

应用研究

乳酸菌发酵香肠的研制

李先保 (安徽农业技术师范学院, 凤阳 233100)
李兴民 南庆贤 杨洁彬 (中国农业大学食品学院, 北京 100094)

在欧美国家, 发酵肉制品(如发酵香肠)作为高档的西式肉制品, 被视为大众所喜爱的高级食品。对肉制品进行乳酸菌发酵, 不仅可以提高肉品的消化率, 同时增加产品的安全性和保存性, 还可赋予产品以独特的风味。乳酸菌在肉制品工业的应用越来越广泛。

目前, 在我国市场上销售的多数为鲜香肠, 这种产品的保质期短, 易走油透油, 甚至腐败生霉。随着制冷及脱水能源费用的增加, “发酵”作为肉类保存方法已越来越重要, 因它具有不需冷藏, 稳定性好, 可提高制品的营养价值, 改善制品品质及风味, 货架期长等特点, 在今后我国肉制品发展中肯定能起到关键作用。随着人们对乳酸菌的研究更加深入, 人们发现在肉类加工中接种乳酸菌制作发酵肉制品, 不仅可以改善制品外观、组织结构、色泽、风味, 还可以降低亚硝酸盐残留量, 抑制不良微生物的生长繁殖及毒素的产生。本课题利用植物乳杆菌与啤酒片球菌来生产发酵香肠, 探索生产出适合中式风味及特色的发酵肉制品。

1 材料与amp;方法

1.1 供试菌种及来源

啤酒片球菌 (*Pediococcus Cerevisiae*): 由中国科学院微生物所提供标准菌株。以下简称 P_c。

植物乳杆菌 (*Lactobacillus plantarum*): 由中国农业大学微生物实验室提供, 有两只菌株 B₂₅ 及 B₂₆。以下简称 L b₂₅ 及 L b₂₆。

1.2 实验用培养基

固体斜面 MRS 培养基用于两种菌的保存; 液体 MRS 培养基用于生产。

1.3 加工原料及来源

猪肉、盐、蒜、蔗糖、味精、白胡椒、豆蔻等购于副食店。

抗坏血酸、亚硝酸钠、硝酸钠、磷酸盐、葡萄糖等为化学试剂(分析纯), 由农大供应科提供。

1.4 实验用的主要加工机械

小型斩拌机、绞肉机、恒温恒湿发酵箱、自制灌肠器、刀具、瓷盘及盆等。

1.5 分析测定项目及方法

1.5.1 总菌数测定: 在光学显微镜下用血球计数板计数。

1.5.2 pH 值: 取样 10g 在 90ml 蒸馏水中捣碎, 浸提 20 分钟后, 过滤取上清液, 用酸度计测定。

1.5.3 水份: 常压下干燥法测定。先精确称量经干燥冷却后称量瓶的重量 (A), 然后称取样品约 2 克切成碎块, 放入称量瓶中, 精确称其重量 (B), 然后置于鼓风干燥箱中于 100~ 110 干燥 16~ 18 小时, 冷却后再次称重 (C)。水分计算如下:

$$\text{水分}\% = \frac{B - C}{B - A} \times 100$$

1.5.4 出品率: 按成品占原料肉重量的百分比计算。

1.5.5 感官评价: 对成品的色、香、味、形进行感官评定。

2 工艺流程及配方

2.1 工艺流程

复合盐 香辛料、肥膘丁

原料肉的处理 腌制 绞碎 斩拌 拌料 接种 灌肠 培养发酵 烘烤 真空包装 成品

2.2 配方

瘦肉	70%	背脂	30%
以下辅料占肉重的百分比为:			
盐	2.8%	葡萄糖	0.8%
蔗糖	1.2%	硝酸钠	0.12%
亚硝酸钠	0.015%	磷酸盐	0.3%
白胡椒粉	0.25%	豆蔻	0.1%
Vc	0.08%	味精	0.1%
大蒜	0.1%	冰水	适量
(磷酸盐比例: 多聚磷酸钠 焦磷酸钠 磷酸氢二钠= 2 1 1)			

3 工艺操作要点

3.1 原料的选择

选用符合食用标准的鲜冻猪肉, 经修割剔骨, 去除筋腱, 将瘦肉与脂肪分开后, 再把瘦肉与肥肉分别切成 5cm 厚的肉条。

3.2 原料肉的处理及腌制

先将肥肉微冻后用切丁机切成 1~ 2mm 小肉丁, 放入冷藏室中 (- 6~ - 8) 微冻 24 小时; 再将切好的瘦肉, 用配好的复合盐, 充分混合, 置于 0~ 4 环境下, 腌制 24 小时, 使其充分发色。

3.3 绞肉、斩拌

把腌好的瘦肉, 通过 5mm 孔板的绞肉机绞成粗颗粒, 再倒入搅拌机盘内, 加入冰水、调味料、香辛料等辅料进行斩拌, 斩拌好后与微冻后的肥肉丁充分混合, 待各种原料均一分散时即可停止。

3.4 接种、拌料

本试验的植物乳杆菌两株 Lb₂₅、Lb₂₆ 和啤酒片球菌 Pc 一株, 先用固体斜面 MRS 培养基活化二次后, 转入 MRS 液体培养基中, 经 30~ 32 ℃、20~ 24 小时培养后, 接种于斩拌好的肉料中。实验按菌种比例不同分为两组: A 组为 Pc Lb₂₅ Lb₂₆ = 1 : 1 : 1, B 组为 Pc Lb₂₅ Lb₂₆ = 2 : 1 : 1。

1. 三株菌种接种量按肉重 1% 进行接种, 使接种量达到 10⁷/g 以上。

接种后, 进行拌料, 混合均匀。

3.5 灌肠

接种后的肉料, 充填于纤维肠衣、猪肠衣或合适尺寸的胶原肠衣内。

3.6 发酵

经灌肠后的湿香肠, 吊挂在 30~ 32 ℃, 相对湿度 80~ 90% 的恒温恒湿培养箱中培养, 直到 pH 值下降到 5.3 以下时即可终止。发酵时间约 16~ 18 小时。

3.7 烘烤

将发酵结束后的肠体, 移入烘烤室内进行烘烤, 烘烤温度和时间视肠衣直径而定, 一般小直

经肠衣, 温度控制在 68 左右, 1 小时加热即可。

3.8 真空包装

烘烤后的肠体, 待冷却后, 用塑料真空包装机, 进行压膜包装即为成品。

4 结果与分析

4.1 发酵对香肠肉外观性状的影响

灌肠后, 在 30~ 32 , 相对湿度 90% 的条件下, 经 16~ 18 小时发酵, pH 值为 5.0 左右时, A、B 两组均呈桃红色, 风味正常, 并散出发酵香味; 发酵时间 20~ 24 小时, 两组的色泽稍呈乳浊粉白, 并有较强刺激的酸味, 有少量水分渗出。

经多次实验观察, 香肠肉的色泽与相对湿度有着很密切的关系, 在发酵及成熟时, 相对湿度较低, 肠体肉色较红并持久; 发酵相对湿度大, 酸过低会产生肠体乳浊粉白现象, 但在成熟时, 相对湿度较低 (75% 左右) 时, 香肠会逐渐变红, 硬度增加。因此, 发酵香肠终止发酵的 pH 值以 5.0 时为宜 (发酵时间约为 16~ 18 小时), 成熟过程中, 相对湿度较低时有利于发色。

4.2 发酵过程中 pH 值的变化

发酵期间 pH 值变化如图 1 所示, 开始时 pH 下降比较慢, 然后逐渐加快, 最后又趋于平缓。这是由于开始时肉中的各种微生物在 30~ 32 的温度下, 都能较好地繁殖, 阻止了 pH 值下降, 随着乳酸菌的不断增殖, 乳酸量的增加, 对酸敏感的微生物受到抑制, 乳酸菌逐渐占优势, pH 值便快速下降, 当 pH 值下降到一定程度时, 乳酸菌的繁殖也会逐渐减慢, 使曲线趋于平缓。通过 A、B 两组 pH 变化曲线来看, A 组的 pH 值下降比 B 组更快, 这就说明, 植物乳杆菌的产酸能力比啤酒片球菌要强。

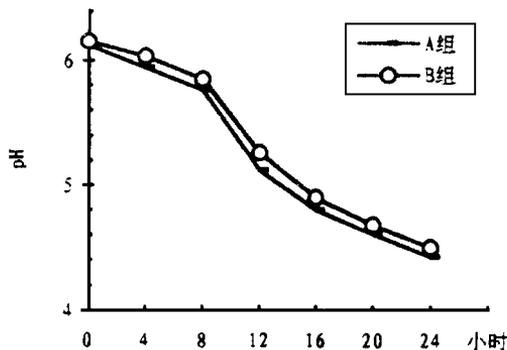


图 1 发酵期间 pH 值的变化

经实验表明, 相对湿度与 pH 下降速度有密切关系, 当相对湿度在 95% 以上, 温度 30~ 32 , 发酵仅 15 小时, A 组 pH 下降至 4.3~ 4.4, B 组为 4.4~ 4.5; 当相对湿度为 80% 左右时, 经 20 小时发酵时, A 组 pH 下降至 5.2~ 5.3, B 组为 5.3~ 5.4, 28 小时后 A 组为 4.7~ 4.8, B 组为 4.8 左右。一般来说发酵期间湿度越大, pH 下降就越快。另外, pH 下降的速度还与葡萄糖的加入量有着直接的关系, 加入量越大下降也就越快。发酵期间 pH 下降的速度快, 有利于抑制其他杂菌的生长, 但速度过快, 肠体失水“出汗”现象严重, 水分渗出较多, 肠体变得坚硬, 此外还不利于良好风味的形成。pH 下降速度过慢, 其他杂菌又容易繁殖, 因此, 在发酵香肠制作时, 控制 pH 的下降速度对产品质量有着直接的影响。

4.3 原料对产品质量的影响

4.3.1 原料肉

肉的种类不同其发酵程度亦不同,一般来说,瘦肉百分比越高(即脂肪越少),水分越多,发酵速度就越快;猪肉制品比猪肉牛肉混合制品及纯牛肉制品发酵速度要快,因猪肉中乳酸和硫胺素的浓度较高,同时由于牛肉的pH值较高,缓冲能力较大;新鲜肉和冷冻肉的比例也能影响发酵,冷冻肉比例高时,要达到最适发酵温度需要的时间就长。而且冻肉常常脱水,在解冻中的汁液流失会使水分减少,将会延缓pH值的下降速度。另外,原料肉的质量好坏直接影响产品的质量,其卫生状况也对发酵影响极大。有关抑制金黄色葡萄球菌增殖的研究报告表明,肉中污染的金黄色葡萄球菌数量在 $10^4/g$ 以下时,添加活的乳酸菌发酵剂,可以阻止其生长,但如果超过 $10^5/g$ 时,只加乳酸菌就不能有效地抑制其增殖,最初杂菌数含量高时(特别是自然发酵型产品),会与乳酸菌竞争,而阻止pH值的下降,严重时还会使肉产生异味。因此,在选料时,应保证原料肉的新鲜,尽可能减少对原料肉的污染。

选用肥肉时,应采用猪背部脂肪较好,因其质地坚硬,不易氧化哈败。

4.3.2 辅料

4.3.2.1 食盐:发酵肉制品添加食盐,可改善制品的风味,有助于肌球蛋白的提取,提高肉蛋白结合力,延长制品的保存期。适量的盐能抑制部分杂菌生长,促使乳酸菌系的形成,然而食盐浓度过高,不但成品口感太咸,而且也会延迟发酵进程,虽然乳酸菌是耐盐的,但如果食盐浓度超过4%,水分活度过低,乳酸菌的生长也会受到抑制,就会延长发酵时间。一般食盐的添加量为2-3%。

4.3.2.2 糖类:糖类是发酵肉制品不可缺少的配料,糖的类型和数量直接影响发酵速度和最终pH值。单糖,如葡萄糖易被各种乳酸菌利用,大多数乳酸菌也能利用蔗糖,pH值相同情况下,加蔗糖比加葡萄糖的产品酸味弱,这可能由于残留的蔗糖较甜,或利用果糖、葡萄糖成分产生更基本产物(即葡聚糖、果聚糖)的缘故。一般的添加量为0.7-1%的葡萄糖。

4.3.2.3 香辛料:配料中使用的天然香辛料不仅对产品能产生良好的风味,还能刺激细菌产酸,加快产酸速度。如胡椒、大蒜、肉豆蔻、肉桂等,根据其用量和发酵剂的不同,都能在不同程度上刺激产酸,一般对乳杆菌的刺激作用比片球菌强。但是很多香辛料都具有抑菌或杀菌作用,所以一般香辛料的添加量不超过0.1%,个别不超过0.3%。

4.3.2.4 亚硝酸盐及硝酸盐:亚硝酸盐具有很强的发色、防腐作用,是提高产品品质的保证。为获得最佳发色效果,亚硝酸盐的量不得少于100ppm。虽然亚硝酸盐的致癌性被公认,但乳酸发酵能够降低产品中的亚硝酸盐残留量,并随着pH的降低而减少,一般发酵香肠中亚硝酸盐的残留量仅为10ppm,远远低于30ppm的指标。因随着乳酸的繁殖,酸度的增加,促使亚硝酸盐的还原作用,有利于 NO_2^- 分解为NO,使得 NO_2^- 的残留量减少,提高了产品的安全性;分解出的NO再与肌红蛋白结合形成亚硝基肌红蛋白(NO-myoglobin),但如产酸能力太强,pH降得太快太低(pH<4.8),亦会阻碍 NO_2^- 的还原作用。亚硝酸盐的防腐作用,体现在其对肉毒杆菌的生长有很强的抑制作用,使其不会产生毒素。它在制作发酵时是不可缺少的。

4.4 加工方法及加工条件对产品质量的影响

加工时对瘦肉绞碎、斩拌的程度越细,蛋白质的提取会更完全,产品的切片性会更好,同时细菌污染的机会会增加,绞肉、斩拌时应尽量在低的温度(不超过10℃)下进行,以控制杂菌的增殖;脂肪在加工时,不能进行斩拌,应保持在微冻结的状态下切成1~2mm的小肉丁。实验中发现,脂肪切丁后再进行冷凉微冻,然后与斩拌好的瘦肉混合,其产品外观效果明显优于脂肪切丁后直接与瘦肉混合的效果。混合时应在低温下(6℃左右),充分搅拌使脂肪粒分布均匀,这样产品切片后,红白相间鲜明,产品质量较好。另外,在灌肠时,肠馅温度若能达到2℃左右,可避

免肠馅粘连灌肠机。

加工条件如发酵的温度、时间、湿度、空气流速及烟熏等，对发酵有极大的影响，当温度偏离最佳生长温度时，发酵速度减慢。一般来说，采用较低温度发酵，可以较好控制终点pH值、颜色、风味和产品的其它特性，也能控制杂菌的生长；发酵时间的控制要考虑到发酵温度、湿度、空气流速、季节等因素。总之在使产品达到理想的终点pH值再终止发酵。产品干燥可以降低产品内水分含量，所以湿度较高时发酵较快。干香肠在静止空气中比在快循环空气下发酵快，且后来干燥较好，虽然快循环空气影响快速加热，但肉表面干涸，使内表面的气孔封闭，就阻止了均匀干燥；烟熏对发酵影响较大，可抑制微生物生长，尤其对直径小的香肠。

4.5 终止发酵方法的比较

发酵香肠分为加热杀菌型和非加热杀菌型两种。非加热杀菌型香肠在制作过程中，发酵完成后，是通过控制温度和相对湿度，缓慢终止其发酵，阻止pH继续下降，由于其制作过程中不加热杀菌，故要求原料肉在经绞碎斩拌后的活菌数必须控制在 $10^5/g$ 之下；加热菌型发酵香肠，在发酵完成后，需通过加热（smoked or cooked）杀菌，来终止发酵，阻止pH值下降。

本实验采用烘烤和蒸煮两种加热方法，从外观色泽来看，烘烤效果比蒸煮的要好，烘烤温度以不超过70为宜，一般采用65~70，1~2小时即可，过度加热会使肠体色泽发暗，失去鲜亮的红色。蒸煮后，肠体发白但在相对湿度较低的环境下成熟时，肠体会逐渐变红。

4.6 出品率及感官评定

测得本次实验产品的出品率，A组为60.6%，B组为61.2%

对A、B两组进行感官评定，其结果如下：

	色 泽	风 味	口 感	组织状态
A 组	红色较深	带有发酵香味 无异味	肉质爽口，咸淡适中 酸味较大	肠体硬度较大，组织致密，切片性较好
B 组	红色稍浅	带有发酵香味 无异味	肉质爽口，咸淡适中 酸味较为柔和	肠体较硬，组织致密，切片性较好

从出品率和感官评定结果来看，A、B两组差异并不很大，B组的产品比A组的产品稍好些。

5 结 论

5.1 采用植物乳杆菌和啤酒片球菌生产中式发酵香肠是可行的。

5.2 植物乳杆菌与啤酒片球菌的配合比例为1:2时，酸味较柔和，更适合中国人的口味。

5.3 发酵条件为：在30~32℃，相对湿度80~90%，发酵16小时，pH为5.0时终止发酵；成熟时相对湿度在75%时较适宜。

5.4 终止发酵方法以65~70℃，1~2小时烘烤为好。

5.5 脂肪粒在与瘦肉混合前，应进行冷却微冻，然后在较低温下与瘦肉混合效果较好。

5.6 配方中葡萄糖的加入量为0.6~0.8%，盐为2.5~3.0%，亚硝酸盐为0.015%是产品质量的保证。

5.7 成品的pH值为4.7~4.9，水分含量为30~40%，出品率为60%左右。

(下转第19页)

参考文献

1. Borderias, A. J., Colmenero, J. F., and Tejada, M. 1985 Viscosity and emulsifying ability of fish and chicken muscle protein. *J. Food Technol* 20: 31
2. Kang, T. O., Ito, T., and Fukuzawa, T. 1983 Effect of frozen storage on the structure and enzymatic activities of myofibrillar proteins of rabbit skeletal muscle. *Meat Science* 9: 131
3. Macdonald, G. A., Lelierre J., Wilson, N. D. 1992 Effect of frozen storage on the Gel-forming properties of Hoki. *Journal of Food Science* 57: 69~71
4. Matsumoto, J. J. 1980 Denaturation of fish muscle proteins during frozen storage. In *Chemical deterioration of proteins*. J. R. Whitaker and M. Fujimaki (Ed) P. 205, Am Chem. Soc. Washington DC.
5. Srikar, L. N., Seshadari, H. S., Fazal, A. A. 1989 Changes in lipids and protein of marine catfish during frozen storage. *International Journal of Food Science and Technology* 24: 653~658
6. Vidya, G., Reddy, S. R., Srikar, L. N., 1991 Preprocessing Ice storage effects on Functional properties of fish mince protein. *J. Food Science* 56: 865~968
7. Wagner, J. R., and Anor, M. L. 1986 Effect of frozen storage on protein denaturation in bovine muscle. II. Influence on solubility. Viscosity and electrophoretic behaviour of myofibrillar proteins. *J. Food Technol* 21: 547
8. Yamamoto, K., Samejima, K. and Yasai T. 1977. A comparative Study of the Changes in hen pectoral muscle during Storage at 4 and - 20 . *Journal of Food Science* 42: 1642~1645

Effect of Frozen storage on The Salt-Soluble Protein of silver Carp Muscle

Luo Yongkang

(East Campus, China Agricultural University. Beijing 100083)

Abstract: The paper studied the changes and dynamics of salt-soluble protein of wash and un-wash silver carp muscle during - 10 and - 20 storage. The salt-soluble protein of un-wash silver carp muscle decreased faster than wash muscle. The rate constants of salt-soluble protein changes at - 10 was more than that at - 20. The salt-soluble protein decreased rapidly during first 6 weeks frozen storage.

(上接第24页)

参考文献

1. 加藤丈雄: 乳酸菌发酵香肠, 《食品工业》(日), 1991, 34 (17) 48- 56
2. 加藤丈雄等: 利用乳酸菌发酵生产半干非加热杀菌香肠的研究, 《食品工业学会志》(日), 1990, 37 (4) 248- 255
3. 王绍树译: 发酵香肠的配制, 《武汉食品科技》, 1991, (2) 22- 25
4. 司韶占译: 发酵香肠的制作, 《肉类工业》, 1993, (1) 21- 22
5. 黄加成, 林庆文: 乳酸菌发酵香肠肉发酵期间品质之变化, 《食品科学》(台湾), 1992, 19 (3) 417- 425
6. 刘克: 乳酸菌发酵香肠的菌种筛选及制作工艺研究, 北京农业大学研究生论文, 1990
7. 田加生: 发酵香肠的制作工艺, 《肉类研究》, 1987, (1) 31- 32
8. 柏桂英, 赵云侠: 萨拉米香肠的研制, 《郑州轻工业学院学报》, 1991, 6 (4) 78- 80
9. 张弘等: 乳酸菌发酵火腿的研制, 《食品科学》, 1992, (6) 20- 22