

传统中式香肠自然晾挂成熟过程中 生理生化特性及微生物的变化^{*}

张富新¹, 李 佳²

(1 陕西师范大学 食品工程系, 陕西 西安 710062; 2 中国计量学院 生命科学学院, 浙江 杭州 310018)

[摘 要] 对传统中式香肠自然晾挂成熟过程中的理化特性、生化特性和微生物的变化规律进行了测定和分析。结果表明, 传统中式香肠自然晾挂成熟过程中的水分活度和水分均在干燥前16 d迅速下降, 然后缓慢降低; pH则在干燥前12 d迅速下降, 然后缓慢降低; 蛋白质、脂肪和滴定酸度均在干燥前12 d迅速升高, 然后缓慢上升; NaCl含量在整个干燥过程中一直显著上升; 总糖虽然也一直呈上升趋势, 但是不明显; 色度在干燥前8 d迅速上升, 然后快速下降; 除非蛋白氮外, 酸价、过氧化值、羰基价、硫代巴比妥酸值、氨基酸态氮、挥发性盐基氮均在整个干燥过程中呈上升趋势; 好氧菌总数、厌氧菌总数、嗜冷菌总数、酵母和霉菌总数均在干燥前12 d呈上升趋势, 然后迅速下降; 乳酸菌总数在干燥前8 d呈上升趋势, 然后迅速下降。

[关键词] 中式香肠; 自然晾挂成熟; 理化特性; 生化特性; 微生物变化

[中图分类号] TS202.3; TS205.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2006)10-0159-05

香肠分为中式香肠和西式香肠两大类, 是世界三大肉类制品(香肠、火腿、培根)之一。发酵香肠是指在自然或人工控制条件下, 利用微生物、酶的发酵作用加工成的具有特殊色、香、味、质地和较长保质期的产品。发酵香肠可分为传统自然发酵香肠和现代人工控制发酵香肠两大类。传统自然发酵香肠具有悠久的历史, 据考证2 500年前我们的祖先就懂得通过风干、发酵储藏肉品。而类似于中式干香肠加工方法的欧式发酵香肠约在1720年诞生于意大利, 几十年后从意大利传入欧洲各国^[1]。目前, 有关传统自然发酵香肠方面的研究报道较多, 但对其加工过程中生理生化特性和微生物变化规律缺乏系统深入的研究, 致使传统自然发酵香肠加工过程中的一些关键性技术问题无法解决, 其质量也受到一定的影响, 在一定程度上限制了传统自然发酵香肠的大规模生产。为此, 本研究对传统中式自然发酵香肠晾挂成熟过程中的水分、蛋白质、脂肪、总糖、NaCl、pH、水分活度、滴定酸度、色度、酸价、过氧化值(POV)、羰基价(CCV)、硫代巴比妥酸值(TBA)、非蛋白氮、氨基酸态氮、挥发性盐基氮、好氧菌总数(APC)、厌氧菌总数(APP)、乳酸菌总数(LAB)、嗜冷菌总数(PTC)、酵母和霉菌总数(YM)等进行了测定, 分析了其变化规律, 以期为传统中式自然发酵香肠的现

代化生产以及产品质量的提高提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材 料 鲜猪肉、辅料、猪小肠, 均购自当地市场。

1.1.2 主要设备 WSL-2型比较测色仪(上海精密科学仪器有限公司)、手提式压力蒸汽灭菌锅(上海博迅实业有限公司医疗设备厂)、PHS-3C型精密pH计(上海精密科学仪器有限公司)、WFJ-21CU-600型紫外可见分光光度计(尤尼科上海仪器有限公司)、LXJ-II型离心沉淀机(上海医用分析仪器厂)、2100 Kjeltac微量凯氏定氮仪(瑞士Foss Tecator公司)、智能生化培养箱、隔水式恒温培养箱、超净工作台和电热恒温水浴锅等。

1.1.3 主要试剂 2-硫代巴比妥酸、三氯乙酸、氯霉素等均购自西安鼎盛化玻试剂公司, 为分析纯。

1.1.4 培养基 营养琼脂培养基、MRS培养基、孟加拉红琼脂培养基, 均为实验时配制。

1.2 方 法

1.2.1 取 样 传统中式香肠自然晾挂成熟过程中, 分别于1, 4, 8, 12, 16, 20 d取样, 测定各项指标。

1.2.2 理化指标的测定 水分、脂肪、水分活度分别

^{*} [收稿日期] 2005-10-24

[作者简介] 张富新(1962-), 男, 陕西武功人, 教授, 博士, 主要从事畜产品质量控制研究。E-mail: fuxinzh@snnu.edu.cn

参照GB 9695 15- 88, GB 9695 7- 88, GB 9695 12- 88 的方法测定; 蛋白质应用 2100 Kjeltac 微量凯氏定氮仪测定; 总糖、NaCl 滴定酸度分别参照 GB 9695 31- 91, GB 5009 44- 1996, GB 5009 47- 1996 的方法测定; pH 用酸度计法^[2]测定; 色度用 W SL -2 型比较测色仪测定。

1.2.3 生化指标的测定 非蛋白氮用 2100 Kjeltac 微量凯氏定氮仪测定; 氨基酸态氮采用滴定法测定; 挥发性盐基氮、酸价、过氧化值、羰基价分别参照 GB 5009 44- 1996, GB 5009 37- 1996, GB 5009 37- 1996, GB 5009 37- 1996 的方法测定; 硫代巴比妥酸值用分光光度法^[3]测定。

1.2.4 微生物指标的测定 称取 25 g 用组织捣碎机绞碎的香肠, 加入到 225 mL 的无菌蛋白胨液中, 震荡均匀。取出 1 mL 加入到 9 mL 0.1% 无菌蛋白胨

液中, 即成 10^{-2} 稀释度, 再根据需要依次制成不同的稀释度用于检测微生物指标。好氧菌总数(A PC) 用营养琼脂培养基, 在 37 °C 下培养 2 d^[4-5]; 厌氧菌总数(A PP) 用营养琼脂培养基, 在 37 °C 下厌氧培养 1 d^[6]; 乳酸菌总数(LAB) 用 MRS 培养基, 在 37 °C 下厌氧培养 2 d^[7-8]; 嗜冷菌总数(PTC) 用营养琼脂培养基, 在 7 °C 下培养 7 d^[9]; 酵母和霉菌总数(YM) 用孟加拉红琼脂培养基, 在 25 °C 下培养 5 d (参考 GB 4789 15- 1994)。

2 结果与分析

2.1 中式香肠自然晾晒成熟过程中理化指标的变化

中式香肠自然晾晒成熟过程中水分、蛋白质、脂肪、总糖和 NaCl 含量的平均值见表 1。

表 1 中式香肠自然晾晒成熟过程中理化指标的变化

Table 1 Chemical changes of Chinese-style sausage during natural air-drying

g/kg

晾晒成熟时间/d Air-drying time	水分 Moisture	蛋白质 Protein	脂肪 Fat	总糖 Total sugar	NaCl
1	507.6 a	137.2 a	271.2 a	71.2 a	24.4 a
4	405.6 b	174.5 b	314.6 b	73.4 a	33.2 b
8	286.0 c	206.1 c	359.2 c	78.1 b	43.5 c
12	224.2 d	244.1 d	396.6 d	82.3 b	48.9 d
16	190.7 e	252.2 d	396.2 d	86.7 b	51.2 e
20	184.7 e	262.3 d	408.1 d	86.3 b	52.7 f

注: 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Means in the same row with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

由表 1 可见, 在整个自然晾晒成熟过程中, 随着干燥时间的延长水分含量逐渐降低, 尤其是在晾晒的前 8 d, 由于香肠水分含量较高, 水分从香肠中逸出速度较快, 香肠水分下降速度也较快; 在晾晒 16 d 后, 香肠中水分含量趋于稳定。香肠中水分含量的变化与干燥环境的湿度相关, 本试验中, 香肠在自然通风条件下干燥, 加之干燥环境相对湿度较低 (60%), 从香肠中逸出的水分易被周围空气蒸发。蛋白质在晾晒的前 12 d 显著增加 ($P < 0.05$), 12 d 后变化不大 ($P > 0.05$)。脂肪在干燥的前 12 d 显著增加 ($P < 0.05$), 12 d 后趋于稳定 ($P > 0.05$)。事实上, 在自然晾晒成熟期间, 香肠中蛋白质和脂肪含量的变化与水分含量的变化有关, 随着水分的减少, 蛋白质含量和脂肪含量相应增加。总糖在干燥的前 4 d 较低, 8 d 后变化不大 ($P > 0.05$)。中式香肠中碳水化合物主要来源于配料中的蔗糖。在自然风干过程中, 香肠中碳水化合物的变化取决于两个方面, 一方面是由于干燥期间香肠脱水导致碳水化合物含量的增加, 另

一方面是由于香肠中微生物的发酵作用, 一部分碳水化合物被消耗转变成其他物质。该试验结果表明, 香肠干燥过程中的脱水作用对碳水化合物的变化起主要作用。香肠中的 NaCl 含量在整个干燥期间呈明显上升趋势, 这符合一般食品的干燥规律。

中式香肠自然干燥期间, pH、滴定酸度、水分活度和色度的变化见图 1, 图 2。从图 1 可以看出, pH 在干燥前 4 d 迅速下降 ($P < 0.05$), 从第 1 天的 6.00 下降到第 4 天的 5.75, 之后下降缓慢, 在 12 d 后几乎无明显变化 ($P > 0.05$)。滴定酸度在整个干燥期间一直呈上升趋势, 从第 1 天的 2.07 上升到第 20 天的 3.48, 这主要是由于干燥期间乳酸菌作用于碳水化合物产生乳酸并不断累积的结果。滴定酸度和 pH 之间的这种非相关性, 可能与香肠干燥期间蛋白质降解产生的一些碱性化合物或一些化合物形成的缓冲系统有关。

从图 2 可以看出, 水分活度在干燥前 8 d 迅速下降 ($P < 0.05$), 从第 1 天的 0.92 降到第 8 天的 0.80,

而后基本稳定($P > 0.05$), 到干燥结束时水分活度为 0.77。色度在香肠干燥前 8 d 迅速增加($P < 0.05$), 于第 8 天达到峰值, 然后又迅速下降, 16 d 之后变化不大($P > 0.05$)。在香肠干燥初期, 由于香肠中水分含量较高, 在香肠中一些微生物的作用

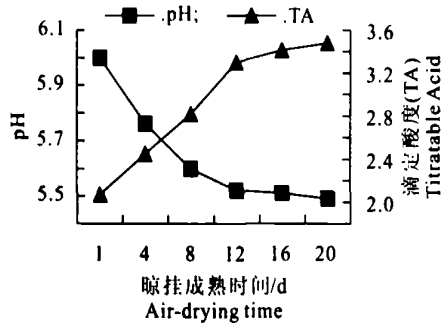


图 1 中式香肠成熟过程中 pH 和滴定酸度的变化
Fig. 1 Changes in pH and titratable acidity during natural air-drying of Chinese-style sausage

2.2 中式香肠自然晾挂成熟过程中脂肪的氧化

由表 2 中式香肠自然晾挂成熟过程中脂肪的氧化状况可见, 酸价、过氧化值、羰基价和 TBA 在自然晾挂成熟过程中均随干燥时间的增加而增大。

酸价从第 1 天的 1.68 mg/g 增加到第 20 天的 5.37 mg/g, 增加了 3.21 倍, 这与 Fanco 等^[10]报道的西班牙干腌香肠的变化规律相似, 但较中国国家标准 (SB/T 10278-1997) 规定的高, 表明在香肠自然风干中脂类分解较多, 导致大量游离氨基酸累积。过氧化值通常被用来指示肉制品的脂肪氧化程度。过氧化值在自然风干的第 1~8 天增加缓慢, 然后迅速增加, 到第 20 天时高达 22.92 meq/kg。适量的过氧化

下逐渐将 NaNO_2 转变为 NO , 与瘦肉中的肌红蛋白结合形成鲜红色的一氧化氮肌红蛋白。在香肠干燥后期由于香肠中其他色素物质的浓缩, 导致香肠颜色逐渐变暗, 色度也随之降低。

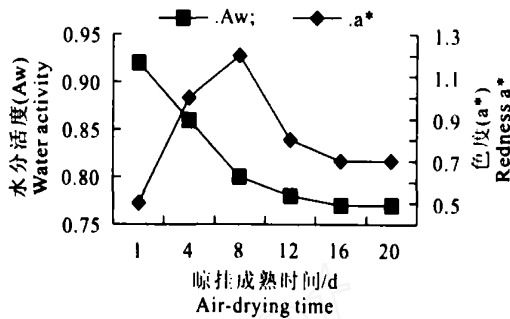


图 2 中式香肠成熟过程中水分活度和色度的变化
Fig. 2 Changes in water activity and redness during natural air-drying of Chinese-style sausage

值有助于中式香肠腌制风味的形成, 但过氧化值过高会使产品产生哈败味。羰基价显示产品中脂肪氧化形成过氧化物后进一步分解为含羰基化合物的情况, 是衡量脂类氧化程度的一个重要指标。本研究中, 羰基价在自然风干期间缓慢增加, 从风干第 1 天的 3.85 meq/kg 增加到干燥末期的 5.23 meq/kg, 仅增加 36%。TBA 在香肠风干期间有逐渐增加的趋势, 风干前 8 d 无显著变化($P > 0.05$), 然后逐渐增大, 到第 20 天达到最大 (1.51 mg/kg), 增加了 1.65 倍。本研究中 TBA 值尽管是以每 kg 脂肪为基础的数据, 但其值偏高, 表明中式香肠自然风干期间脂类氧化较为严重。

表 2 中式香肠自然晾挂成熟过程中脂肪的氧化

Table 2 Lipid oxidation of Chinese-style sausage during natural air-drying

晾挂成熟时间/d Air-drying time	酸价/(mg · g ⁻¹) Acid value	过氧化值/(meq · kg ⁻¹) Peroxide value	羰基价/(meq · kg ⁻¹) Carbonyl-compounds value	TBA 值/(mg · kg ⁻¹) TBA value
1	1.68 a	6.74 a	3.85 a	0.57 a
4	1.96 a	7.36 ab	4.35 ab	0.66 a
8	2.53 b	8.22 b	4.58 bc	0.75 a
12	3.13 c	11.75 c	4.92 c	1.09 b
16	4.01 d	18.66 d	5.01 c	1.31 c
20	5.37 e	22.90 e	5.23 c	1.51 c

2.3 中式香肠晾挂成熟过程中蛋白质的分解

中式香肠成熟过程中非蛋白氮、氨基酸态氮和挥发性盐基氮的变化见表 3。由表 3 可见, 非蛋白氮在干燥前 8 d 呈明显上升趋势, 第 8~12 天基本保持不变, 12 d 后逐渐下降。关于中式香肠加工过程中

非蛋白氮变化的报道较少, 而在发酵香肠中, 蛋白质在乳酸杆菌作用下会发生降解, 国外研究表明^[11], 香肠成熟过程中非蛋白氮在一些产品中会至少增加 50%。本研究表明, 中式香肠晾挂成熟过程中非蛋白氮的变化不大。

表3 中式香肠自然晾挂成熟过程中蛋白质的分解

Table 3 Changes in nitrogen fractions during natural air-drying of Chinese-style sausage

g/kg

晾挂成熟时间/d Air-drying time	非蛋白氮(NPN) Non-protein nitrogen	氨基酸态氮(NH ₂ -N) Amino acid nitrogen	挥发性盐基氮(VBN) Volatile basic nitrogen
1	151.5 a	29.1 a	10.5 a
4	167.2 b	29.7 a	12.1 b
8	179.2 c	29.8 a	15.3 c
12	176.0 c	30.3 a	16.6 d
16	155.1 ab	31.0 a	17.5 e
20	153.5 ab	31.8 a	19.3 f

由表3 还可知, 中式香肠成熟过程中氨基酸态氮无显著变化($P > 0.05$)。挥发性盐基氮在整个风干期间一直呈上升趋势, 从第1天的105 mg/kg 上升到第20天的193 mg/kg, 上升了1.84倍, 低于一些国内外相关文献的报道^[6, 11]。表明中式香肠在成熟过程中蛋白质的降解程度较低, 这与不同干燥环境中微生物的代谢活动有关。

2.4 中式香肠自然晾挂成熟过程中微生物的变化

中式香肠成熟过程中的好氧菌总数(APC)、厌氧菌总数(APP)、乳酸菌总数(LAB)、嗜冷菌总数(PTC)、酵母和霉菌总数(YM)的变化见图3。

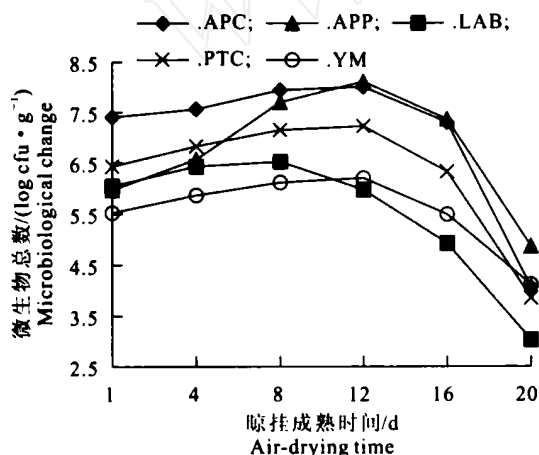


图3 中式香肠自然晾挂成熟过程中微生物的变化

Fig. 3 Microbiological changes of Chinese-style sausage during natural air-drying

由图3 可见, 中式香肠自然晾挂成熟过程中好氧菌总数、厌氧菌总数、乳酸菌总数、嗜冷菌总数、酵母和霉菌总数均较一些相关文献^[12-13]的报道结果高, 这可能是由于原料肉中含有一些微生物。好氧菌总数和厌氧菌总数在第1~12天逐渐增加, 16 d后迅速降低($P < 0.05$); 乳酸菌总数在第1~8天逐渐增加, 第8~12天趋于稳定, 12 d后迅速下降; 嗜冷菌总数在干燥前12 d缓慢增长, 然后迅速下降; 酵母和霉菌总数从第1天的5.52 log cfu/g 逐渐上升

到第12天的6.25 log cfu/g, 于干燥末期迅速下降。酵母和霉菌是肉制品中的腐败菌和致病菌, 较高的酵母和霉菌总数将对产品质量有一定影响。

3 结论

(1) 传统中式香肠自然晾挂成熟过程中的水分活度和水分均在干燥前16 d迅速下降, 然后缓慢降低; pH则在干燥前12 d迅速下降, 然后缓慢降低; 蛋白质、脂肪和滴定酸度均在干燥前12 d迅速升高, 然后缓慢上升; NaCl含量在整个干燥过程中一直显著上升; 总糖虽然也一直呈上升趋势, 但不明显; 色度在干燥前8 d迅速上升, 然后快速下降。香肠成熟过程中的理化特性是香肠营养价值检测的依据。本研究中的所有理化指标均符合国家标准。

(2) 风味是香肠质量的一个重要衡量指标。大量研究^[3, 8]表明, 脂类物质是香肠风味形成的前体, 也是香肠加工过程中风味成分蓄积的溶剂, 脂类物质的氧化产物对香肠风味形成贡献突出。目前, 中式香肠的加工大多采用传统工艺, 由于对香肠风味形成机制和影响风味形成的因素了解较少, 导致对香肠风味控制的困难。本文通过对酸价、过氧化值、羰基价、硫代巴比妥酸值的研究, 可以指导香肠生产工艺的改进, 提高产品风味。氨基酸态氮、挥发性盐基氮在整个干燥过程中均呈上升趋势, 其所代表的蛋白降解程度则反映了产品的营养价值。

(3) 传统中式香肠自然晾挂成熟过程中好氧菌总数、厌氧菌总数、嗜冷菌总数、酵母和霉菌总数均在干燥前12 d呈上升趋势, 然后迅速下降; 乳酸菌总数在干燥前8 d呈上升趋势, 然后迅速下降。本研究中的微生物指标均高于我国规定的肉制品微生物指标, 但这并不能说明该产品的质量问题的。这是由于我国关于肉制品的微生物标准是基于普通肉品而制定的, 而发酵香肠本身就是依靠有益微生物的发酵作用赋予香肠以特殊风味的。

致谢: 西北农林科技大学食品科学与工程学院张国权副教授在仪器使用方面给予了热情帮助和指导, 在此表示感谢!

[参考文献]

- [1] 黄艾祥, 苏世洲, 刘红微. 发酵香肠的研制[J]. 食品科技, 2004(1): 39-41.
- [2] 徐宝才, 任发政, 王前武, 等. 牛肉火腿切片的腐败微生物鉴定及贮藏过程中的品质变化[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(5): 124-128; 133.
- [3] 傅樱花, 马长伟. 腊肉加工过程中脂质分解及氧化的研究[J]. 食品科技, 2004(1): 42-44; 52.
- [4] Jo C, Lee J W, Lee K H, et al. Quality properties of pork sausage prepared with water-soluble chitosan oligomer[J]. Meat Science, 2001, 59: 369-375.
- [5] Lin Kuo-wei, Chao Jen-yu. Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight[J]. Meat Science, 2001, 59: 343-351.
- [6] Wang Feng-sheng. Effects of three preservative agents on the shelf life of vacuum packaged Chinese-style sausage stored at 20°C[J]. Meat Science, 2000, 56: 67-71.
- [7] Hughes M C, Kerry J P, Arendt E K, et al. Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages[J]. Meat Science, 2002, 62: 205-216.
- [8] Papadima S N, Bloukas J G. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages[J]. Meat Science, 1999, 51: 103-113.
- [9] Lin Kuo-wei, Lin Shu-ni. Effects of sodium lactate and trisodium phosphate on the physicochemical properties and shelf life of low-fat Chinese-style sausage[J]. Meat Science, 2002, 60: 147-154.
- [10] Fanco I, Prieto B, Cruz J M, et al. Study of the biochemical changes during the processing of Androlla, a Spanish dry-cured pork sausage[J]. Food Chemistry, 2002, 78: 339-345.
- [11] Jose M Lorenzo, Marta Michinel, Mercedes Lopez, et al. Biochemical characteristics of two Spanish traditional dry-cured sausage varieties: androlla and botillo[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2000, 13: 809-817.
- [12] Sachindra N M, Sakhare P Z, Yashoda K P, et al. Microbial profile of buffalo sausage during processing and storage[J]. Food Control, 2005, 16: 31-35.
- [13] Sanz Y, Vila R, Toldra F, et al. Effect of nitrate and nitrite curing salts on microbial changes and sensory quality of non-fermented sausages[J]. International Journal of Food Microbiology, 1998, 42: 213-217.

Physicochemical, biochemical and microbiological changes of Chinese-style sausage during natural air-drying

ZHANG Fu-xin¹, LI Jia²

(1 Shaanxi Normal University, Food Engineering Department, Xi'an, Shaanxi 710062, China;

2 China Jiliang University, Life Science College, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

Abstract: In this paper, physicochemical, biochemical and microbiological changes of Chinese-style sausage during natural air-drying were investigated. The moisture and water activity of Chinese-style sausage dropped significantly during the first 16 days of natural air-drying, followed with slight decrease; pH value dropped significantly during the first 12 days of natural air-drying, followed with slight decrease; the protein, fat and titratable acidity of sausage increased rapidly during the first 12 days of natural air-drying, followed with slight increase; NaCl increased rapidly during the whole natural air-drying; the total carbohydrates also increased during the whole natural air-drying, but it was not very clear; the redness of sausage increased rapidly during the first 8 days of natural air-drying, followed with significant decrease. The acidity value, peroxide value, carbonyl-compounds value, TBA value, amino acidic nitrogen and volatile basic nitrogen of Chinese-style sausage rose progressively during the total natural air-drying. The aerobic plate count, psychrotrophic count, anaerobic plate count and yeasts and molds of Chinese-style sausage increased slightly during the first 12 days of natural air-drying, followed with rapid dropping; the lactic acid bacteria of Chinese-style sausage increased slightly during the first 8 days of natural air-drying, followed with rapid dropping.

Key words: Chinese-style sausage; natural air-drying; physicochemical change; biochemical change; microbiological change