

文章编号:2095-7386(2016)02-0016-06

DOI:10.3969/j.issn.2095-7386.2016.02.003

腌腊肉制品的风味物质及氧化评价技术研究进展

崔莹莹¹, 耿翠竹¹, 王海滨^{1,2}, 胥伟^{1,2}, 王琦¹

(1. 武汉轻工大学 食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023;

2. 农产品加工湖北省协同创新中心, 湖北 武汉 430023)

摘 要: 综述了中国传统腌腊肉制品挥发性风味物质及氧化评价技术研究进展。首先介绍了中国传统腌腊肉制品的风味前体物质, 挥发性风味的形成机理, 及影响腌腊肉制品风味的主体风味物质; 其次介绍了国内外关于挥发性风味物质的提取分离和定性定量分析方法; 最后比较了酸价、过氧化值和 TBARS 值等氧化指标在腌腊肉制品品质评价中的适用性。

关键词: 腌腊肉制品; 风味物质; 形成机理; 氧化指标; 检测评价技术

中图分类号: TS 251.5

文献标识码: A

Research progress on evaluation methods of flavor substances and oxidation of cured meat products

CUI Ying-ying¹, GENG Cui-zhu¹, WANG Hai-bin^{1,2}, XU Wei^{1,2}, WANG Qi¹

(1. School of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China;

2. Hubei Collaborative Innovation Center for Processing of Agricultural Products, Wuhan 430023, China)

Abstract: The review is aimed to report the research progress on the evaluation methods of volatile flavor compounds and oxidation in Chinese traditional cured meats. Flavor compound precursors and the formation mechanism of high-impact volatiles that contribute to cured meat flavor are discussed. Secondly, the methods applied to the extraction, separation, and qualitative & quantitative analysis of cured flavor compounds are elaborated. Finally, acid value, peroxide value, and TBARS value for the estimate of oxidative status in cured meat products are delineated.

Key words: cured meat products; flavor compounds; formation mechanism; oxidation indexes; evaluation technology

1 引言

三千多年以来,我国人民在禽畜肉的加工过程中,为了达到贮藏方便、改善风味等目的发展起来的肉制品被称为传统肉制品,因其色泽、风味和造型独特而闻名于世^[1],尤以腌腊肉制品为代表,主要种

类有:板鸭、腊鸡(风干鸡等)、腊肉、火腿等。其中风味是评价腌腊肉制品品质的重要指标,也是影响消费者购买产品的重要因素。肉品风味主要包括滋味和气味两大类,滋味主要来源于肉中的呈味物质如游离氨基酸、寡肽和核酸代谢产物等;香味主要来源于肌肉在受热过程中产生的挥发性风味物质如不

收稿日期:2016-03-07.

作者简介:崔莹莹(1989-),女,硕士研究生,E-mail: cying0627@163.com.

通信作者:王海滨(1964-),男,教授,博士,E-mail: whb6412@163.com.

基金项目:湖北省自然科学基金面上项目(2014CFB886).

饱和羰基化合物、含硫化合物及一些杂环化合物等^[2]。脂质的水解和氧化对腌腊肉制品特有风味的形成有一定的促进作用^[3]。本文综述了传统腌腊肉制品的风味物质类型及形成机理,对其不同分析评价技术和指标进行了比较,为传统腌腊肉制品的风味研究提供参考。

2 传统腌腊肉制品的风味物质

传统腌腊肉制品风味物质众所周知,生鲜肉几乎没有香味,只略带些血腥味^[4],可见肉制品的风味是通过受热产生。在加工过程中,风味的形成是由于风味前体物质到风味化合物经历了一系列复杂过程。

2.1 腌腊肉制品的风味前体物质

风味前体物质指某些化合物本身没有风味,但在一定条件下可转化为具有风味的化合物^[5]。肉类风味前体物质可分为水溶性和脂溶性两类,水溶性风味前体物质主要有游离氨基酸、核苷酸等,脂溶性风味前体物质主要有甘油三酯、游离脂肪酸、磷脂等^[6]。这些经过复杂变化后的前体物质交互反应,促使腌腊肉制品独特风味的形成。前体物主要成分见表 1。

表 1 挥发性风味化合物的前体物质及系列中间物^[7]

第一前体物质	前体物	中间物
蛋白质	糖类	二酮、醛、醇、呋喃
	氨基酸	NH ₃ 、醛、氨基酮
	含硫化合物	H ₂ S、甲硫醇
脂类	脂类	醛酮、醇、脂肪酸、烃类
碳水化合物	硫胺素	巯基酮
	核苷酸	呋喃酮
	肽类	

2.2 腌腊肉制品风味物质的主要类型

按化合物大类分:腌腊肉制品的风味物质主要有醇类、醛类、酯类、酮类、烃类、碳氢化合物和酸类等。

3 传统腌腊肉制品风味的形成过程和主要途径

腌腊肉制品的加工时间长,影响因素较多,因此风味的形成是一个复杂的过程,研究表明^[5],传统腌腊肉制品风味的形成主要由前体物质降解、不饱和和羰基反应以及这些反应之间的相互作用形成。

3.1 前体物质降解

3.1.1 蛋白质的降解

作为肉类原料的主要成分之一,蛋白质在腌腊肉制品加工和贮藏过程中,受多种因素影响,降解成

多肽,在肽酶的作用下进一步反应形成挥发性风味物质、非挥发性滋味物质及游离氨基酸等,其中部分氨基酸有直接的呈味效应,例如天门冬氨酸具有酸味^[8];氨基酸在较高温度下能通过脱氨、脱羧反应,形成烃、醛、胺等。

3.1.2 糖类物质的降解

糖类物质的降解会发生裂解、分子内脱水、异构等反应^[9]。糖类降解后产生的中间产物大多为二酮、醛、醇、呋喃及其衍生物,例如戊糖降解能生成糠醛、己糖降解能生成羟甲基糖醛,这些降解物在加热后进一步反应生成呋喃衍生物、醇类、芳香烃类。因此腌腊肉制品中闻到的强烈的肉香味主要是由呋喃酮与 H₂S 反应产生^[10]。

3.1.3 脂质降解

脂质是腌腊肉制品的主要成分之一,其湿基含量占总重的 25%—55%,因此在腌腊肉制品的加工和贮藏过程中,脂质的水解和氧化对腌腊肉制品风味(特别是挥发性的气味)的形成有着非常重要作用^[11]。

(1) 脂质水解

脂质的存在形式主要是甘油三酯(脂肪)、磷脂、糖脂和游离脂肪酸^[12],其中甘油三酯、磷脂和糖脂经脂肪酶水解,生成甘油二酯、单甘酯和游离脂肪酸,能为接下来的氧化提供反应物,反应所需的脂肪酶主要来源于肌肉组织、脂肪组织或者来源于微生物^[13]等。

(2) 脂质氧化

脂质的水解和氧化紧密相连,但却是两个不同的反应过程。脂质水解只是腌腊肉制品风味形成的第一阶段,是挥发性风味物质产生的重要前体物质,这一阶段产生的脂肪酸本身对产品风味没有明显的作用^[14]。风味物质的产生还需要脂肪酸进一步的氧化,在此过程中能产生许多挥发性和非挥发性物质,脂质氧化的初级代谢产物为氢过氧化物^[15],这些化合物本身没有气味或味道,由于其本身的不稳定性能迅速降解成一些小分子的醛、酮、酸等典型的风味物质;脂质氧化的最终产物如醛、醇、酮、呋喃等,这些物质不仅有较高的挥发性,还有着较低的阈值^[16,17],对食品特征风味的形成起着关键的作用,其种类和数量决定了产品风味的好坏,直接影响着消费者对相关产品的接受程度。

3.1.4 维生素等物质的降解

硫胺素在碱性中性条件下易降解,与含硫多肽等共同加热时,能产生类似禽肉的风味物质。其热

降解产物极其复杂,主要有呋喃类、噻吩类和含脂肪族硫化物等^[18]。

3.2 羰氨反应

羰氨反应是羰基化合物与氨基化合物经过脱水、裂解、缩合、聚合等反应,生成深色物质和挥发性成分的一系列反应的总称。反应能产生多种挥发性风味化合物,例如吡嗪类、噻吩类以及环烯硫化物等^[19]。其中含硫氨基酸和二酰化合物降解产生的硫化氢,不仅能影响肉的风味,还可以与羰基化合物反应形成其他能影响风味的物质。

4 传统腌腊肉制品的主要风味物质的分析研究

腌腊肉制品种类繁多,风味独特,国内外学者对其风味物质已进行了诸多研究。许鹏丽^[20]等对广式腊肉进行了研究,发现影响其风味的物质主要是酯类、少量的酸类和醇类物质,其中主要挥发物质是己酸乙酯(占 56.95%),乙醇(占 10.67%)、乙酸戊酯(占 7.89%)和己酸甲酯(占 7.15%)四种。刘士健^[21]对四川腊肉的风味进行分离鉴定,在腊肉的加工过程中得到酚类物质、羰基类化合物等共 91 种化合物。余爱农^[22]等采用固相微萃取结合气质联用对西南地区烟熏腊猪肉的香气成分进行分析,发现重要香味成分有:二苯胺、乙酰苯酚酯、对甲苯酚、3-乙基苯酚、4-乙基愈创木酚、对-甲基-2,6-二叔丁基苯酚、2-甲基-1-十六醇、 α -异佛尔酮等。尚永彪等^[23]等采用同时蒸馏萃取法对加工过程中的重庆农家腊肉进行分析,并进一步研究发现烟熏材料中的木质素分解后产生愈创木酚同系物,例如 3-甲基愈创木酚、4-甲基愈创木酚等,这些产物不仅能附着在腊肉表面,还能渗透到肉的内部,因此给腊肉带来特殊风味。师希雄^[24]等通过固相微萃取结合气质

联用,分析检测了陇西腊肉的挥发性风味成分,共鉴定出包括萜烯类、醛类、酮类、烃类等 42 种挥发性风味物质,并进一步推断萜烯、醛类、含硫含氮及杂环化合物可能是构成陇西腊肉风味的主要挥发性物质。Lu^[25]等通过 SPME 和 SBSE 对比分析腌腊猪肉的挥发性化合物,发现有 29 种物质,且主要以脂质衍生物形式存在。Ana^[26]等研究即食切片“莱肯”,发现其含有的 2-十一烯醛、2,4-庚二烯醛、2,4-壬二烯醛等不饱和醛类与其他研究学者研究的腌腊肉制品风味成分相符。Ramarathnam^[27]等对牛、羊、猪和禽肉等进行取样研究,发现肉中共有包括烷烃、醛、酮及杂环化合物等 1 000 多种挥发性风味物质。综合国内外学者研究表明,腌腊肉制品的风味物质主要有醇类、醛类、酯类、酮类、烃类、碳氢化合物和酸类等,其中醇类物质中主要是 4-松油醇等;酚类物质中主要有苯酚、愈创木酚、3-甲基愈创木酚、4-甲基愈创木酚等;而碳氢化合物中的反-罗勒烯、 β -月桂烯、6-松烯,脂肪酸中的棕榈酸、硬脂酸也对其风味有一定影响。

5 风味物质的检测评价技术

对腌腊肉制品的风味分析,首先要借助现代仪器进行风味物质的提取,然后定性和定量分析,最后对风味物质及其特征进行评价。

5.1 风味物质的提取

风味物质因为含量低、成分复杂,易挥发,提取过程中易氧化,所以需要特殊的提取技术。随着科学技术的进步,对风味物质进行提取的方法日益成熟,使各种极性、不同沸点的挥发性风味物质提取出来成为可能。常用的提取方法包括同时蒸馏萃取法(SDE)、固相微萃取(SPME)和顶空吸附(HSSE)三种方法,其优缺点对比见表 2。

表 2 三种风味物质提取方法的对比

提取方法	优点	缺点	举例
同时蒸馏法(SDE)	分离操作时间短、可以循环使用,萃取剂用量少 ^[28]	样品经历较长的高温作用,对热敏性的香气组分影响较大 ^[28]	尹晓婷等 ^[29] 分析成熟金华火腿与未发酵火腿的风味物质,分别得到 77 和 62 种风味成分。
固相微萃取法(SPME)	快速,便于自动化处理,吸附剂效能高、可选择范围广	涂层耐热性差,吸附量小,使用寿命短	Gianelli 等 ^[30] 采用固相微萃取气质联用技术,分析干腌火腿中的醛类化合物;党丽亚等 ^[31] 采用固相微萃取和同时蒸馏两种不同提取方法提取金华火腿与巴马火腿的风味物质进行分析。
顶空吸附(HSSE)	后续处理简单,与质谱色谱相结合可以直接分析	取样时,因各成分蒸汽压不同,压力和温度的任何变化都会引起气相中相对成分的变化 ^[33]	Dirinck 等 ^[32] 利用动态顶空结合 GC-MS 技术分析了南北欧不同成熟时间的干腌火腿。

5.2 风味物质的定性和定量分析

风味物质的分离,一般采用气相色谱柱法,分离组分多达百种,而对于单一组分的定性分析常采用质谱法、红外光谱、紫外光谱法、核磁共振波谱法。色谱分析也可与上述仪器联用,快速鉴定分离成分。目前常用的检测方法有气相色谱-质谱联用法(GC-MS)、气相嗅觉测量法(GC-O)和电子鼻检测法^[34]。

对风味物质的定量分析,常用方法有归一法、内标法、外标法。归一法是因被分析样品的组分是同系物,且校正因子相近,因此可直接利用峰面积进一步求出组分的百分含量;如若不同,则须知道被分析物质的每种组分的相对校正因子。其优点是进样、计算方便,分析对象可任意选取;内标法中要求样品称取准确,另将一定量的纯物质作内标物,再根据相应峰面积或峰高比求出待测组分的百分含量。其优点是实验误差小,结果对比性强;外标法试验时需标准品先做浓度-峰面积关系的回归标准曲线,然后进样,再根据峰面积计算浓度,后换算成含量。这一方法计算、操作简单,不用校正因子和内标物。

5.3 风味物质及其特征的仪器分析评价方法

常用方法有:嗅闻法(GC-O 技术)^[35]、风味强度法^[36]、主成分分析法^[37]、ADEA 法^[38]、人工嗅觉系统^[39]等。

6 腌腊肉制品氧化指标的检测和评判

腌腊肉制品因脂质(脂肪为主)含量较高,它既是产品特有风味物质形成的重要前体物质基础,但又是导致产品在成熟及贮藏过程中发生氧化和酸败现象的主要物质,产品若贮藏不当,易产生令人厌恶的哈喇味,还能生成一些对身体健康有害的物质。腌腊肉制品因风味独特,营养丰富,广受消费者的喜爱,但存在的食用安全性隐患却不容忽视。通过测定脂质的氧化指标能为肉制品的品质评价提供重要的技术依据。《GB2730-2005 腌腊肉制品卫生标准》中常使用的衡量腌腊肉制品氧化酸败程度的指标是酸价和过氧化值^[40],硫代巴比妥酸反应物值(TBARS)也已经被广泛使用。文献报道检测数据与卫生指标结果对比,见表3。

表3 《GB2730-2005 腌腊肉制品卫生标准》指标和已发表论文检测数据对比

项目	GB2730-2005 腌腊肉制品卫生标准(指标)	已发表论文检测数据
酸价(以脂肪计)/(KOH mg/g)		王新惠 ^[41] 等对市售的腊肉、川味腊肠和广味腊肠等5种知名品牌进行抽样检测,发现73.3%的样品酸价超过卫生标准。
腊肉、咸肉、灌肠制品≤	4.0	
非烟熏、烟熏板鸭≤	1.6	
过氧化值(以脂肪计)/(g/100g)		张雪娇 ^[42] 等对市售的八种品牌的广式腊肠随机取样检测,发现过氧化值在卫生标准范围内。
火腿≤	0.25	
腊肉、咸肉、灌肠制品≤	0.50	
非烟熏、烟熏板鸭≤	2.50	

6.1 酸价法(AV)

根据《GB/T5530-2005/ISO660-1996 动植物油脂酸值和酸度测定酸价》规定,发现大多数研究学者采用酸价法对脂肪氧化程度进行测定。王芳兵^[43]等根据国标,建立了一种新的肉制品酸价测定方法,该法具有操作简便、有机溶剂和样品用量少、试验成本低等优点。但在肉制品中,脂肪易与水、蛋白质等物质密切接触,发生水解产生大量的游离脂肪酸。而这些游离脂肪酸与食用植物油中的又有所不同,游离脂肪酸里饱和脂肪酸的含量相对较高,不

易发生脂肪的氧化反应。此外又由于难以与空气直接接触,因此不会迅速氧化变质。所以当所测酸价上升时,只能表明游离脂肪酸总量的增加,不能直接判定脂肪的氧化程度^[44]。李贺楠^[45]等对不同产地和时期的腌腊肉制品进行取样,测定其酸价和过氧化值。结果表明:所选样品的感官呈下降趋势,酸价总体呈先上升后下降趋势,过氧化值有逐渐上升的趋势;而在贮藏期后半阶段,实验样品的酸价与感官变化呈正相关性,而过氧化值与感官变化的相关性则优于酸价。所以酸价不能准确评价腌腊肉制品的

实际品质状况,存在一定的局限性。

6.2 过氧化值法(POV)

过氧化值是衡量油脂和脂肪酸等氧化程度的指标。彭杨^[46]等通过对我国传统腊肉在腌制过程中品质的分析,得出过氧化值在腌制过程中总体呈现上升趋势,晾干过程中的极为明显,为腊肉的加工能提供一定的参考。因过氧化值是衡量脂肪氧化程度的一级指标,只能反映脂肪的初期氧化程度,对肉制品风味没有直接影响,又由于其具有不稳定性,容易被进一步分解,形成小分子化合物,如醛、酮、酸和羧基酸等^[47]。因此过氧化值也不适合判定脂肪氧化酸败程度。

6.3 硫代巴比妥酸反应物值(TBARS, Thiobarbituric acid reactive substances)

TBARS 值的测定主要是利用脂肪的最终氧化产物——丙二醛^[47]与 2-硫代巴比妥酸发生呈色反应,生成的化合物在 532nm 下有最大吸收值,利用此性质测出丙二醛含量,从而推导出油脂酸败的程度。TBARS 是反映肉类制品在贮藏过程中氧化变质程度的直接指标,对反映肉类食品安全性也有重要意义。Emami^[48]等利用 TBARS 值作为判定添加了石榴籽浆的肉制品的颜色变化和脂质稳定性的指标;王艳^[49]等利用 TBARS 值判定中式培根肌肉脂肪分解氧化程度,探究强化高温处理在腌腊肉制品加工中的可行性。通常来说 TBARS 值越大,表明脂肪氧化的程度就越高,酸败就越严重。但由于对于不同的肉制品或其他食品, TBARS 值的感官临界值应有所不同,测定的方法是一种显色反应,而肉中肌红蛋白等色素物质的含量对测定结果也有一定的干扰。目前 TBARS 检测技术不普及,还缺乏更多的实验科学依据和指标参数,这还有待借鉴国外经验进一步探讨研究。因此,能否用酸价指标评价腌腊肉制品的品质状况仍值得商榷,单独以过氧化值或结合其他指标如硫代巴比妥酸反应物值(TBARS)^[50],替代酸价,仍需进一步做研究和实践应用进行验证评判。

7 结束语

随着现代技术的快速发展,肉类中风味化合物已鉴定出 1000 多种,腌腊肉制品独特的加工工艺及贮藏要求,使得其风味的形成过程和机理复杂、影响因素很多,例如脂质和蛋白质作为肉类主要成分,其适度水解和氧化对产品特有风味的形成有利,但是如何及时地精确检测和控制其降解及变化程度,它

们之间是如何关联和相互影响的? 仍然是今后面临的技术难题。随着工业化大生产的推进,消费者对食品安全的要求越来越高,因此建立 HACCP 体系,完善和落实相关法律政策,实现风味形成和产品质量的全程控制,是将来的重点研究方向。在食品安全事件频发的今天,加强对传统腌腊肉制品风味物质形成机理及控制技术、风味物质的提取及检测技术研究,快速准确地判定腌腊肉制品质量优劣,对保障腌腊肉制品风味品质、促进企业实现标准化生产及质量控制具有重要意义。

参考文献:

- [1] 周光宏, 赵改名, 彭增起. 我国传统腌腊肉制品存在的问题及对策[J]. 肉类研究, 2003, 17(1): 3-7.
- [2] 冯小敏, 王维民. 肉品风味研究进展[J]. 食品科学, 2009, 30(21): 216-219.
- [3] Zhou GH, Zhao GM. Biochemical changes during processing of traditional Jinhua ham[J]. Meat Science, 2007, 77(1): 114-120.
- [4] Mottarm D S. Flavor formation in meat and meat products: a review[J]. Food Chemistry, 1998, 62(4): 415-424.
- [5] 欧全文, 王卫, 张鉴, 等. 肉类风味的研究进展[J]. 食品科学, 2012, 37(12): 107-110.
- [6] 苏扬. 风味学[M]. 四川科学技术出版社, 2010: 18-40.
- [7] 徐健. 肉类制品风味物质的形成[J]. 科技信息, 2010, (32): 375-376.
- [8] 谭斌, 丁霄霖. 肉类(牛肉)风味化合物综述[J]. 中国食品添加剂, 2004, (6): 73-79.
- [9] 唐静, 张迎阳, 吴海舟, 等. 传统腌腊肉制品挥发性风味物质的研究进展[J]. 食品科学, 2014, 35(15): 283-288.
- [10] 王劼, 张水华. 肉类风味的研究[J]. 中国调味品, 2001, (8): 31-35.
- [11] 曹雁平. 食品调味技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 73-86.
- [12] 张晓, 张曦, 赵成法, 等. 脂质在干腌火腿加工过程中的变化及其对风味的影响[J]. 现代农业科技, 2012, (10): 329-330.
- [13] Wang L Z, Liu L, Holmes J. Assessment of film-forming potential and properties of protein and polysaccharide-based biopolymer films[J]. International Journal of Food Science and

- Technology, 2007, 42(9):1128-1138.
- [14] 王超. 腌腊肉制品加工过程中脂质氧化及抗氧化技术研究[D]. 南京:南京农业大学, 2009.
- [15] 陈鑫炳, 范素琴. 腊肉风味的研究[J]. 肉类工业, 2010, (2): 31-34.
- [16] Ordóez J A., Hierro E M, Bruna J M, et al. Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1999, 39(4): 329-367
- [17] Bruna J M, Hierro E M, De L H, et al. Changes in selected biochemical and sensory parameters as affected by the superficial inoculation of *Penicillium camemberti* on dry fermented sausages[J]. International Journal of Food Microbiology, 2003, 85(12): 111 - 125.
- [18] 夏延斌. 食品风味化学[M]. 北京:化学工业出版社, 2008:10-24.
- [19] 高尧来, 朱晶莹. 美拉德反应与肉的风味[J]. 广州食品工业科技, 2004, 20(1): 91-93.
- [20] 鹏丽, 郭祀远. 广式腊肉风味物质成分分析的研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(11): 122-124.
- [21] 刘士健. 腊肉加工过程中主体风味物质变化研究[D]. 重庆:西南大学, 2005.
- [22] 余爱农, 宋新建, 刘应煊, 等. 固相萃取辅助提取-气相色谱-质谱分析烟熏腊猪肉香气成分[J]. 食品科学, 2004, 25(8): 134-137.
- [23] 尚永彪, 吴金凤. 农家腊肉冷熏加工过程中挥发性风味物质的变化[J]. 食品科学, 2009, 30(17): 79-83.
- [24] 师希雄, 魏晋梅, 田甲春, 等. 应用 HS-SPME 和 GC-MS 技术检测陇西腊肉中的风味物质[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(5):176-179.
- [25] Beneta I, Guàrdia D, Ibañez C, et al. Analysis of SPME or SBSE extracted volatile compounds from cooked cured pork ham differing in intramuscular fat profiles[J]. LWT-Food Science and Technology, 2015, 60(1): 393-399.
- [26] Olmo A D, Calzada J, Nuñez M. Effect of high pressure processing and modified atmosphere packaging on the safety and quality of sliced ready-to-eat “*lacón*”, a cured - cooked pork meat product[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2014, 23(6):25-32.
- [27] Ramarathnam N, Rubin L J, Diosady L L. Studies on meat flavor: Fractionation, characterization, and quantitation of volatiles from uncured and cured beef and chicken[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1993, 41(6): 939-945.
- [28] 郭凯, 芮汉明. 食品中挥发性风味成分的分离、分析技术和评价方法研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(4): 110-115.
- [29] 尹晓婷, 宋焕禄, 祖道海, 等. 采用同时蒸馏提取法分析不同加工时期金华火腿香味成分[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(4): 122-128.
- [30] Gianelli M P, Flores M, Toldrá. The use of Solid Phase Microextraction (SPME) for the analysis of aldehyde compounds in dry-cured ham[C]. Journal of Science of Food and Agriculture, 2002, 82(14): 400-401.
- [31] 党丽亚, 王璋, 许时婴. SPME 和 SDE 法提取的金华火腿与巴马火腿风味物质比较[J]. 中国调味品, 2008, (2): 51-57.
- [32] Dirinck P, Vanopstaele F, Vandedriessche F. Flavor differences between northern and southern European cured hams[J]. Food Chemistry, 1997, 59(4): 511-521.
- [33] 赵竹娟. 乌龙茶加工中香气成分的变化研究[D]. 重庆:西南大学, 2005.
- [34] 宋焕禄. 食品风味化学[M]. 北京:化学工业出版社, 2007, 12: 155-167.
- [35] Selli S, Cabaroğlu T, Canbas A, et al. Volatile composition of red wine from cv. Kalecik Karası grown in central Anatolia. [J]. Food Chemistry, 2004, 85(2): 207-213.
- [36] Willams A A. Flavor research and the cider industry[J]. Journal of the Institute of Brewing, 1974, 80(5): 455-470.

- to the identification of *mycorrhizae adnrusts* [J]. *Mol Ecol*, 1993, 2(2):113-118.
- [5] Felsenstein J. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap [J]. *Evolution*, 1985, 39(4):783 - 791.
- [6] Vakalounakis D J, Fragkiadakis G A. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber; Differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility, and RAPD fingerprinting [J]. *Phytopathology*, 1999, 89 (2): 161-168.
- [7] 王琢, 闫培生. 真菌毒素产生菌的分子鉴定研究进展 [J]. *中国农业科技导报*, 2010, 12 (5):42-50.
- [8] Cuong V, Bachmann T T, Schmid R D. Development of a dipstick immunoassay for quantitative determination of 2, 4 dichlorophenoxyacetic acid in water, fruit and urine samples [J]. *Fresenius J Anal Chem*, 1999, 364(6): 584-589.
- [9] Campa D, Tavanti A, Gemignani F, et al. DNA microarray based on arrayed-primer extension technique for identification of pathogenic fungi responsible for invasive and superficial mycoses [J]. *J Clin Microbiol*, 2008, 46(3): 909-915.
- [10] 谢丽源, 张勇, 彭金华, 等. 桑黄真菌分子鉴定及遗传多样性分析 [J]. *菌物学报*, 2010, 29(3): 347-356.
-
- (上接第 21 页)
- [37] Noble A C, Ebeler S E. Use of multivariate statistics in understanding wine flavor [J]. *Food Reviews International*, 2002, 18(1): 1-2.
- [38] Grosch W. Detection of potent odorants in foods by aroma extract dilution analysis [J]. *Trends in Food Science and Technology*. 1993, 4(3): 68-73.
- [39] Singh S, Hines E L, Gardner J W. Fuzzy neural computing of coffee and tainted water data from an electronic nose [J]. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 1996, 30(3): 185-190.
- [40] GB2730-2005 腌腊肉制品卫生标准 [S].
- [41] 王新惠, 张鉴, 王卫, 等. 四川腌腊肉制品食用安全性分析 [J]. *食品工业科技*, 2014, 35(24):49-52.
- [42] 张雪娇, 唐道邦, 肖更生, 等. 市售广式腊肉理化指标间的相关性分析 [J]. *食品工业科技*, 2012, 33(7): 82-85.
- [43] 王芳兵, 刘以娟, 唐书泽, 等. 一种新的肉及肉制品酸价测定方法 [J]. *广州农业科学*, 2012, 39(13): 119-121.
- [44] 刘永强. 氧化变质程度指标的商榷 [J]. *肉类工业*, 2005, (11): 38-40.
- [45] 李贺楠, 时宏霞, 李莹莹, 等. 传统腌腊肉制品酸价和过氧化值指标适用性 [J]. *肉类研究*, 2014, 28(1): 17-21.
- [46] 彭杨, 熊俊君. 我国传统腊肉在腌制过程中品质的分析监测 [J]. *安徽农业科学*, 2014, 42(16): 5250-5257.
- [47] 马长伟, 张松山, 刘欢, 等. 对反映腌腊肉制品脂肪氧化酸败程度指标的探讨 [J]. *肉类研究*, 2007, 21(6): 4-6.
- [48] Emami A, Fathim H, Ganjkanlou M, et al. Effects of dietary pomegranate seed pulp on oxidative stability of kid meat [J]. *Meat Science*, 2015, 104:14-19.
- [49] 王艳, 刘昌华, 章建浩, 等. 强化高温风干工艺对中式培根脂质分解氧化的影响 [J]. *食品科学*, 2013, 34(11):77-82.
- [50] 孙群. 肉制品脂类氧化: 硫代巴比妥酸试验测定醛类物质 [J]. *食品科学*, 2002, 23 (8): 331-334.