻残留量在滚揉开始后的数小时里，急速减少（减至40~50ppm），滚揉22小时，再静止放1~5天，随着时间的持续将继续减少。只滚揉腌制22小时后直接加热的制品发色率和退色抵抗性比滚揉后静止1~5天的情况差很多。经1夜左右的滚揉腌制不能充分形成稳定的肉色。另外，温度、PH值，时间等因素对发色效果影响也很大。

通过采取注射腌制液，然后滚揉等措施，缩短了腌制时间，制作的香肠与过去的湿腌和干腌相比较，认为有些风味不足。这是通过对这两种腌制方法进行ATP关联化合物和游离氨基酸等的成分变化和产品的性能检查等考察得出的结果。其中指出，在腌制中，AMP→IMP→肌苷→次黄嘌呤的变化在进行，但是注射后滚揉16小时再进行腌制，与湿腌法相比较其变化不大，火腿的ATP关联化合物与生肉中的相似（表3）。另外，象腌制中谷氨酸之类的游离氨基酸的变化也不如湿腌法大，并且包括色调和味道等感官评价，从成熟的角度阐述了腌制期的重要性。

注射和机械的腌制，是缩短制造时间的革新技术，但从腌制本来的目的，风味的酿成和肉色的稳定性出发，有必要对基础进行研究。

3. 在香肠制造过程中乳化的形成

表3. 猪里脊肉ATP关联化合物与K值的变化

		AMP μmol/g	IMP μmol/g	肌苷 μmol/g	次黄嘌呤 μmol/g	K值%
湿腌法	里肌肉(精肉)	0.34	3.61	0.51	0.31	17.2
	经6天腌制后的里肌肉	0.21	2.17	1.18	0.33	38.8
	经13天	0.17	1.61	1.79	0.55	56.8
	肉制品	0.12	1.29	2.39	1.03	70.8
注射法	里肌肉(精肉)	0.37	4.70	0.73	0.46	19.0
	注射及滚揉腌制里肌肉	0.26	3.79	0.87	0.33	22.9
	肉制品	0.22	3.25	1.4	0.64	37.0

在制造大众香肠时,采用无声斩拌机,把原料肉和脂肪切碎混合的工艺,是对产品的质量带来最大影响的重要因素。

关于香肠乳化形成的理论,有很多报告,组织学方面的研究理论认为:“用食盐提取出盐溶性肌原纤维蛋白,在切碎的脂肪球外面形成被膜,通过加热使被包着的脂肪球凝固”。图5所示的是乳化模式图,圆形的是脂肪颗粒,其周围的虚线就是瘦肉的盐溶性蛋白质。

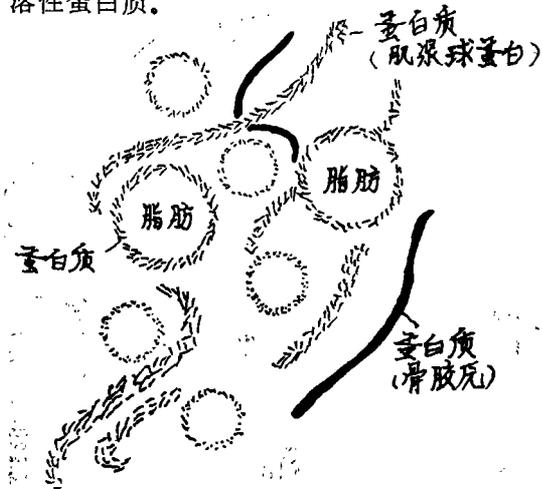


图5 乳化模式图所示的是溶解的蛋白质和被蛋白质所包围的脂肪球

关于乳化的稳定性,以下问题是日常经常可以遇到的。

即类似盐溶性蛋白和骨胶原的平衡好坏以及配料时瘦肉量的多少那样的有关肉组织与调配的问题。还有类似无粘结性肉,骨胶原的量过多或包着脂肪球的盐溶性蛋白的绝对量过少时,加热后便会产生明胶和脂肪游离的所谓无粘结性肉的问题。

另外,切得太细,脂肪粒子就变小,脂肪的表面积过分增大,盐溶性蛋白质就不能充分地把脂肪球包住,就会在现在加热时脂肪溶出的问题,称作斩拌过度。

把乳化香肠加热,蛋白质的被膜就凝固并把脂肪球包住,若继续加热,脂肪球则出现膨胀。

由于蛋白有收缩的倾向,因此可引起凝

固的脂肪膜破坏,中间的脂肪分离的现象。在高温急速加热时,容易发生类似的加热产生的破坏。

乳化的形成和稳定性等因素是受斩拌时温度影响的。关于这个问题从很多的研究报告来看,得到稳定乳化极限温度为 $15\sim 16^{\circ}\text{C}$ 。

例如:Helmer先生,在斩拌温度从 15.5°C 至 32.2°C 的条件下,对乳化稳定性进行研究认为,蛋白的提取率和溶解性在此范围里变化不大,在此温度范围内,蛋白的变性几乎没有发生。达到产品阶段的脂肪分离在 26.6°C 附近最显著。通过显微镜观察乳化状态的结果,确认了在高温斩拌条件下,脂肪球相互结合,脂肪球变大。并且有若干报告指出:斩拌时,通过温度的上升和下降,可弥补一部分由于温度上升,使水和脂肪的保持量降低。

Deng先生等,就蛋白间的相互反应,研究了香肠乳化过程中水、脂肪和蛋白的结合力与温度的关系。

图6是通过实验得到的斩拌温度和水结合力变化的结果。经5分钟斩拌达到 16°C 时,水结合力变得最大,以后直到温度上升至 33°C 为止,水结合力却是按温度上升的比例减少。若往 33°C 的肉馅中加干冰,在温度冷却到 4°C 后,再斩拌2分钟,当温度回升到 11°C 时,结合力有一部分被恢复。在这一报告中,对照因斩拌时温度上升,水结合力与温度成比例地下降这种蛋白间的相互反应进行了说明。即一超过 15°C ,蛋白间的反应就急剧增加,所以保水电荷群减少,导致保水力降低。

从日常的经验中得知,斩拌的温度对香肠质量有很大的影响。但是斩拌前后的工艺所用的时间和温度在质量管理上也是很重要的。

香肠质量的形成,除物理上的因素以外,还与肉的新鲜程度、PH值、食盐和聚磷酸盐的量、离子强度等化学因素有关,但最

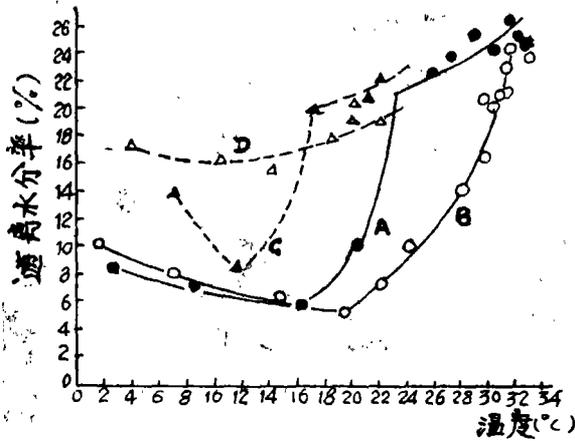


图6 香肠(食盐2.1%)新拌过程中的温度给水份分离带来的影响

- A. 牛肉/猪油 C. 牛肉/猪肉 冷却后再新拌
 B. 牛肉/玉米油 D. 牛肉/玉米油 "

基本的是瘦肉、脂肪、水的配合比例。

在日常制作时，为了保证产品的质量和成本，需要根据肉的不同特性来配制原料。以乳化力为例子：在50g肉馅里添加150ml的提取液，进行6分钟搅拌提取，用1475×G进行10分钟的离心分离，取除去离心分离后的沉淀物而得到的提取液25ml，加入30ml的水和10ml的油混合30秒后，再以1ml/秒的速度添加油，便可求出引起乳液被破坏的分离点，通过这一方法，乳化力可用相当于100mg的蛋白质的乳化油的ml数表示。

另外，类似这样的方法还有很多。一般用这样的方法评定时，肉的盐溶性蛋白是用平均100mg乳化30ml左右的油来表示乳化力

的，同时还可以了解到香肠的脂肪与盐溶性蛋白的比率相比较，数量相差很大。当然，实际上香肠的乳化调整和溶剂量，蛋白质分子的状态等有所不同，是单纯比较不出来的。但是我们若有效地利用这种肉蛋白的良好的乳化能力，香肠制造方法是可以得到进一步改善的。

关于肉所具有的功能，如保水力，凝胶强度，或色调的相关关系，和乳化力一样，要用数值掌握其畜种和部位等所带来的差别，若通过数学方法计算配合比例，是很有意义的。

加工研究是以下述为中心课题，即改善肉蛋白独特的性质、机能，通过食盐的作用，使保水力、乳化力增强，加热时由于凝胶化得到人们喜欢的味道。这些将有待于继续进行研究。

肉的加工就是利用所谓冻结、解冻、冷藏、烟熏、干燥、加热等各种手段来完成。酶和微生物等对蛋白的变化产生较大的影响。随着消费者需要的多样化和嗜好的变化，肉类加工产品具有的性能、味道、形态等，作为食品传统的价值观念，发生了微妙的变化。从开发的观点出发，我们认为今后不仅限于肉的性质，而有必要综合地掌握所有的环境因素，同时不要局限于以往的加工操作，而要广泛地应用科学技术，以达到提高产品质量，满足消费者要求的日的。

肉品加工的新型辅料

粉末胶原蛋白

章士俊编译

胶原蛋白是构成动物皮、腱、骨等结合组织的蛋白质。各分子是由具有10万分子量的三根聚肽链组成的螺旋形结构，且聚合得很规则，并构成一条长约3,000Å（埃），直径约15Å的纤维（见图）。