

发酵香肠中生物胺含量影响因素的研究进展

通力嘎, 靳志敏, 段 艳, 靳 烨*

(内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘 要: 介绍生物胺的种类、危害及在发酵香肠中存在的可能, 重点分析了原料肉、发酵剂、工艺条件(温度、pH 值、香肠直径、辅助配料、贮藏条件)等因子对发酵香肠中生物胺含量的影响, 并提出了通过控制原料肉的卫生质量、使用优良的发酵剂、控制蛋白质的水解程度、使用添加剂等措施降低发酵香肠中生物胺含量。

关键词: 发酵香肠; 生物胺; 影响因素

Review on Influencing Factors of Biogenic Amines Content in Fermented Sausages

TONG Li-ga, JIN Zhi-min, DUAN Yan, JIN Ye*

(College of Food Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

Abstract: The biogenic amines species, toxicity, the presence of these compounds in dry fermented sausages were introduced and the most important factors influencing their accumulation, including raw materials and starter cultures as well as processing conditions(temperature, pH, diameter of sausages, auxiliary ingredients, storage conditions) were analysed in the study. Moreover, strategies (such as raw materials control development, good starter cultures, proteolytic activity control, additives use) were proposed) to control or reduce the accumulation of biogenic amines.

Key words: fermented sausages; biogenic amines; influencing factors

中图分类号: TS251.6.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-8123(2012)04-0036-04

发酵香肠又称生香肠, 是传统发酵肉制品的代表之一, 以其独特的口味和营养价值受到越来越多的人青睐。生物胺是指一类含氮的脂肪族(腐胺、尸胺、精胺、亚精胺等)、芳香族(酪胺、苯乙胺等)或杂环类(组胺、色胺等)有机化合物。生物胺根据其组成可以分为单胺和二胺, 单胺又包括色胺和组胺, 而二胺则包括腐胺、尸胺, 也根据不同的合成途径分, 分为天然多聚胺、生物胺。

发酵香肠中含有生物胺, 生物胺是强致癌物亚硝胺的前体。在发酵香肠成熟和贮存过程中, 酪胺、腐胺和尸胺含量增长相当大。腐胺和尸胺跟亚硝酸盐作用形成致癌物质亚硝胺^[1]。生物胺是造成食品中毒的重要因素之一, 组胺和酪胺是造成发酵香肠中毒的两种主要的生物胺。因此, 组胺和酪胺是生物胺中最重要的两类, 并以此作为检测指标。

1 发酵香肠中的生物胺

1.1 发酵香肠中生物胺产生的原因及条件

生物胺存在于各种动植物的组织中, 还普遍存在于食品中, 例如发酵香肠、干酪、鱼及鱼制品、酒类、酱油、发酵蔬菜等, 尤其是在蛋白质含量丰富的食品中其含量比较高。发酵香肠中的生物胺是由发酵剂和原料肉中的微生物在发酵、成熟或贮藏阶段产生的蛋白酶作用于蛋白质生成氨基酸, 而后经过脱羧作用形成的^[2]。此外, 通过醛或酮的胺化作用也能形成部分生物胺。

生物胺的形成必须具备 3 个基本条件: 1) 存在前体物质, 即各类氨基酸; 2) 存在分泌氨基酸脱羧酶的微生物; 3) 有适宜这些微生物生长和分泌氨基酸脱羧酶的环境条件。发酵香肠中具备这些形成条件, 因此会有生物胺产生。

1.2 发酵香肠中生物胺的种类

发酵香肠中常见的生物胺有酪胺、组胺、腐胺、尸胺、苯乙胺和色胺, 它们是由相应的前提物质酪氨酸、组氨酸、鸟氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸和色氨酸经脱羧作用而产生。酪胺是发酵香肠中含量最高的生物胺; 精胺和亚精胺是原料肉中最主要的生物胺, 并且在

收稿日期: 2012-03-21

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD13B02)

作者简介: 通力嘎(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为肉品加工。E-mail: tongligabai2009@126.com

* 通信作者: 靳烨(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向畜产品安全生产。E-mail: jinyeyc@yahoo.com.cn



发酵后产品中其含量的波动很微小^[3]。因此,精胺和亚精胺是香肠中天然存在的生物胺,起源于原料肉,其含量不受菌种的影响,是发酵香肠中始终存在的两种多胺。

2 发酵香肠中影响生物胺含量的因素

原料肉、发酵剂、工艺条件(温度、pH值、香肠直径、辅助配料、贮藏条件)是影响发酵香肠当中生物胺含量的几大主要因素。

2.1 原料肉的影响

原料肉的卫生质量会对发酵香肠中生物胺的浓度和组成产生影响。用冻结肉制作的香肠中仅存有酪胺,其最高水平达到约100mg/kg。相反,用不注重温度的原料肉制作而成的香肠具有较高含量的肠球菌和肠杆菌,在发酵过程中它们将极快的积累酪胺(250mg/kg)、尸胺(340mg/kg)和腐胺(约80mg/kg)^[4]。有研究^[5]发现,乳酸杆菌与酪胺的形成有关。Ansorena等^[6]研究发现,肠杆菌与腐胺、组胺和尸胺的形成有关,而假单胞菌与腐胺的形成有关。据Suzzia等^[4]研究,由于假单胞菌的作用,在灌肠之前处于4℃贮藏期间的原料肉产生腐胺,然而,发酵香肠于4℃贮藏时检测到的生物胺含量少于15℃时贮藏。据何健等^[7]研究发现,将鲜肉在-20℃保藏3d,发现原料中肠杆菌数显著减少,香肠中尸胺的含量也相应降低。

原料肉的种类也影响发酵香肠中生物胺的含量。原料肉的品种不同,其生物胺含量也不同,例如,猪肉中精氨酸的含量高于牛肉。有研究^[8]报道,组胺和酪胺在包装的猪肉(如熟火腿和熏火腿)中形成的量要比牛肉和猪肉混合的制品(如西班牙辣肠萨拉米, salchichon)中的要少一些,而这些混合肉制品更倾向于形成酪胺。

2.2 发酵剂的影响

发酵剂是影响发酵香肠中生物胺含量和种类的重要因素。据报道,由清酒乳杆菌和戊糖片球菌组成的不产胺的混合发酵剂,可以抑制干香肠中生物胺的形成^[8]。据朱志远等^[9]研究发现,香肠乳杆菌和肉糖葡萄糖菌混合发酵剂的添加可以有效抑制色胺、腐胺、尸胺、组胺的生成,而添加肠膜明串珠菌和肉糖葡萄糖菌的混合发酵剂时,可以降低2-苯乙胺和酪胺的含量。不形成脱羧酶的本土发酵剂,能减少生物胺的积累,其减少程度主要取决于菌种和菌株。清酒乳杆菌接种于希腊aeros thasou中,总腐胺减少,酪胺和组胺也分别减少62%和71%。在葡萄牙chouricos中接种单一马胃葡萄糖菌时,尸胺仅减少45%,然而,接种单一清酒乳杆菌或与马胃葡萄糖菌的混合发酵剂时会分别减少75%和89%。在西班牙fuet中,接种清酒乳杆菌CTC6626和木糖葡萄糖菌CTC6013的混合发酵剂,对酪胺减少量

(19%)影响非常小,然而,清酒乳杆菌CTC494和木糖葡萄糖菌CTC6013的混合发酵剂能有效的减少约50%酪胺的产氨作用,因此,额外酪胺的减少主要取决于清酒乳杆菌CTC494^[10]。

2.3 影响生物胺含量的工艺条件

影响生物胺含量的工艺条件主要有温度、pH值、香肠直径、辅助配料及贮藏条件等。

2.3.1 温度的影响

温度是发酵香肠生产工艺中的一个重要参数。温度对生物胺的影响主要是通过改变发酵香肠中微生物的种类及数量,蛋白水解酶和氨基酸脱羧酶的活性来达到的。发酵温度(24℃)较高时适宜于乳酸菌的生长,能提高乳酸菌对生物胺合成菌的竞争优势,从而降低发酵香肠中生物胺的含量^[11]。加工温度、相对湿度较高时容易产生氨,因此,A过程(20~23℃,90%~95%RH)中生物胺的形成速度和含量均高于B过程(12~13℃,70%~90%RH)^[12]。第27天时测得,高温发酵香肠(24℃)中的腐胺、酪胺、精胺和亚精胺含量低于低温发酵香肠^[13]。

2.3.2 pH值的影响

pH值是影响发酵香肠中生物胺含量的关键因素。生物胺的形成是细菌抵抗酸性环境的生理反应。酸性环境有利于增加氨基脱羧酶的活性^[14],因此,细菌产生物胺的能力在低pH值条件下会所提高。但是,发酵香肠中生物胺的积累,取决于香肠中具有脱羧酶活性的细菌的生长,而不是生长环境本身。迅速而大幅度地pH值的降低,能抑制香肠中氨基酸脱羧酶阳性细菌的生长,从而有效地降低香肠中生物胺的积累^[15]。

2.3.3 香肠直径的影响

香肠的直径大小直接影响发酵香肠中生物胺的积累,主要原理为通过改变微生物的生长环境来影响代谢产物的积累。较大直径的香肠由于中心部位水分蒸发的速度相对较慢,通常要比直径小的香肠含有更高的水分活度和较低的盐浓度,因此生物胺的积累也相对较多,并且同一香肠中心部位也比边缘部位的积累量高。据Komprda等^[16]研究,细香肠(直径4.5cm)中酪胺和腐胺含量少于粗香肠(直径7cm)。据卢士玲等^[17]研究,在Cervelat肠的3个不同的侧面,生物胺的含量也不同。肠边缘生物胺浓度比较低,肠中心生物胺浓度高,这与肠中心环境有关。Bover-Cid等^[18]研究发现, salchichòn 的中心生物胺含量要高于边缘的。直径不同,存在于发酵香肠的主要的生物胺也不同, fuet(直径2.5cm)中主要存在酪胺,而llonganissa(4.5cm)中的则是腐胺^[12]。

2.3.4 辅助配料的影响



NaCl 可以通过抑制微生物的生长繁殖和不断破坏位于细菌细胞膜上的氨基酸脱羧酶来降低食品中生物胺的积累。据研究,含 6% NaCl 的培养基与不含 NaCl 的培养基相比,能有效地降低保加利亚乳杆菌产生生物胺的能力,当盐质量分数在 3.5%~5.5% 时能抑制日本豆面酱在发酵过程中组胺积累^[19]。终产品中盐浓度高时,会导致生物胺含量水平显著降低。例如,与盐添加量 3% 的终产品相比,盐添加量 6% 的终产品生物胺含量较低。这主要是由于前期的干燥/烟熏阶段导致,在此阶段,与尸胺、苯乙胺、腐胺和酪胺的形成有关的微生物大量生长^[20]。

亚硝酸钠是一种防腐剂,减少或抑制一些不良真菌和细菌的生长,此外,它也有抗氧化活性。在欧盟,亚硝酸钠是不允许使用在发酵香肠中^[21]。添加亚硝酸钠对抑制腐胺的形成有重要作用,尤其是在未添加发酵剂的对照组中其作用更明显,例如,添加 7.5×10^{-5} mg/kg 亚硝酸钠能有效地抑制对照组腐胺的形成。

当意大利萨拉米中添加的糖含量增加时,尸胺的形成减少 43%。但是,在法国粗红肠中糖含量增加时,胺含量没有显著的减少。形成脱羧酶的最佳葡萄糖质量分数为 0.5%~2%,然而质量分数超过 3% 将抑制脱羧酶的形成,这是由于 pH 值降低对微生物的生长和酶系统产生影响而导致的^[10]。添加发酵糖(主要是葡萄糖)能够加快乳酸发酵从而降低其 pH 值,抑制腐胺和其他生物胺的形成。因此,即使在使用发酵剂的情况下,每公斤原料肉中也应该添加 5~10g 发酵糖^[21]。

2.3.5 贮藏条件

贮藏条件主要包括贮藏温度和贮藏时间。生物胺的形成主要与具有活性的微生物的生长有关系。低的温度条件下产胺菌生长缓慢,导致食品中的组胺在 10℃ 时生成量降低,在 5℃ 时几乎不生成。主要是由于在贮藏阶段,发酵香肠中具有活性的微生物已经处于停滞期或衰亡期。这趋势也适合于其他的生物胺,即贮藏温度越高,生物胺的积累速度越快^[19]。将发酵肉制品贮藏于 4℃ 时其生物胺含量、微生物数量都明显低于在 19℃ 贮藏的,其原因在于低温降低了微生物和酶的活性^[22]。然而,据 Komprada 等^[23]研究已经成熟 42d 的发酵香肠,分别于 8℃ 和 22℃ 贮藏 60d,结果表明,贮藏温度对生物胺生成并没有显著影响。因此,贮藏时间对发酵香肠生物胺的含量的影响并非是线性的关系,到达一定的时间后对生物胺含量没有显著影响。

3 生物胺的控制措施

生物胺种类繁多,在发酵香肠中普遍存在,同时还具有潜在的毒性,可以通过人为的方法来控制生物胺

的含量,将其限定在安全范围内。生物胺在发酵香肠中的含量同许多因素有关,单纯的依靠一点来控制非常困难,人为控制和改变几个影响因子可以达到预期的降低含量的目标和要求。

3.1 控制原料肉的卫生质量

原料肉的卫生质量是影响发酵香肠中生物胺含量的重要因素。如果用加工前已受到污染的原料肉,会造成具有氨基酸脱羧酶活性的肠杆菌、肠球菌、假单胞菌等细菌的生长繁殖,进而造成原料肉在使用之前就已含有大量的生物胺。即使这些细菌已经死亡,氨基酸脱羧酶仍然具有活性,依然会导致发酵食品在生产、加工和贮藏过程中积累大量的生物胺^[20]。因此,控制原料肉和加工环境的卫生条件对避免有害微生物的生长有至关重要的作用。

3.2 使用优良的发酵剂

筛选没有脱羧能力的发酵剂菌种也是一个重要的研究领域。优良的发酵剂本身应不具有氨基酸脱羧酶的活性,并且应具有较强的竞争能力。在筛选符合发酵剂的菌种时,应充分的考虑这一点。此外,多数情况下,混合发酵剂的效果要好于单一发酵剂。

3.3 控制蛋白质的水解程度

氨基酸是生物胺的产生需要的前体物质。发酵香肠在发酵阶段蛋白质的过度水解能增加产品中酪胺的含量^[24]。在工艺中通过一系列人为手段例如控制发酵温度,添加适当浓度的盐等措施对蛋白质的水解加以控制,进而使得生物胺的含量降低。

3.4 使用添加剂

Lorenzo 等^[25]发现,在使用和未使用添加剂的两组中,成熟期间两组的总胺含量均显著增加,使用添加剂组总胺含量及色胺、酪胺、组胺的含量均有显著增加。Roseir 等^[20]研究发现,发酵香肠中食盐的添加量对生物胺含量有显著影响,在香肠中分别添加 3% 和 6% 的 NaCl 时,后者生物胺含量明显降低。

4 结 语

随着人们消费水平的提高和对健康意识的不断增强,发酵香肠已经成为消费的时尚,然而如何保证发酵香肠的安全性是消费者和生产商所关注的。发酵香肠为蛋白质降解、氨基酸的生成和生物胺的形成提供了一个理想的环境,因此生物胺含量作为发酵肉制品安全的重要指标之一。发酵香肠中生物胺的形成是不可避免的,影响其在发酵香肠中积累的因素有很多,但是可以通过控制原料肉的卫生质量、选择优良的发酵剂、控制蛋白质的水解程度、使用添加剂等措施可减少或控制发酵香肠中生物胺含量。



参考文献:

- [1] KURT S, ZORBA O. The effects of ripening period, nitrite level and heat treatment on biogenic amine formation of 'sucuk': a Turkish dry fermented sausage[J]. Meat Science, 2009, 82(2): 179-184.
- [2] 卢智, 朱俊玲, 马俪珍. 发酵香肠中生物胺含量的影响因素[J]. 肉类研究, 2003, 17(3): 15-17.
- [3] BOVER-CID S, IZQUIERDO-PULIDO M, VIDAL-CAROU M C. Effect of proteolytic starter cultures of *Staphylococcus* spp. on biogenic amine formation during the ripening of dry fermented sausages[J]. International Journal of Food Microbiology, 1999, 46(2): 95-104.
- [4] SUZZIA I, GARDINIB F. Biogenic amines in dry fermented sausages: a review[J]. International Journal of Food Microbiology, 2003, 88(1): 41-54.
- [5] NOUT M J R. Fermented foods and food safety[J]. Food Research International, 1994, 27(3): 291-298.
- [6] ANSOARENA D, MONTEL M C, ROKKA M, et al. Analysis of biogenic amines in northern and southern european sausages and role of flora in amine production[J]. Meat Science, 2002, 61(2): 141-147.
- [7] 何健, 李艳霞. 发酵肉制品中生物胺研究进展[J]. 山东食品发酵, 2008 (4): 30-32.
- [8] CLAUDIA RUIZ-CAPILLAS D R, JIEMENZ-COLMENERO F. Biogenic amines in meat and meat products[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2004, 44(7/8): 489-499.
- [9] 朱志远, 徐幸莲, 李虹敏, 等. 不同发酵剂对发酵香肠生物胺含量的影响[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(8): 133-137.
- [10] LATORRE-MORATALLA M L, BOVER-CID S, TALON R, et al. Strategies to reduce biogenic amine accumulation in traditional sausage manufacturing[J]. LWT - Food Science and Technology, 2010, 43(1): 20-25.
- [11] 李平兰, 沈清武. 干发酵香肠中生物胺的产生与控制[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(11): 59-64.
- [12] LATORRE-MORATALLA M L, BOVER-CID S, VIDAL-CAROU M C. Technological conditions influence aminogenesis during spontaneous sausage fermentation[J]. Meat Science, 2010, 85(3): 537-541.
- [13] MAIJALA R, NURMI E. Influence of processing temperature on the formation of biogenic amines in dry sausages[J]. Meat Science, 1995, 39 (1): 9-22.
- [14] 李志军, 吴永宁, 薛长湖. 生物胺与食品安全[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(10): 84-91.
- [15] 刘海燕, 李应彪, 周海珍, 等. 发酵肉制品中生物胺的影响因素及控制技术[J]. 肉类工业, 2009(1): 13-16.
- [16] KOMPRDA T, SLADKOVA P, DOHNAL V. Biogenic amine content in dry fermented sausages as influenced by a producer, spice mix, starter culture, sausage diameter and time of ripening[J]. Meat Science, 2009, 83(3): 534-542.
- [17] 卢士玲, 李开雄. 影响干制发酵香肠中生物胺积累的因素[J]. 西北农业学报, 2005, 14(3): 148-153.
- [18] BOVER-CID S, SCHOPPEN S, IZQUIERDO-PULIDO M, et al. Relationship between biogenic amine contents and the size of dry fermented sausages[J]. Meat Science, 1999, 51(4): 305-311.
- [19] 张春江, 杨君娜, 王芳芳, 等. 肉制品中生物胺产生与控制研究进展[J]. 中国食品与营养, 2010(7): 17-20.
- [20] ROSEIRO C, SANTOS C, SOL M, et al. Prevalence of biogenic amines during ripening of a traditional dry fermented pork sausage and its relation to the amount of sodium chloride added[J]. Meat Science, 2006, 74(3): 557-563.
- [21] KALAC P. Biologically active polyamines in beef, pork and meat products: a review[J]. Meat Science, 2006, 73(1): 1-11.
- [22] 于长青, 姚笛, 满永刚, 等. 发酵肉制品中生物胺的危害及控制[J]. 肉类研究, 2010, 24(1): 41-45.
- [23] KOMPRADA T, NEZNALOVA J, STANDARA S, et al. Effect of starter culture and storage temperature on the content of biogenic amines in dry fermented sausage polican[J]. Meat Science, 2001, 59(3): 267-276.
- [24] 高文霞. 干发酵香肠组胺安全性与控制技术研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2007.
- [25] LORENZO J M, MARTI ' NEZ S. Biogenic amine content during the manufacture of dry-cured laco' n, a spanish traditional meat product: effect of some additives[J]. Meat Science, 2007, 77(2): 287-293.

更正

曹芝等作者发表在《肉类研究》2012年26卷2期第1~3页的文章“不同杂交品种肉牛背最长肌纤维组织学结构与嫩度对比研究”,因作者疏忽,将表3中的剪切力值单位换算错误,正确的换算关系为 $1\text{kg}\cdot\text{f}=9.8\text{N}$,所以表中剪切力值均应再乘以9.8。特此补充更正。

《肉类研究》编辑部