

肉类掺假检测技术研究进展

王宽^{1#}, 刘树柏^{1#}, 张晓梅^{2*}, 张鸿伟², 崔淑华², 王凤美², 鲍蕾²

(1. 国家知识产权局专利局专利审查协作北京中心, 北京 100190; 2. 山东出入境检验检疫局技术中心, 青岛 266001)

摘要: 肉类是我国居民消费最大的食品之一, 然而掺假事件时有发生, 这不仅对消费者的经济利益造成损害, 更有甚者会对人类身体健康造成影响, 因此对肉类掺假进行检测鉴别显得十分重要。本文综述了各种肉类掺假检测技术的应用和特点, 并探讨其发展趋势。目前, 国内外最常用的检测方法有 PCR 检测技术、酶联免疫法 (ELISA)、近红外光谱技术、色谱技术等。在这些技术中, 以 PCR 为主的检测技术包括长度多态性 PCR、随机扩增多态性 PCR 以及实时 PCR 等最为成熟, 应用得也最为广泛。近红外光谱检测虽然检测速度比较快, 但是准确度方面还有待改进。ELISA 方法虽然已有商品化试剂盒出现, 但由于受蛋白活性影响, 其应用范围也受限。色谱分析方法近年来有了更深入的研究, 随着高分辨质谱的出现, 通过多肽鉴定肉类品种将是一个新的研究方向。随着科技的发展, 多种技术相结合将会使掺假检测更加快速、可靠。

关键词: 肉类; 掺假; 检测技术

Advances on detection of meat adulteration

WANG Kuan^{1#}, LIU Shu-Bai^{1#}, ZHANG Xiao-Mei^{2*}, ZHANG Hong-Wei²,
CUI Shu-Hua², WANG Feng-Mei², BAO Lei²

(1. Patent Examination Cooperation Center of the Patent Office, SIPO, Beijing 100190, China;
2. Technical Center of Shandong Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Qingdao 266001, China)

ABSTRACT: Meat is one kind of food consumed widely in China. However, events of adulteration often occurred, which not only hurt the consumers' economic interests, but also affected human health. So the detection of meat adulteration is very important. The application and characteristics of various meat adulteration detection technologies were reviewed and their development trends were discussed in this paper. The most used detection methods commonly include PCR technology, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), near infrared spectroscopy (NIR) and chromatography. Detection technology based on PCR including amplified fragment length polymorphism PCR, random amplified polymorphic PCR and real-time PCR are the most developed and used widely. Near infrared spectrum (NIR) technology detects fast, but the accuracy still need to be improved. The ELISA methods have had commercial kits, but its application is limited due to the protein activity. Chromatographic analysis in recent years have a further research, the peptide identification with high resolution mass spectrometry will be a new research direction. With the development of science and technology,

基金项目: 山东检验检疫局科研计划项目(SK201214)

Fund: Supported by the Scientific Research Program of SDCIQ (SK201214)

*通讯作者: 张晓梅, 工程师, 主要研究方向为食品检测。E-mail: sdsywl@163.com.

*Corresponding author: ZHANG Xiao-Mei, Engineer, Technical Center of Shandong Entry-Exit Inspection & Quarantine Bureau, No.70, Qutangxia Road, Shinan District, Qingdao 266002, China. E-mail: sdsywl@163.com

#王宽、刘树柏为共同第一作者。

#WANG Kuan and LIU Shu-Bai are co-first authors

multiple technologies combining will make the detection more quickly and accurately.

KEY WORDS: meat; adulteration; detection

1 引言

我国是一个肉类消费大国,肉类是我国居民食物源中一个极为重要的类别。据统计,2011年城镇人均消费肉类达到了35.17 kg,60年间增长了13倍^[1]。伴随着肉类市场的急剧扩大,市场上肉类掺假的事件频频发生,掺假的方式越来越多,内容越来越复杂,不仅产生经济问题,更有甚者会直接对消费者的健康造成影响。目前,掺假的手段主要有以次充好,以假乱真。例如某些商家以病死的猪肉冒充高品质的猪肉,或在商品中掺杂异种肉,如以鸡鸭肉冒充羊肉,以猪肉冒充牛肉,更有甚者以狐狸肉冒充牛羊肉等等。因此,对肉类种源及品质进行快速、准确地检测以确定是否掺假显得十分重要。然而,传统的检测方法以感官和形态检验为主,准确率低、局限性大,对加工好的样品根本无法检测。目前,国内外已建立起以肉类特征的蛋白质、DNA、脂肪为标靶物,运用光谱技术、DNA检测技术、色谱技术、酶联免疫分析等技术作为检测手段。本文综述了国内外肉类掺假检测技术的研究进展,并探讨了各类方法的优缺点和适用范围。

2 肉类制品检验方法

2.1 近红外光谱检测技术

近红外光(near infrared, NIR)是指波长在780~2526 nm之间的电磁波。在此波长范围内,有机物的含氢基团如-OH、-SH、-CH、-NH会发生倍频或合频吸收,从而产生特征的吸收光谱。由于肉类中的蛋白质、核酸、脂肪等化合物均含有大量的含氢基团,因此可以使用近红外光谱对其进行检测,进行定性或定量分析。

近红外光谱检测技术主要应用于肉类的成分鉴别、品质鉴别以及真伪鉴别。国外已有大量相关报道。Ding等^[2]先成功利用近红外光谱分别检测了袋鼠肉和牛肉,并建立了多元线性回归模型区分袋鼠肉和牛肉,结果表明精度达到83%以上,之后又对市场上的牛肉汉堡包进行了检测,他们利用近红外光谱采集了牛肉在生、熟、切碎等状态下的光谱,并建立PLS回归模型,所谓PLS回归模型即偏最小二乘回归模型,利用模型来判断汉堡中牛肉的掺假情况,判断的准确度达到92.7%,并且准确度随掺假量的升高而升高^[3]。Cozzolino等^[4]利用近红外光谱检测了大量不同的肉类样品,并在测得的光谱和样品之间建立了偏最小二乘法回归模型,运用此模型验证样品肉源的准确率达到80%以上。Morsy等^[5]利用近红外光谱对新鲜的和解冻的牛肉

进行了定量检测,发现其检测相关系数和标准偏差均有差异。Kamruzzaman等^[6]选取了940, 1067, 1144和1217 nm波长处的特征吸收,构建了模型,成功鉴定了羊肉馅中的猪肉,检测限为2%。近红外光谱不仅能鉴别肉的种类和来源,还能鉴定肉的品质。总挥发性盐基氮(TVB-N)是鉴定肉类鲜度的重要指标之一,它是指肉类水浸液在碱性条件下与水蒸气一起蒸馏出来的总氮量。利用近红外光谱法检验TVB-N已经受到了广泛的研究。蔡建荣等^[7]利用近红外光谱检测猪肉,并使用联合区间偏最小二乘法选取了特定区域,建立了TVB-N的预测模型,结果显示此方法能够准确地检测TVB-N的含量从而判断猪肉的新鲜度。猪肉脂肪中的脂肪酸组成是评价猪肉的加工质量的重要依据,Ripoche等^[8]和Rohman等^[9]利用傅里叶变换近红外光谱,分别成功测定了猪肉脂肪中的脂肪酸组成和掺在牛肉中的猪肉成分,标准误差为0.742。

近年来,近红外光谱检测技术在食品行业得到了较快发展,因为其具有如下优点:1)快速,检测时间只需1 min,并能进行在线分析;2)制样简单;3)可同时测定多组分;4)无污染非破坏性。但其也有一定局限性,比如检测成本比较高,需要建立分析模型,目前在线检测精度不高,有待于进一步研究。

2.2 PCR检测技术

大部分生命体中都有DNA存在,其作为遗传信息的携带体,包含了丰富的物种特异性信息。DNA检测是目前最有效的物种鉴定方法^[10]。DNA鉴定的主要方法是聚合酶链式反应(PCR)。PCR方法的原理是DNA的半保留复制以及可以通过温度变化控制DNA的变性和复性,其具体过程为首先DNA变性由双链变为单链,再通过与引物结合互补变成局部双链,之后在DNA聚合酶的作用下延伸得到完整的DNA双链,从而使得DNA得到复制。通过PCR方法,可以在体外扩增得到大量的DNA片段,结合电泳、测序等方法即可进行DNA鉴定,从而确定物种类别。随着PCR检测技术不断发展和完善,其已经成为国内外最成熟、使用最广泛的肉类掺假检测技术。

根据对DNA分析方法的不同,可将PCR检测技术分为以下几种:长度多态性DNA分析(PCR-RFLP)、随机扩增多态性DNA分析(PCR-RAPD)、DNA测序(PCR-sequencing)。PCR-RFLP的特点是扩增的DNA片段通过限制性内切酶产生特定的酶切片段,通过鉴定是否含有特定的酶切片段就能够确定样品种类。由于能够产生特异性的DNA片段,所以PCR-RFLP具有高度的特异性,甚

至能对相近种源的肉类进行鉴别。Girish 等^[11]使用 PCR-RFLP 方法鉴定了牛排、水牛、羊肉和山羊肉等肉类,取得了满意的结果。Doosti 等^[12]利用 PCR-RFLP 技术建立了牛肉、羊肉、猪肉、鸡肉、驴肉和马肉的鉴定方法,并对市场和超市中的 224 份肉制品进行了检测,验证了该方法的实用性和可靠性。Safdar 等^[13]利用 PCR 方法同时对马肉、大豆蛋白、家禽、香肠等进行了物种识别, Amaral 等^[14]对香肠中的野兔、家兔、马鹿、猪和母牛肉进行了鉴定,检测限达 0.01~0.1%,表明 PCR 方法具有高灵敏度和特异性。Saze 等^[15]利用 PCR-RAPD 方法成功地鉴别了牛肉、猪肉、羊肉和火鸡肉,但由于 PCR-RAPD 方法是将样品中的 DNA 序列进行随机扩增,故属于非特异性反应,因此只适用于检测单一性的样品,且随机扩增的重现性差。PCR-sequencing 方法是对扩增的 DNA 序列直接进行测序,得到分子结构信息,并通过判断是否含有特征 DNA 序列来鉴定样品的类别。这种方法的优点是准确度高,重现性好,但由于测序工作量巨大,使得这种方法具有局限性。

随着 PCR 技术的成熟发展,出现了一种新的 PCR 技术,称为特异性引物 PCR。其原理是在 DNA 扩增的阶段加入设计好的特异性引物,对 DNA 片段进行特异性扩增,而后直接判断检测成分中目标物是否存在。这种方法由于引入了特异性引物,免去了 DNA 扩增后的电泳、测序和多态性分析过程,使得测试更加快速,在节省时间的同时还提高了准确度。在特异性引物 PCR 的基础上引入荧光反应,利用荧光监测 PCR 过程,这种方法称为实时 PCR 技术。实时 PCR 方法具有高灵敏度、不受基质条件影响、能够定量检测等优点,目前是肉类掺假检验研究中的热点方向。2013 年, Soares^[16,17]等采用了荧光实时 PCR 技术定量检测了在禽肉产品加工过程中的猪肉含量。随后, Ali 等^[18]和 Rahman 等^[19]分别采用实时荧光 PCR 技术通过检测线粒体中细胞色素 b 基因,成功鉴定了猪肉和狗肉,其检测限分别达到 0.01%和 0.02%。2014 年, Kesmen 等^[20]通过 Taqman 探针和实时荧光 PCR 结合的方法对生的和热加工过的驴肉和猪肉进行了定量鉴定,结果表明,生肉和煮过的肉的检测限可达 0.001%,高压蒸煮过的肉的检测限为 0.01%。

高分辨熔解(high-resolution melt, HRM)分析技术是近几年来在国外兴起的一种新遗传学分析方法,其无需序列特异性探针,且不受突变碱基位点和种类局限,在 PCR 结束后直接运行高分辨熔解,即可完成对样品基因型的分析,是一种高效稳定的 post-PCR 技术。该技术操作简便、快速,结果准确。2013 年, Sakaridis 等^[21]已将 HRM 技术成功应用到水牛肉的检测中,通过对 12S 和 18S rRNA 序列的 HRM 曲线分析,0.1%的水牛肉即可被准确的定量检测。

在我国,PCR 技术也已得到了广泛的研究并取得了一定的研究成果。侯东军等^[22]利用 PCR 检测方法成功地鉴定了牛羊肉中掺杂的猪肉,且具有较高的灵敏度和准确性。

李通等^[23]利用 PCR 技术快速鉴别了 5 种常见肉类,且检出限可以达到 1%以下。李金桩等^[24]利用 PCR 技术鉴定猪肉、羊肉和牛肉等不同品种的生鲜肉,结果表明猪肉、羊肉和牛肉的扩增产物 DNA 片段大小相差明显,特异性强非常容易进行识别。由于多重 PCR 方法特异性的提高,因此能够用于鉴定相近物种的 DNA。巩红霞等^[25]根据文献报道的特异性引物分别扩增了山羊肉和绵羊肉的 DNA,并利用多重 PCR 方法成功地鉴定了山羊肉和绵羊肉。杨丽霞等人^[26]建立了一种灵敏可靠的 SYBR 实时 PCR 技术用以检测肉类产品中的鸭肉成分。

我国已将 PCR 检测技术作为鉴定肉类的标准方法,国家先后出台了牛、羊、猪、鹿、狗、马、驴、兔、骆驼肉的国家检测标准^[27-34],农业部也出台了牛、猪和羊肉的检测标准^[35-37];出入境出台的 PCR 技术检测肉类的行业标准最为全面,包括鸡、牛、水牛、山羊、绵羊、鸭、火鸡、鹅、狐狸、猪、狗、貂、鸽子、猫、马、驴、鹌鹑、鹧鸪、鳕鱼、鲑鱼、黄鱼、金枪鱼、安康鱼、石斑鱼、鲨鱼、河豚鱼等^[38-40]。

综上所述可以看出 PCR 检测技术具有简单、特异性好、灵敏度高等优点,但其缺点是可能会产生假阳性、假阴性等问题,并且存在检测成本高、技术要求高等局限性。在生物技术飞速发展的今天,该领域内各项新技术如基因芯片、蛋白质芯片等不断涌现,将其与 PCR 技术的有机结合,必能在肉类掺假检测领域得到更多的应用。

2.3 色谱分析方法

色谱法既是一种分离方法又是一种分析方法,因其具有分离效率高、分析速度快、灵敏度高、能够进行定量检测等优点,能够实现自动化而广泛应用在分析化学、有机化学、生物化学等领域。目前,常用的色谱技术包括气相色谱、液相色谱、凝胶色谱和离子色谱等。在肉类检测中,应用最广泛的则是高效液相色谱。

色谱分析主要是通过对肉类氨基酸、蛋白质、肽类等成分的分析而鉴定其种类。2004 年, Aristoy 等^[41]利用阳离子交换色谱分析了肉类提取物中的肌肽、鹅肌肽和鲸肌肽等组分,从而成功地鉴定了肉类的种源。Schonherr 等^[42]利用高效液相色谱对特异性的短肽类物质进行分离分析,成功地鉴定了动物性成分的来源。Giaretta 等^[43]采用高效液相色谱检测猪肉和牛肉中的肌红蛋白,通过图谱上的差异确定区分猪肉和牛肉的色谱分离组分,并以特征组分的色谱峰面积变化识别牛肉中掺入猪肉成分的含量。利用高效液相色谱与质谱联用对鸡肉的一种特异的小肽进行检测,可以在混合肉类中鉴定出鸡肉成分,其灵敏度非常高。只要混合物中含有 0.5%的鸡肉成分就可以被检出。

利用色谱技术进行肉类鉴定起步较晚,但近年来随着高分辨色谱仪器的出现,利用色谱技术鉴定物种已成为新的研究热点。相对 PCR 技术而言,色谱技术不存在假阳

性,且检测限更低,定量更准确,应用范围也更广泛,缺点是仪器比较贵重,成本较高,较难普及。

2.4 酶联免疫分析

酶联免疫分析技术(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)是1971年由瑞典学者 Engvall 和 Perlmann,荷兰学者 Van Weerman 和 Schuurs 建立的检测体液中微量物质的固相免疫测定方法,其基本原理是将酶催化原理和抗原抗体的特异性反应结合起来。首先,酶与抗原抗体通过免疫方法结合,形成酶标记复合物,再与相应的抗原形成酶标记的抗原抗体复合物,然后相应的底物在酶的催化下反应生物另一种有色产物^[44]。早在1980年代,就有学者将酶联免疫分析方法应用在肉类掺假测试当中。1982年, Kangethe 等^[45]成功地利用酶联免疫反应鉴别马肉和牛肉。1988年, Martin 等^[46]利用酶联免疫反应在鸡肉、猪肉、牛肉的混合样品中检测出马肉成分。陆朱发等^[47]利用 ELISA 方法鉴定了860份牛肉、510份马肉、510份猪肉、310份羊肉和100份鸵肉,其检出率均在95%以上。Macedo-Silva 等^[48]成功地利用 ELISA 方法对汉堡包中肉馅进行了掺假性检测。Rencova 等^[49]利用 ELISA 的方法成功鉴别了家禽、马、袋鼠等肉类。Ayaz 等^[50]应用 ELISA 试剂盒对土耳其市场上的近100种肉类产品进行了检测,发现有22%的食品不符合其法律法规。

ELISA 利用酶催化底物反应的生物放大作用,和抗原-抗体免疫学反应特异性,使得此方法具有很高的灵敏度和特异性。目前,国外的一些公司已经研发出利用酶联免疫分析检测肉类的仪器,并成功地商品化。但在肉品加工过程中,蛋白质容易变性而使得酶联免疫反应失效,所以 ELISA 方法不适合加工过的肉制品,应用范围比较窄。

3 结 论

随着现代分析技术及各种学科的交叉发展,可应用于肉类掺假检测的技术也越来越多。近红外光谱分析技术、色谱分析技术、PCR 技术和免疫分析技术都能够在一定程度上满足肉类掺假检测,但各自均具有一定的适用范围,因此选择合适的检测技术显得尤为重要。今后的研究方向将集中在以下几个方面:多种检测技术结合使用,扩大应用领域;基于 DNA 的多态性,在 PCR 基础上发展指纹图谱技术,不仅可以鉴定物种还可以追踪溯源;构建数据库,共享物种的特征数据及模型;基因检测和色谱技术分析,离不开专业的数据分析软件,开发功能强大的软件能够协助快速、准确定性。我国作为一个生产和消费肉类的大国,必须加强对肉类掺假的检测,提高掺假检测鉴别的能力,这就要求在现有的检测技术基础上,研发低成本、高通量、准确可靠的检测方法,完善肉类掺假检测技术体系,为我国肉类食品质量安全做好保障。

参考文献

- [1] 2013 年我国肉类消费趋势探讨分析[EB/OL]. www.china-consulting.cn. Discussion and analysis of 2013 China's meat consumption trend[EB/OL]. www.china-consulting.cn.
- [2] Ding HB, Xu RJ. Differentiation of beef and kangaroo meat by visible/near-infrared reflectance spectroscopy [J]. J Food Sci, 1999, 64(5): 814-817.
- [3] Ding HB, Xu RJ. Near-infrared spectroscopic technique for detection of beef hamburger adulteration[J]. J Agric Food Chem, 2000, 48(6): 2193-2198.
- [4] Cozzolion D, Murray I. Identification of animal meat muscles by visible and near infrared reflectance spectroscopy[J]. LWT-Food Sci Technol, 2004, 37(4): 447-452.
- [5] Morsy N, Sun DW. Robust linear and non-linear models of NIR spectroscopy for detection and quantification of adulterants in fresh and frozen-thawed minced beef[J]. Meat Sci, 2013, 93(2): 292-302.
- [6] Kamruzzaman M, Sun DW, Eimsary G, *et al.* Fast detection and visualization of minced lamb meat adulteration using NIR hyperspectral imaging and multivariate image analysis[J]. Talanta, 2013, 103: 130-136.
- [7] 蔡健荣, 万新民, 陈全胜. 近红外光谱法快速检测猪肉中挥发性盐基氮的含量[J]. 光学学报, 2009, 29(10): 2808-2812.
Cai JR, Wan XM, Chen QS. Feasibility study for the use of near-infrared spectroscopy in the quantitative analysis of TVB-N content in pork[J]. Acta Optica Sin, 2009, 29(10): 2808-2812.
- [8] Ripoché A, Guillard AS. Determination of fatty acid composition of pork fat by Fourier transform infrared spectroscopy[J]. Meat Sci, 2001, 58(3): 299-304.
- [9] Rohman A, Sismindari, Erwanto Y, *et al.* Analysis of pork adulteration in beef meatball using Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy[J]. Meat Sci, 2001, 88(1): 91-95.
- [10] Aida AA, Cheman YB, Wong CM, *et al.* Analysis of raw meats and fats of pigs using polymerase chain reaction for Halal authentication[J]. Meat Sci, 2005, 69(1): 47-52.
- [11] Girish PS, Anjaneyulu ASR, Viswask N. Meat species identification by polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP) of mitochondrial 12S rRNA gene[J]. Meat Sci, 2005, 70: 107-112.
- [12] Doosti A, Dehkordi PG, Rahimi E. Molecular assay to fraud identification of meat products[J]. J Food Sci Technol, 2014, 51(1): 148-152.
- [13] Safar M, Junejo Y, Arman K, *et al.* A highly sensitive and specific tetraplex PCR assay for soybean, poultry, horse and pork species identification in sausages: Development and validation[J]. Meat Sci, 2014, 98(2): 296-300.
- [14] Amaral JS, Santos CG, Melo VS, *et al.* Authentication of a traditional meat sausage(Alheira) by species-specific PCR assays to detect hare, rabbit, red deer, pork and cow meats[J]. Food Res Interna, 2014, 60: 140-145.
- [15] Saez R, Sanz Y, Toldra F. PCR-based fingerprinting techniques for rapid detection of animal species in meat products[J]. Meat Sci, 2004, 66(3): 659-665.

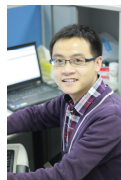
- [16] Soares S, Amaral JS, Oliveira MBPP, *et al.* A SYBR Green real-time PCR assay to detect and quantify pork meat in processed poultry meat products[J]. *Meat Sci*, 2013, 94(1): 115–120.
- [17] Soares S, Amaral JS, Oliveira MBPP, *et al.* Quantitative detection of soybean in meat products by a TaqMan real-time PCR assay[J]. *Meat Sci*, 2014, 98(1): 41–46.
- [18] Ali ME, Hashim U, Mustafa S, *et al.* Analysis of pork adulteration in commercial meatballs targeting porcine-specific mitochondrial cytochrome b gene by TaqMan probe real-time polymerase chain reaction[J]. *Meat Sci*, 2012, 91(4): 454–459.
- [19] Rahman MM, Ali ME, Hamid SBA, *et al.* Polymerase chain reaction assay targeting cytochrome b gene for the detection of dog meat adulteration in meatball formulation[J]. *Meat Sci*, 2014, 97(4): 404–409.
- [20] Kesmen Z, Ayten G, Mustafa TY, *et al.* Taqman-based duplex real-time polymerase chain reaction approach for the detection and quantification of donkey and pork adulterations in raw and heat-processed meats[J]. *Int J Food Proper*, 2014, 17: 619–638.
- [21] Sakaridis I, Ganopoulos I, Argiriou A, *et al.* A fast and accurate method for controlling the correct labeling of products containing buffalo meat using High Resolution Melting(HRM) analysis[J]. *Meat Sci*, 2013, 94(1): 84–88.
- [22] 侯东军, 杨红菊, 姜艳彬, 等. PCR 鉴定牛羊肉中掺杂猪肉的方法建立[J]. *食品工业科技*, 2009, 30 (3):328– 330.
- Huo DJ, Yang HJ, Jiang YB, *et al.* Establishment of method for PCR detection of pig components in beef and mutton[J]. *Sci Technol Food Ind*, 2009, 30 (3):328– 330.
- [23] 李通, 尹艳, 王海, 等. 聚合酶链式反应快速鉴别 5 种常见肉类[J]. *食品科学*, 2013, 34(8): 249–252.
- Li T, Yin Y, Wang H, *et al.* Quick identification of five species of meat by PCR assay[J]. *Food Sci*, 2013, 34(8): 249–252.
- [24] 李金桩, 白木兰, 包格日勒图. 用 PCR 技术快速鉴别肉品质[J]. *内蒙古农业大学学报*, 2009, 30(4): 150– 152 .
- Li JZ, Bai ML, Bao GRLT. Application of PCR in rapid identification of meat products[J]. *J Inner Mongolia Agric Univ*, 2009, 30(4): 150– 152 .
- [25] 巩红霞, 任永宏, 巩强. 用多重 PCR 方法鉴别生羊肉的真假[J]. *中国畜牧医*, 2006, 33(8):38–39 .
- Gong HX, Ren YH, Gong Q. Using multiplex PCR method to identify the true and false of raw mutton[J]. *Chin Anim Med*, 2006, 33(8):38–39 .
- [26] 杨丽霞, 宋涛平, 谢晓红, 等. SYBR Green I 实时 PCR 技术鉴定鸭源性成分的研究[J]. *中国农学通报*, 2013, 29(11): 16–19.
- Yang LX, Song TP, Xie XH, *et al.* SYBR Green I real-time PCR for detection of duck-derived components[J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2013, 29(11): 16–19.
- [27] GB/T 21100-2007 动物源性饲料中骆驼源性成分定性检测方法 PCR 方法[S].
- GB/T 21100-2007 Identification of Camelidae derived materials in animal - originated feedstuffs - PCR method[S].
- [28] GB/T 21101-2007 动物源性饲料中猪源性成分定性检测方法 PCR 方法[S].
- GB/T 21101-2007 Identification of Swine derived materials in animal - originated feedstuffs - PCR method[S].
- [29] GB/T 21102-2007 动物源性饲料中兔源性成分定性检测方法 实时荧光 PCR 方法[S].
- GB/T 21102-2007 Identification of Rabbit derived materials in animal - originated feedstuffs - Real-time PCR method[S].
- [30] GB/T 21103-2007 动物源性饲料中哺乳动物源性成分定性检测方法 实时荧光 PCR 方法[S].
- GB/T 21103-2007 Identification of Mammal derived materials in animal - originated feedstuffs - Real-time PCR method[S].
- [31] GB/T 21104-2007 动物源性饲料中反刍动物源性成分(牛,羊,鹿)定性检测方法 PCR 方法[S].
- GB/T 21104-2007 Identification of Ruminant derived materials in animal - originated feedstuffs - PCR method[S].
- [32] GB/T 21105-2007 动物源性饲料中狗源性成分定性检测方法 PCR 方法[S].
- GB/T 21105-2007 Identification of Dog derived materials in animal - originated feedstuffs - PCR method[S].
- [33] GB/T 21106-2007 动物源性饲料中鹿源性成分定性检测方法 PCR 方法[S].
- GB/T 21106-2007 Identification of Cervus derived materials in animal - originated feedstuffs - PCR method [S].
- [34] GB/T 21107-2007 动物源性饲料中马、驴源性成分定性检测方法 PCR 方法[S].
- GB/T 21107-2007 Identification of Horse and Donkey derived materials in animal - originated feedstuffs - PCR method[S].
- [35] 农业部 2122 号公告-1-2014 转基因动物及其产品成分检测 猪内标准基因定性 PCR 方法 [S].
- Public announcement no. 2122-1-2014 of the ministry of agriculture of the people's republic of china: Detection of transgenic animal and its product of swine - PCR method [S].
- [36] 农业部 2122 号公告-2-2014 转基因动物及其产品成分检测 羊内标准基因定性 PCR 方法[S].
- Public announcement no. 2122-2-2014 of the ministry of agriculture of the people's republic of china: Detection of transgenic animal and its product of sheep - PCR method[S].
- [37] 农业部 2031 号公告-14-2013 转基因动物及其产品成分检测普通牛(Bos taurus)内标准基因定性 PCR 方法[S].
- Public announcement no. 2031-14-2013 of the ministry of agriculture of the people's republic of china: Detection of transgenic animal and its product of bos taurus- PCR method[S].
- [38] SN/T 3730-2013 食品及饲料中常见畜类品种的鉴定方法 实时荧光 PCR 法[S].
- SN/T 3730-2013 Identification of domestic animal ingredient in food and feed Real-time PCR method[S].
- [39] SN/T 3731-2013 食品及饲料中常见禽类品种的鉴定方法 实时荧光 PCR 法[S].
- SN/T 3731-2013 Identification of domestic poultry ingredient in food and feed Real-time PCR method[S].
- [40] SN/T 3589-2013 出口食品中常见鱼类及其制品的鉴别方法 实时荧光 PCR 法[S].
- SN/T 3589-2013 Identification of domestic fish species in food and feed Real-time PCR method[S].
- [41] Arisroy MC, Toldra F. Histidine dipeptides HPLC-based test for the detection of mammalian origin proteins in feeds for ruminants[J]. *Meat Sci*, 2004, 67(2): 211–217.
- [42] Schonherr J. Analysis of products of animal origin in feeds by determination of carnosine and related dipeptides by high-performance

- liquid chromatography[J]. J Agric Food Chem, 2002, 50(7): 1945–1950.
- [43] Giaretta N, Digiuseppe A, Lippert M, *et al.* Myoglobin as marker in meat adulteration: A UPLC method for determining the presence of pork meat in raw beef burger[J]. Food Chem, 2013, 141(3): 1814–1820.
- [44] 李莉, 蒋作明. ELISA 在肉类检测中的应用[J]. 肉品卫生, 2001, 11(209): 24–26.
- Li L, Jiang ZM. The application of ELISA in the determination of meat[J]. Meat Hyg, 2001, 11(209): 24–26.
- [45] Kangethe EK, Jones SJ, Patterson RL. Identification of the species origin of fresh meat using an enzyme-linked immunosorbent assay procedure[J]. Meat Sci, 1982, 7(2): 229–240.
- [46] Matrin R, Azcona JI, Garcia T, *et al.* Sandwich ELISA for detection of horse meat in raw meat mixtures using antisera to muscle soluble proteins[J]. Meat Sci, 1988, 22(2): 143–153.
- [47] 陆朱发, 邵剑挺, 贺磊, 等. 用双抗夹心 ELISA 鉴别不同肉类的研究[J]. 动物检疫, 1993, 10(6): 5–7.
- Lu ZF, Shao JT, He L, *et al.* The study used double anti husband heart ELISA to identify different meat[J]. Anim Quarant, 1993, 10(6): 5–7.
- [48] Macedo SA, Barbosa SFC, Alkmin MGA, *et al.* Hamburger meat identification by dot-ELISA[J]. Meat Sci, 2000, 56(2): 189–192.
- [49] Rencova E, Svoboda I, Necidova I. Identification by ELISA of poultry, horse, kangaroo, and rat muscle specific proteins in heat processed products[J]. Veter Med, 2000, 45(12): 353–356.

- [50] Ayaz Y, Ayaz ND, Erol I. Detection in meat and meat products using enzyme-linked immunosorbent assay[J]. Muscle Foods, 2006, 17(2): 214–220.

(责任编辑: 张宏梁)

作者简介



王宽, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为微生物生理生化。
E-mail: wkuan1985@163.com



刘树柏, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为肿瘤免疫学。
E-mail: liushubai@sipo.gov.cn



张晓梅, 博士, 工程师, 主要研究方向为食品检测。
E-mail: sdsywl@163.com

“水产品加工与贮藏”专题征稿

水产品腐败变质的原因主要是水产品本身带有的或贮运过程中污染的微生物, 在适宜条件下生长繁殖, 分解鱼体蛋白质、氨基酸、脂肪等成分产生有异臭味和独行的物质, 致使水产品腐败变质, 丧失食用价值, 这不仅造成巨大的经济损失, 而且威胁到人们的生命健康。因此, 以杀死微生物为目标的杀菌技术, 一直是水产品加工行业以及整个食品行业共同关注的问题。水产品加工不同于其他食品, 不仅要求保持水产品原有的风味和色泽, 还要具有良好的口感和质地, 因此水产品的加工与贮藏技术影响着整个水产工业的发展。

鉴于此, 本刊特别策划了“水产品加工与贮藏”专题, 由渤海大学**励建荣**教授担任主编, 围绕**水产品保鲜加工技术、水产品加工副产物的综合利用、海洋生物活性物质的提取分离机活性鉴定研究、功能性保健食品和海洋药物的研制、水产品的质量安全研究和风险评估**等或您认为本领域有意义的问题展开讨论, 计划在2014年11月出版。

本刊编辑部和励教授欢迎各位专家为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在2014年10月20日前通过网站或E-mail投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: tougao@chinafoodj.com

《食品安全质量检测学报》编辑部