

- (12):32.
- [3] Van Gestel A, Mathur R, Roy VV et al. Ames mutagenicity tests of repeatedly heated edible oils[J]. Food Chem Toxicol, 1984, 22:403.
- [4] 张辉等. 王国华铁路餐车中反复煎炸剩油对果蝇的遗传毒性[J]. 卫生毒理学杂志, 2000, 14(4):230-232.
- [5] 陈媛, 周晓光. 食用油脂的卫生及其对人体健康的影响[J]. 武汉食品工业学院学报, 1997, (2):36-38.
- [6] 陈媛, 陈智斌, 张立伟. 食用油脂安全性及对人体健康的影响[J]. 西部粮油科技, 2001, (2):42-45.
- [7] 杨惠芬等. 食品卫生理化检验标准手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 1998. 426-444.
- [8] 洪新民. KOH试剂浓度对油脂酸价检验结果的影响[J]. 安徽农业科学, 1999, 27(4):409-410.
- [9] 姜桂艳, 赵清. 酸败油脂再生法研究[J]. 沈阳工业大学学报, 1998, 20(2):80-87.
- [10] 杨宗政等. 色差计在煎炸用油质量检测中的应用[J]. 天津轻工业学院学报, 2000, (1):41-45.
- [11] 朱加虹. 浅谈油脂酸败及其过氧化值测定[J]. 食品工业, 2003, 13:44-46.

## 无烟熏新工艺降低腌腊熏肉制品中 3,4-苯并(a)芘残留量的研究

马美湖, 陈力力

(湖南农业大学食品科学院, 长沙 410128)

**摘 要:** 腌腊肉类制品在我国生产的历史悠久, 据估测, 其生产消费量占我国肉制品总量的 70% 以上。但传统加工方法中, 为了使腌腊肉制品呈现出良好的色、香、味, 长期以来, 一直采用烟熏工艺, 致使产品中致癌物质 3,4-苯并(a)芘的含量很高。本研究创建无烟熏新工艺, 使产品中 3,4-苯并(a)芘的传统产品中的  $9.15 \mu\text{g/kg}$  (瘦肉  $0.179 \mu\text{g/kg}$ ), 保持了腌腊熏肉制品应有的色、香味, 取得了良好的效果, 并已进行工厂化中试生产。

**关键词:** 腌腊熏肉制品; 无烟熏新工艺; 苯并(a)芘

**Abstract:** Cured meat product has long history in china. Its production and consumption capacity, as estimated, accounted for more than 70 per cent of the country's meat production capacity. However, in order to making the product desired color and flavor, smoking process was always adopted in traditional chinese-style meat product manufacture, which led to a high content of carcinogenic 3,4-benzopyrene from traditional product's  $9.15 \mu\text{g/kg}$  (lean meat  $0.179 \mu\text{g/kg}$ ) to  $0.164 \mu\text{g/kg}$  (lean meat  $0.179 \mu\text{g/kg}$ ) and simultaneously keeping the product desired color and flavor as well.

**Key words:** cured meat product; smokeless smoking; benzopyrene

中图分类号: TS201.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2003)08-0029-05

长期以来, 腌腊肉制品由于具有色泽金黄、腊味浓香、干爽易存、风味独特等优点, 很受消费者喜爱, 一直是我国主要的传统肉制品之一, 生产历史悠久。据调查, 该类产品仍占我国目前肉制品总量的 70% 以上, 其生产和消费量均十分巨大, 但腌腊肉制品加工生产过程中, 主要是通过稻壳、锯末屑等不完全燃烧生烟, 采用烟熏的方法, 使产品产生特有的金黄色泽和浓郁的腊香味。但传统的烟熏方法, 给产品带来许多优点的同时, 也使肉制品中有害的致癌物质 3,4-苯并(a)芘含量增加, 严重危害食品的安全性, 造成对人体的危害<sup>[1~4]</sup>。今天, 传统腌腊肉制品中苯并(a)芘的危害, 已引起全

世界食品科技界、医学界的高度重视。为了解决腌腊熏肉制品中苯并(a)芘的危害, 本课题组在国内首次研究腌腊肉制品的无烟熏新工艺, 在不采用直接烟熏的情况下, 使肉制品达到烟熏的效果, 具有明快的金黄色泽和浓郁的腊香味, 又明显地降低了产品中苯并(a)芘的残留量, 使 3,4-苯并(a)芘的残留量由传统产品中的  $9.15 \mu\text{g/kg}$  (肥膘)、 $5.94 \mu\text{g/kg}$  (瘦肉) 降低到  $0.164 \mu\text{g/kg}$  (肥膘) 和  $0.179 \mu\text{g/kg}$  (瘦肉), 分别比传统方法降低 55.79 倍和 33.18 倍, 取得了极其明显的效果, 自 1997 年实验室反复研究基础上, 并于 2000 年 1~3 月在湖南先锋食品集团进入工厂中试, 经产品口尝, 反映良好。

收稿日期: 2003-05-31

作者简介: 马美湖(1957-), 男, 教授, 主要从事畜产食品加工研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 原料

试验所用原料肉来自于经兽医卫生检验合格刚屠宰的猪胴体中的肋条肉、脊背肉和后腿肉。

#### 1.1.2 药品与添加剂

NaNO<sub>2</sub>(食用级); NaNO<sub>3</sub>(食用级); 精盐; 白糖; 料酒及来自于山毛榉; 山楂树等硬木浸提液 SmokEz; ENVIRO 24P(烟液 I); SmokEz; POLY C-10 液(烟液 II)。

#### 1.1.3 设备及用具

腌制缸; 拌料机; 控温烘房; 不锈钢操作台; 浸渍槽及全套刀具; 用具等。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 试验方法

分别采用 SmokEz 液不同配合比例与组成, 加工过程中对产品进行浸渍、喷涂等不同处理, 同传统腌腊制品进行色泽、腊香味、组织状态、口感、保持期等多方面的比较, 并最终测定各组产品中 3,4- 苯并(a)芘的含量。

#### 1.2.2 感官指标测定方法

各组产品的色泽、香味、组织状态、食时口感等采用食品感官评定法。

**1.2.3 3,4- 苯并(a)芘测定方法** 按照 GB/T5009.27-1996 中荧光光度测定法。样品先用有机溶剂提取或皂化提取, 再经提取液经液-液分配或色谱柱净化, 然后在乙酰化滤纸上分离苯并(a)芘, 因苯并(a)芘在紫外光照射下呈蓝紫色荧光斑点, 将分离后有苯并(a)芘的滤纸部分剪下, 用溶剂浸出后, 用荧光分光光度计测荧光强度与标准比较定量<sup>[5,6]</sup>。计算公式为:

$$X_1 = \frac{m_1/F \times (F_1 - F_2) \times 100}{M_2 \times \frac{V_2}{V_1}}$$

式中: X<sub>1</sub>- 样品中苯并(a)芘的含量(μg/kg); m<sub>1</sub>- 苯并(a)芘标准斑点的质量(μg); F- 标准斑点浸出液荧光强度(mm);

F<sub>1</sub>- 样品斑点浸出液荧光强度(mm); F<sub>2</sub>- 试剂空白浸出液荧光强度(mm); V<sub>1</sub>- 样品浓缩液体积(ml); V<sub>2</sub>- 点样体积(ml); m<sub>2</sub>- 样品质量(g)。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同上液方式的效果比较

因为不同的上液方式会对产品的色泽、浸液的损失、产品的成本等方面造成不同的影响, 为有利于新方法在生产中的实际应用, 我们对不同的上液方式进行了比较, 其结果见表 1。

从表 1 可以看出, 喷涂法需要有专门的雾化设备, 而且容易出现产品喷涂不到的地方, 喷液浪费较大; 而浸渍法采用特别的长深浸渍槽, 只需成批穿杆产品在盛有 SomkEz 液的槽中浸渍 2~3s 即可, 速度快, 省时省力, 浸出后由于易实行盛接滴液, SomkEz 液损失很少; 有利于生产中实际采用。

### 2.2 产品的色泽、香味的比较

食品的色、香、味、形是一项极其重要的质量指标, 将决定产品的商品价值和市场销售。无烟熏新工艺的目的就是要完全达到传统烟熏产品的感官质量指标, 而又不含有熏烟的有害物质。为了达到这一目的, 我们反复进行了多次单一烟液、混合烟液使用效果摸索实验。

#### 2.2.1 单一烟液使用效果比较

1997 年开始进行单一烟液着烟新工艺研究, 测定不同浓度对产品色泽、腊香味(即烟熏香味)的影响, 测定结果见表 2。

表 2 中产品色泽、腊香味采用 6~8 人评分法, 得分为平均分, 评价为综合性评语。从表 2 结果看出, 单纯使用烟液 I 以 1:4.5 比例为好(1:4~5); 几乎同传统烟熏产品在色泽、香味方面基本一致, 但腊香味稍淡。单独使用烟液 II, 以 1:2.0 (1:1~2)比例较好, 得分较高, 但色泽方面稍有不匀, 略有深斑。

#### 2.2.2 混合烟液使用效果比例

为了达到理想的效果, 使无烟熏新工艺的产品同传统烟熏产品在色泽、香味等方面完全一致, 我们进行了混合烟液的使用试验, 其效果测定见表 3。

表 1 无烟熏新工艺中不同上液方式的比较

方 式	实验 次数	产品色泽	SomkEz 损失	生产中操作性
浸 渍 法	6	所有产品色泽整齐, 无阴阳面, 均匀一致	生产中 SomkEz 损失少, 不到 0.1%	生产中工作速度快, 浸液损失少, 生产中操作性强
喷 涂 法	4	所有产品色泽基本整齐, 但有难以喷到的阴阳面, 很难均匀一致	生产中 SomkEz 损失相对较高, 达到 0.5%~0.6%。	生产中操作速度慢, 喷液损失多, 喷涂时要进行肉胚转动, 操作性差

表2 单一烟液对产品色、腊香味的影响

种类	比例	次数	产品色泽		产品腊香味		贮藏期变化
			评价	得分	评价	得分	
烟液 I	1:1.5	1	外观黑黄色、太深	6.2	腊香味浓郁	9.8	以色泽变得更深
烟液 I	1:3.0	3	产品棕黄色、太深	8.4	腊香味浓郁	9.8	色泽逐渐变深
烟液 I	1:4.0	3	金黄色，有深斑	9.1	正常腊香味	9.4	略有变深
烟液 I	1:4.5	5	金黄色，比较均匀	9.5	腊香味稍淡	9.3	色泽基本正常
烟液 I	1:5.0	3	金黄色，略淡	9.2	淡腊香味	8.7	色泽基本正常
烟液 II	1:1.0	2	金黄色，有深斑	9.3	正常腊香味	9.6	色泽基本正常
烟液 II	1:2.0	4	嫩黄色，均匀一致	9.4	腊香味略淡	9.2	色泽基本正常
烟液 II	1:3.0	3	黄色，略浅	7.8	淡腊香味	8.5	色泽逐渐变淡
烟液 II	1:4.0	1	浅黄色，太浅	6.5	淡腊香味	7.1	色泽逐渐变淡
传统产品	烟熏	4	正常金黄色	9.6	正常腊香味	9.8	色泽略有变深

注：比例为烟液 I（II）：水的份数。

表3 混合烟液对产品色泽、腊香味的影响

比例	实验次数	产品色泽		产品腊香味		贮藏期间变化
		评价	得分	评价	得分	
17:17:66	4	色泽金黄，有大片深斑	8.7	腊香味浓郁	9.8	色泽逐渐变深
15:23:62	4	色泽金黄，有小片深斑	9.4	腊香味浓郁	9.8	色泽缓慢变深
13:20:67	4	色泽金黄，均匀一致	9.8	正常腊香味，受欢迎	9.8	色泽变深但很慢
12:18:70	4	色泽淡金黄色	8.4	有腊香味，稍淡	9.0	色泽比较稳定
传统产品组	4	正常金黄色	9.6	正常腊香味	9.8	色泽略有变深

说明：比例为烟液 I：烟液 II：水分的百分比。

从表3的试验结果看出，使用混合烟液以13份烟液 I：20份烟液 II：67份水的效果为好，而且在实际生产中应用，混合烟液产品色泽、腊香味明显优于单一烟液的应用效果。

2.3 产品中的3,4-苯并(a)芘含量的测定

采用无烟熏新工艺生产的产品，除了产品的色泽、腊香味达到传统烟熏产品的要求外，还应该使产品中3,4-苯并(a)芘的残留量尽量降低到最低水平。为此，我们对产品中的3,4-苯并(a)芘的残留量进行了测定，结果见表4，结果比较见图1。

从表4测定结果和图1的比较可以看出，由于烟熏中的有害成份3,4-苯并(a)芘是脂溶性的物质，在传统烟熏产品中，肥膘中含量高达9.15μg/kg，个别地区烟熏程度重、时间长的产品，含量更高，远远超出了湖南省DB43/116-1998地方标准的规定(≤5μg/kg)(注：国内尚无其它标准)。传统烟熏产品的瘦肉中含量也高达5.94μg/kg，也超出了DB43/116-1998标准规定。而采用无烟熏新工艺，肥膘中残留量只有0.164μg/kg，瘦肉中只有0.179μg/kg，分别降低了55.79倍和33.18倍，取得了极其明显的效果。

2.4 产品品尝试验结果

为了充分体现无烟熏产品的优点，确切验证其产品在显著降低苯并(a)芘含量的同时，不降低产品的食用品质，课题

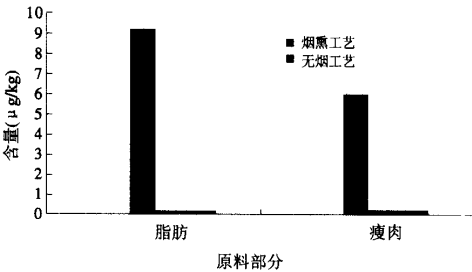


图1 不同工艺中产品3,4苯并芘比较

表4 不同工艺产品中的3,4-苯并(a)芘残留量测定结果

产品种类	脂肪(μg/kg)				瘦肉(μg/kg)				说明
	测定值	平均	测定值	平均	测定值	平均	测定值	平均	
烟熏工艺	9.1	10.6	7.75	9.15	4.83	6.10	6.89	5.94	* 该数据由于
无烟工艺	6.30*	0.16		0.164	0.07	0.17		0.179	烘房熏烟所造
	0.09	0.242			0.27	0.179			成
降低(%)			5579.27				3318.44		

组进行品尝试验。采用传统烟熏和无烟熏的两种产品，经切片后，装盘清蒸10min后，端出供两桌人员品尝。所有过程由同一位厨师按相同方法处理完成。其品尝结果见表5。并根据品尝人数(n)给每项评分(x)和每项的权重(k)求出综合得分。

计算公式为:  $\Sigma(k \frac{\Sigma x_a}{n})$

从表5品尝结果看出,两种产品的组织状态、色泽和滋味、气味方面,无烟熏新工艺产品要优于传统产品,特别在品尝试验时,当两种产品同时端出时,无烟熏产品的色泽、肉片的组织状况要明显优于传统烟熏产品,受到品尝人员的好评。

### 3 结论与讨论

3.1 本课题组自1996年开始进行无烟熏新工艺的研究,经过近5年的大量试验研究,利用来自于纯天然的SomkeZ ENVIRO(烟液I):SmokEz poly(烟液II)进行适宜比例的配合后,对产品进行浸渍处理,取得了良好的效果,产品的感官质量品质要优于传统烟熏产品。在实际工作中我们将该方法称之为2S复配式无烟熏新工艺(或复配式无烟熏新工艺)。

3.2 所采用的无烟熏材料必须是通过控制混合硬木干馏得到的天然烟熏风味水溶液,并经进一步的精制使之更接近传统烟熏风味。烟液I为透明的棕色液体,具有柔和的硬木烟熏风味,其pH2.5~3.5,比重1.17kg/L(9.3lb/gal),总酸度(以醋酸计)7.0%~9.8%,羰基化合物18%~23%,烟熏风味化合物17~22mg/ml。烟液II具有典型的硬木烟熏风味,其pH为2.1~2.6,比重1.07kg/L(8.9lb/gal)总酸度(以醋酸计)10.5%~11.5%,羰基化合物11.0%~12.0%,烟熏风味化合物8.0~11.0mg/ml,均为安全的食品添加剂。

3.3 肉制品的烟熏过程是一个极其复杂的化学过程。据在植物不完全燃烧的情况下所产生的烟雾中,化学成份非常复杂,约有200多种化学物质,其中主要的成份有100多种,特别重要的有50种,例如有有机酸类、酚类化合物、醇类、酯类、醛类、酮类及胺类、吡啶等化合物。这些成份中,有的对肉制品呈色、防腐、赋味有很多的作用,但有些在熏制过程中渗入到肉制品中,对人体有相当大的危害。苯并(a)芘就是其中一种,是烟熏成份中目前公认对人体有强致癌性的物质。

3.4 苯并(a)芘是一种多环芳烃化合物,由五个苯环构成。多环芳烃(polycyclic aromatic compounds PHA)目前已发现200多

种,其中很大有致癌性,通常4~7环的多芳烃具有强致癌性,3,4-苯并(a)芘大部分都可被人体吸收,经过消化道吸收后,通过血液很快遍布人体,主要积存在人体脂肪组织和乳腺组织中。进入人体的3,4-苯并(a)芘一部份同蛋白质相结合,另一部分则参与代谢分解。与蛋白质相结合的3,4-苯并(a)芘通过结构中的高能电子密度区和亲电子的细胞受体相结合,使控制细胞生长的酶和激素结构中的蛋白质发生变异或丢失,造成细胞失去控制生长的能力而发生癌变;同时,吸入体内的3,4-苯并(a)芘在体内被氧化酶系中的芳烃羟化酶(Aryl hydrocarbon hydroxylase AHH)转化为多环芳烃的环氧化合物或过氧化物,进一步与DNA、RNA或蛋白质大分子结合,最终生成致癌物,出现致癌作用;此外,参与代谢分解的3,4-苯并(a)芘形成带有羟基的化合物,最后与葡萄糖醛酸、硫酸、谷胱甘肽结合成有害物质,从尿中排出;3,4-苯并(a)芘的危害还表现在可以通过胎盘传给胎儿。动物实验发现经口摄入的3,4-苯并(a)芘可通过胎盘进入到胎儿体内,引起毒性及致癌性。因此,在我国改变腌腊肉制品传统烟熏方式,采用无烟熏新工艺已是一个相当重要的食品安全性课题<sup>[7~10]</sup>。

3.5 采用无烟熏新工艺同样有利于肉制品的保存。传统烟熏方式由于烟雾成份中含有多种杀菌物质,因此,木熏烟具有抗氧化和杀菌作用,千百年来,人们将烟熏作为腌腊熏肉制品作久存的手段之一。采用无烟熏新工艺亦有利于产品保存的优点。因为在硬木蒸馏烟熏液中也含有丁香醇(Syringol),丁子香酚(Eugenol)、儿茶酚(catechol)、4-取代丁香醇(4-Substituted Syringols)和异丁香酚(Isoeugenol)等抗氧化剂(高沸点)及杀菌净菌物质,在肉制品中可替代BHA和BHT防止脂肪氧化,并表现出显著的抑菌作用。本课题在混合烟液中加入C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>KO<sub>2</sub>和Nisin,抑菌效果更佳,有效延长产品的保存期。

3.6 采用无烟熏新工艺有利控制生产工厂的环境污染,使工人操作更清洁。在烟熏液的生产过程中,不仅除去了3,4-苯并(a)芘,还除去了自然烟中对人体有害的焦油、树脂和其它烃类化合物,因而使用起来更卫生安全,尤其是传统烟熏生产工厂,往往有庞大的烘房,生产起来使生产区烟雾缭绕,造成烟雾中的微粒相、挥发性有机有毒化合物和异味对大气的

表5 两种工艺产品品尝结果

种类	组织状态	色泽	气味和滋味	结合得分
无烟熏新工艺产品	皮薄有弹性,蒸煮后切面仍平整,呈半透明状,整盘肉片整齐	肉片色泽鲜明,脂肪表层呈浅黄色或黄色,切面乳白色或边缘微黄色面乳白色或边缘微黄色整盘肉片色泽明快	具有浓郁的腊香味,咸淡适中,清澈爽口,无烟伤味	98
传统烟熏产品	皮较硬,蒸煮后肉片形状稍有卷曲,整盘肉片轻度卷曲,切片不很透明	肉片色泽灰淡或暗淡,脂肪表层呈灰褐色,整盘产品色泽灰暗,光泽差	具有腊香味,咸淡适中稍带烟伤味	94

污染,并危害生产工人的身体健康。而采用无烟熏新工艺从根本上解决了生产时的污染和对人体的危害<sup>[3][10]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 马美湖.现代畜产品加工学[M].湖南科技出版社,1997.
- [2] 马美湖.21世纪我国肉类工业发展趋势[J].肉类工业,2000,(5-6).
- [3] 马美湖.动物性食品加工学[M].中国轻工业出版社,2003.
- [4] 葛长荣,马美湖.肉与肉制品加工学[M].中国轻工业出版社,2002.
- [5] 闵连吉.肉类食品工艺学[M].中国商业出版社,1992.
- [6] 杨洁彬等.食品安全性[M].中国轻工业出版社,1999.
- [7] Whinter c k.Dietary Pesticide risk assessment[J].Journal of Environmental,1992.
- [8] Okumura D et al.Pesticide residue in food crops analyzed by the California Department of Food and Agriculture in 1989[J].Reviews of Environmental contamination and Toxicology,1991,118:87-151.
- [9] M Ellin Doyle,Carol E.steinhardt & Barbara A[M].Cochrane Food safety,Newyork,1993.
- [10] 马美湖,刘焱.无公害肉制品综合生产技术[M].中国农业出版社,2002.

## 酿造食醋苦味的成因分析及控制

沈志远

(江苏恒顺醋业股份有限公司,镇江 212004)

**摘 要:** 食醋酿造过程中,有时会产生苦味,它会影响食醋品质和安全。为找出苦味来源,对生产全过程进行了工艺原因分析,对样本进行检测对比分析,并进一步提出相应的质量控制措施。

**关键词:** 酿造食醋; 苦味; 控制

**Abstract:** Bitterness, by-product obtained in the manufacture of vinegar, was one of the important factors affecting vinegar quality and safety. This article reviews the possible elements to bring about bitterness during the entire process of fermented vinegar production, and gives the methods to detect samples by means of contrast analysis, and then, puts forward some correspondence measures could be taken to control the bitterness formation of fermented vinegar.

**Key words:** fermented vinegar; bitterness; control

中图分类号: TS264.2\*2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2003)08-0033-03

滋味是决定食品品质的一个重要因素。在酿造食醋生产过程中,由于受到环境、季节、原料、工艺操作等因素影响,有时会发生苦味,严重影响酿造食醋品质甚至安全。为防止食醋酿造过程中苦味的发生,对苦味产生的原因进行了全过程的工艺分析,对不同样本(正常醋和苦味醋)进行了氨基酸含量对比分析、黄曲霉素定性分析、GC/MS分析、微生物分析。根据初步分析结果,提出相应的质量控制措施。

### 1 生产过程的工艺分析

酿造食醋生产过程中,苦味物质产生的原因比较复杂。具有苦味的物质可能有L-型氨基酸、部分肽类化合物、某些胺类化合物(如1,5-戊二胺)、霉菌的代谢物(如黄曲霉素),还有化学污染等。现对酿造食醋生产过程中可能产生苦味的诸

因素进行分析,见表1。

### 2 氨基酸含量对比分析

对公司生产于2002年8月的苦味成品醋样一份(注:外观气味正常,但苦味浓重,本文其它各项分析都用同一批样品醋)。另取感观正常成品醋样一份,进行氨基酸含量检测,仪器:Ag1100,美国Agilent公司。分析结果见表2。

分析结果表明,苦味醋中主要苦味氨基酸精氨酸和组氨酸含量较正常醋反而下降,精氨酸含量下降还很大,蛋氨酸含量有较大上升。由此得出结论:大多数氨基酸含量变化在30%以下,且主要苦味氨基酸含量增减不一致,因此氨基酸不对苦味有明显影响。

### 3 黄曲霉素定性分析

收稿日期: 2003-05-03

作者简介: 沈志远(1960-),男,硕士,高级工程师。