

近红外光谱技术在肉品检测中的应用和研究进展

徐霞, 成芳*, 应义斌

浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 浙江 杭州 310029

摘要 近红外光谱(NIRS)作为新型光学检测技术在食品行业中得到广泛应用。该技术能实现肉品在线、快速、无损检测,是肉和肉制品品质分析的重要技术之一。文章综述了近红外光谱技术在肉类行业中的重要应用以及近年来的研究进展,主要包括蛋白质、脂肪及水分等影响肉类品质的化学组成成分分析,肉品感官品质如嫩度、保水性、肉色及新鲜度等指标的评价以及肉品的产地、品种等方面的鉴定。同时列举了近红外光谱技术在几种常见肉制品品质检测中的应用实例,并针对目前发展趋势展望了该技术的前景:近红外光谱技术在进一步深入研究提高肉品检测精度的基础上,通过与机器视觉技术等新型无损检测技术的融合以实现全面评价肉类品质的目标。

关键词 近红外光谱;肉品;化学成分;感官品质;鉴别

中图分类号: O657.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2009)07-1876-05

引言

近年来,随着畜禽肉和肉制品食用量的迅速增长,人们对肉品质量提出了更高的要求。对于肉品,消费者最为关心是肉品质量以及价格。这就对肉品加工产业化、肉品的安全和食用品质评定以及肉品真伪、掺假鉴别等方面提出了要求^[1]。肉的感官品质的评价一般从肉色、嫩度、风味、持水性、多汁性等方面来衡量,传统的检测方法较多的是使用化学、物理以及口感等破坏性检测评价手段。世界范围内对于肉品品质检测技术的研究历史较长也取得了一定的成果,如各种肉品化学成分分析、肉品嫩度检测技术,利用图像处理等技术来进行畜体分级和肉品品质检测,并且已开发成仪器设备应用于实际生产中。尤其是丹麦和德国等已开发出近红外光谱的在线检测肉品品质的生产线。而当前中国对肉品品质无损、在线检测方面的研究和应用则相对较少,只有通过测电导率来检测肉质的数字显示式仪器或是通过近红外技术取样测牛肉嫩度的仪器,尚无针对肉品品质在线无损检测开发的设备,也没能真正投入到肉品的生产加工过程。

近红外光是指介于可见光和中红外光之间的电磁波,波长范围是700~2500 nm,一般有机物在该区的近红外光谱吸收主要是含氢基团(-OH, -CH, -NH, -SH)等的倍

频和合频吸收。由于肉类中的大多数有机化合物如蛋白质、脂肪、有机酸、碳水化合物等都含有不同的含氢基团,所以通过对其进行近红外光谱分析就可测定这些成分的含量,并通过进一步分析得到更多与肉品品质相关的信息。该技术近年来在食品行业发展较快,具有快速在线分析,简单无污染,非破坏性分析可实现无损检测,可实现远程分析检测等优点。它不仅能实现肉品传统的化学成分检测,同时在感官品质评价、品种鉴别、肉质损坏等其他方面也有涉及,具有较大的发展前景。本文介绍了近年来近红外光谱技术在肉和肉制品品质检测和评价上的应用与研究进展。

1 近红外光谱技术在肉类检测中的应用

鲜肉既可以作为成品直接出售,也可以加工成熟肉、冷冻肉或作为肉制品的原料。利用近红外光谱技术可实现对肉类(包括鲜肉、冷冻肉或熟肉等)成分的分析 and 测定,肉色、嫩度、保水性等感官特征的评价,同时也可对肉的产地、真伪等做出鉴定和判断,以达到肉类品质和安全的要求。

1.1 近红外技术应用于肉类化学组成分析

从肉的化学组成上分析,主要有蛋白质、脂肪、水分、浸出物、维生素和矿物质六种。每种化学成分均对肉的营养品质或营养品质影响甚大,如肉品中水分含量及其持水性能

收稿日期:2008-05-12, 修订日期:2008-08-16

基金项目:国家高技术研究发展专项“863”计划项目(2007AA10Z215),浙江省自然科学基金项目(Y307441)和浙江省科技计划项目(2006C12103)资助

作者简介:徐霞,1985年生,浙江大学生物系统工程与食品科学学院08级直博生 e-mail: xuxiazd@163.com

* 通讯联系人 e-mail: fcheng@zju.edu.cn

直接关系到肉的品质和风味, 肌肉脂肪的多少直接影响肉的多汁性和嫩度。自 20 世纪 60~70 年代就已有近红外反射光谱与水分、蛋白质、脂肪和卡路里之间相关性的研究, 这为深入挖掘近红外光谱技术在此领域的应用与发展打下了基础。表 1 所示为近年来近红外光谱技术对不同肉类如牛肉、猪肉等的化学成分及含量检测的应用, 该领域研究较为成熟, 目前市场上也有此方面应用的专门仪器, 如丹麦 Foss 公司的 FoodScan 系列食品成分快速分析仪。除了蛋白质、脂肪以及水分这三种最常用的组分外, 脂肪中脂肪酸的组成和含量对肉的品质和营养价值具有重大影响, 因此现代理念对肌肉脂肪的各种脂肪酸含量和比例有了新的要求。近年来, 有学者开始转向对肉类脂肪酸组成和含量的近红外光谱分析研究, 表 1 中列有相关研究实例。常规的近红外技术应用于鲜

肉和屠宰过程在线检测, 为了实际应用的需要可扩展检测肉类的状态如半冷冻及冻干肉, 同时也可将此检测技术进一步扩展应用于水产肉类的研究。Xccato^[2]采用近红外 PLS 回归法分析, 发现剁碎的鱼片建模效果优于某处完整部位, 但与冷冻干燥的剁碎的鱼片区别不大。

利用近红外反射光谱来测定肉中成分的含量时, 一般将肉切碎或磨碎至均匀混合物即成肉糜状, 可以准确测定肉中主要成分脂肪、蛋白质和水分的组成和含量。对于装样过程要求比较高, 但相较于理化方法测定具有明显的优势且利于原料肉的在线检测加工。对于完整肉片或肉块检测时, 近红外光谱方法虽然建模预测精度相对较差, 但能达到其在线检测的要求。

Table 1 Application of NIRS to meat chemical components determination

对象	成分	样品处理	检测设备及谱区	建模方法	结果
猪肉牛肉	蛋白质脂肪水分	鲜肉肉糜	MM55 NIR 传感头 1 100~2 500 nm	主成分分析(PCA)和多元线性回归(MLR)建模	脂肪、水分和蛋白质的预测标准差为 0.82%~1.94%, 0.94%~1.33%, 0.35%~0.70%, 取决于不同肉品种 ^[3]
猪肉	蛋白质渗透性脂肪	伊比利亚猪腰肉糜及 8 cm×12 cm×2 cm 完整肉样	Foss 近红外反射光谱系统 5000 1 100~2 000 nm	PCA 及修正偏最小二乘法(MPLS)建模	光纤探头在线检测完整肉样, 脂肪和蛋白质预测标准校验误差 0.74% 和 0.80% (RSQ = 0.94, 0.881) ^[4]
猪肉	矿物质元素	肉糜及 8 cm×12 cm×2 cm 完整肉样	Foss 近红外反射光谱系统 5000 1 100~2 000 nm	MPLS 法建模	近红外光谱对 Fe, Na 和 K 三种元素的建模预测效果较佳 ^[5]
猪肉	SFA/MUFA/PUFA 脂肪酸, C16 : 0, C18 : 0, C18 : 1, C18 : 2	猪背部和胸部肉样, 取其表面脂肪块以及脂肪提取液样本	BOMEM MB100 傅里叶变换近红外光谱仪: 漫反射、透射, 900~2 500 nm 中红外: 衰减全反射	PLS 法建模	利用中红外和近红外透射光谱对脂肪提取液所得到的预测相关性相对比较理想, 利用近红外反射光谱能预测 SAF, PUFA, C18 : 1, C18 : 2, 但精度稍低 ^[6]
牛肉	粗蛋白醚提取物干物质含灰量等	背部最长肌肉的肉糜	InfarAlyzer 500 型反射光谱仪 1 100~2 500 nm	多元色散校正(MSC)预处理, 采用 PLS 法建模	验证显示, 成分中粗蛋白、醚处理, 提取物、干物质的建模预测结果较好, 其他成分含量预测效果较差 ^[7]
兔肉	脂肪酸	鲜肉肉糜	Silver Spring 近红外光谱 5000 1 100~2 498 nm	MPLS 法建模	对亚麻油酸、棕榈酸、棕榈油酸不饱和脂肪酸和油酸含量有较好预测 ^[8]
羊肉	粗蛋白、脂肪干物质、含灰量、矿物质含量等	绵羊肉糜	InfarAlyzer 500 型反射光谱仪 1 100~2 500 nm	PLSR 法建模	NIRS 能快速预测主要化学成分含量, 对矿物质元素 Zn, Ka, Mg 的预测相关系数达到 0.86, 0.86, 0.92 ^[9]
鸡肉	粗蛋白质、渗透性脂肪、干物质、钙和磷	鲜肉肉糜	Foss 近红外反射光谱系统 5000 1 100~2 500 nm	PLS 法建模	干物质、粗蛋白、脂肪、钙和磷含量的预测相关系数与标准差为 0.82 和 1.83, 0.96 和 1.98, 0.99 和 1.07, 0.90 和 0.30, 0.91 和 0.11 ^[10]

1.2 近红外技术应用于肉类感官品质的评价

肉的食用品质主要是指感官品质、深加工品质、营养价

值、卫生品质等 4 个方面。最容易引起消费者重视的是感官品质, 如肌肉的颜色与系水力、嫩度、大理石纹、香味及多

汁性等,其中部分关键性指标如肉色、系水力和嫩度、新鲜度等可用近红外光谱技术来检测和评定。

1.2.1 肉类嫩度的评价

肉的嫩度是指肉在食用时口感的老嫩,反映了肉质地。应用近红外光谱技术,将测定的沃-布剪切力值(WBSF)与光谱值进行关联建模实现肉类嫩度的仪器评定。Byrne等^[11]采用主成分分析法(PCR)在750~1 098 nm的光谱范围内研究了牛肉背最长肌(LD)的嫩度、纹理以及风味与近红外光谱的相关性;Park等^[12]报道了利用分析近红外反射光谱确定牛肉背最长肌嫩度的结果,同样采用的是主成分分析法分析来波长在1 100~2 498 nm处生肉的吸收光谱,发现其与剪切力侧得的熟肉嫩度存在复相关系数 $r=0.692$,这样可以建立预测牛肉嫩度(口感)的模型;国内,赵杰文等^[13]利用牛肉样本近红外吸收光谱和沃-布剪切力测得的牛肉样本(LD)的最大剪切力值建模并进行主观嫩度等级评价。

根据目前的报道总结,研究结果和进展绝大部分是针对牛肉,另有部分的鸡肉和羊肉,但并未发现近红外光谱在猪肉的嫩度评价方面有较好的结果。近红外光谱法虽然能预测肉嫩度的变化,但研究肌肉部位受到限制主要是针对牛肉背部最长肌,然而这些预测模型往往不容易重复。另外,不同学者对于屠宰早期与僵直后肉的嫩度检测研究结果具有一定的差异性,可能与所研究的肉品以及具体研究实验条件有关,并不能充分地说明那个时期的近红外光谱更适合用来预测肉的嫩度。有学者将光谱范围扩展到可见光,综合利用可见近红外光谱评价肉类嫩度、肉色等更为广泛的感官特征。

1.2.2 肉的保水性的评价

肉的保水性也叫系水力或系水性,肌肉系水力(water holding capacity, WHC)是肌肉组织保持水分的能力,研究中多用自由滴水量(即滴水损失, Drip Lose)来表示肉的保水性。Forrest^[14]利用近红外光谱 PLS 建模方法预测屠宰当天猪肉的滴水损失,发现具有较好的相关性($r=0.84$);Geesink等^[15]利用近红外光谱模型来预测屠宰后两天的猪肉样本的感官品质,结果显示通过保水性的好与差(滴水损失 $<5\%$ 或 $>7\%$)分级标准,有望进一步实现猪肉畜体的在线分级。

利用近红外光谱技术测定肉质的保水性从而实现屠宰当天鲜肉的分级,具有广阔的应用前景。同时研究结果显示,近红外光谱对于屠宰后早期肉的保水性具有较好相关性,但肉的保存时间能在很大程度上影响近红外光谱模型的预测效果。

1.2.3 肉色及新鲜度

肉色是肉质评定的重要指标。近年来,有学者综合利用可见光和近红外光谱技术对肉色研究的报道。Sante等^[16]用近红外光谱技术结合人工神经网络(ANN)数据建模分析方法判断鸡胸肉的色泽,正确率达到70%;Cozzolino等^[17]利用可见光和近红外光谱结合经修正的偏最小二乘(MPLS)分析方法来预测猪肉样本的颜色,发现同品种猪肉其CIELAB系统中 L^* (Lightness)和 a^* (Redness)的验证相关系数较高。新鲜度也是可用近红外光谱来评定的感官指标之一,主要通过挥发性盐基氮这一指标来表示肉类的新鲜程度。Leroy等^[18]在1 200~1 300 nm波段利用近红外光谱建立挥发性盐

基氮的预测模型,实现了新鲜度的评价;候瑞锋等^[19]同样通过近红外漫反射光谱法建立挥发性盐基氮的预测模型,并通过聚类分析方法对光谱数据进行了分类处理,实现对肉品的新鲜程度无损快速检测。

可见近红外光谱检测肉类颜色和新鲜度是可行性的,但在实际加工过程中,近红外光谱法得到的肉色和新鲜度检测精度并非是所有方法中最高的。检测肉色时应用最为广泛和较为成熟的是利用机器视觉技术,新鲜度检测则另有电磁特性等方法。但在进行肉质的感官特征评定时,若近红外光谱技术有融合其他技术的可能性,并且能综合评定多种肉质指标,则在一定程度上可提高在线检测效率和实际的经济效益。

1.3 近红外技术应用于肉类的鉴定和判断

近红外技术应用于食品安全检测虽然时间较短,但由于其检测的优越性使其在这一领域广阔的前景。以近红外光谱技术对肉类的化学成分和含量分析、感官品质评定为依据,则更进一步实现肉类的安全鉴定和判断。

在肉类鉴定和判断过程中,首先考虑肉类的品种、产地,尤其作为原料肉更应明确来源,这对于食品的安全检测非常重要。Alomar等^[20]利用近红外技术及PLS分析建模方法高准确性地鉴别不同品种的牛肉以及牛肉的不同部位的肌肉,但针对屠宰后的畜体分级则并不成功;Cozzolino^[21]利用PCA及PLS的近红外分析方法来鉴别不同动物来源肉,其准确鉴别水平可达80%。

由于食品种类繁多、成分复杂,而且掺杂物质种类也很多,外观、组成或理化性质又比较接近,通常很难用一般的化学方法鉴别真伪。其复杂性也使得肉类掺假的鉴别意义非凡,尤其对于某些高价值的肉类品种如水产行业。近红外光谱在此方面也有相关报道。Javier和^[22]利用PLS和PCR分析建模方法对特定蟹肉品种的真伪和掺假进行了研究,鉴定误差小于6%。

鲜肉和冷冻肉在品质上存在一定的有优劣性差异,而肉类经冷冻再解冻的过程很大程度上会影响肉的食品品质。国外早期已有利用近红外技术成功鉴别新鲜和经过冷冻后再解冻牛肉样本的研究报道。除了上述应用,也有报道显示近红外技术可用来鉴定影响猪肉品质的关键基因(RN)、鸡肉中由细菌引起的肉质损坏等方面的研究。

2 近红外光谱技术在肉制品检测中的应用

近红外光谱技术除了应用于鲜肉及各种原料肉和生产加工过程的检测外,还能对肉制品成品进行质量的控制。因此,近红外分析技术被广泛应用到肉类工业的各领域来提高产品质量和生产效益,其中包括屠宰场,肉制品加工厂,零售企业,甚至宠物食品工业。各种蒸煮、烟熏的肠类,风干肠类,混合肉馅、肉饼、汉堡饼,熏烤的鱼肉,腌制肉以及火腿等肉制品都有相关的应用,集中表现在对肉制品中蛋白质、脂肪及水分等含量的检测。肉制品样本的处理、检测方法以及建模的方法手段等与鲜肉大致相同。

Ortiz-Somovilla等^[23]利用近红外光谱通过分析猪肉香肠

的品质,寻找绞细和均质分布香肠的 NIRS 最优分析指标。结果显示,脂肪、水分和蛋白质含量具有较好的预测精度。对于绞细的猪肉香肠,其脂肪、水分和蛋白质含量样本的预测值与标准值的相关系数分别为 0.98, 0.98 和 0.93, 相对应的预测标准差分别为 1.38%, 1%, 0.83%。而对于均匀搅拌后的绞细猪肉香肠,其相关系数分别为 0.99, 0.98 和 0.93, 相应的预测标准差为 0.94%, 0.76% 和 0.87%。

赵丽丽等^[24]以中国传统腌腊肉为对象,研究用近红外光谱分析技术快速准确检测肉制品品质的可行性。腊肉样品经过简单的粉碎后在 BRUKER 傅里叶变换近红外光谱仪上扫描,采用附加散射校正光谱预处理方法,与国标法获得的腊肉酸价和水分含量建立了腊肉酸价和水分含量的 PLS 回归模型。结果表明近红外光谱分析技术可以用于腊肉制品品质的快速检测,其中酸价模型和水分含量模型预测集中样品的预测值与标准值的相关系数分别为 0.98 和 0.90; 预测标准差 RMSECV 分别为 0.25 和 0.02。

Ding^[25]用近红外技术研究牛肉汉堡包掺假问题,结果表明对于掺假在 5%~25% 范围内的样品,判断准确度在 92.7% 以上,而且掺假量越多,判断准确度越高。他们采集了 400~2 500 nm 范围内的生、熟、切碎牛肉的光谱,对其进行分类,并通过修改的 PLS 方法建立回归模型来判断汉堡包的掺假程度。利用模型对其中掺入的羊肉、猪肉、脱脂奶粉和小麦粉的汉堡包的预测相关系数分别为 0.87, 0.89, 0.99, 1.00, 预测标准差分别为 3.33%, 2.99%, 0.92%,

0.57%。

3 前景与展望

近红外光谱技术目前已在食品、饲料、农业等行业中得到应用,快速、在线、准确的优点在实际生产和加工过程中充分体现了其价值。通过近红外光谱技术,肉类工业能够实现肉类快速、在线、无损的品质检测,肉和肉制品行业的安全监控并能更好地针对实际数据确定销售价格。目前,国内肉类工业对近红外技术的应用还不广泛,但相信今后必然会在该行业中得到较快的发展。

从发展前景看,今后研究的一个重点是完善检测方法,开发相应生产线的在线检测设备,提高在线检测肉品质量设备的精度。

对于肉和肉制品的质量检测,除文中详细介绍的近红外光谱技术外,近年来国内外也不乏其他无损检测新技术的应用和研究,如机器视觉、超声波、利用电磁特性检测技术等,表 2 所示为几种无损检测新技术的比较。由于肉和肉制品的整体综合品质的评价较为复杂,近红外检测技术对肉类品质的某几项指标尤其是肉的内部特性有较好的检测精度,但充分利用多种信息进行综合全面评价就显得不太理想。因此,如何充分利用多元信息,将近红外检测手段与其他检测技术进行综合,将检测数据有机融合,使肉品的质量得到简单、快速、准确、全面的评价是今后研究的重点。

Table 2 New non-destructive techniques for meat quality determination^[26]

名称	原理	优点	不足	应用
超声波技术	根据肉品在超声波作用下特性参数的变化测定来实现快速无损在线检测与分级	快速、非破坏性、无污染、灵敏度高被测物体的不规则性以及组织分布不均带来误差	差异受操作人员、测量部位、超声波频率等因素的影响,一般只能检测某部位的化学成分	测定肉品的组成成分、肌肉厚度、脂肪厚度等
电磁特性	肉品从新鲜到腐败过程中,阻抗值有一定的变化规律,还可利用其在电磁场中电、磁特征参数的变化来测定其综合品质	快速、准确、操作设备简单、不受场合地点限制	测量的品质特征有限,应用范围不广	测定肉化学组成、肉品保存时间、新鲜度,通过电刺激提高肉的嫩度和品质
机器视觉	利用图像处理技术对肉品质进行自动检测和分级	适合在线检测、准确性比人工判定高、客观稳定、适用于分级	检测指标有限	判定胴体的嫩度、脂肪分布,产量级、pH 等综合指标
近红外光谱技术	利用近红外线(800~2 500 nm)的反射或透射情况,检测肉品的化学组成、物理特性等	适合快速在线检测,简单无污染,可实现远程分析检测	检测成本高、分析复杂、目前在线检测精度不高	肉品化学组成和含量检测、感官品质的评定、产品鉴定等

参 考 文 献

- [1] Monin G. Meat Science, 1998, 49(2): 231.
- [2] Xiccato G, Trocino A, Tulli F, et al. Food Chemistry, 2004, 86(2): 275.
- [3] Togersen G, Isaksson T, Nilsen B N, et al. Meat Science, 1999, 51(1): 97.
- [4] Gonzalez-Martin I, Gonzalez-Perez C, Hernandez-Mendez J, et al. Analytica Chimica Acta, 2002, 453(2): 281.
- [5] Gonzalez-Martin I, Gonzalez-Perez C, Hernandez-Mendez J, et al. Analytica Chimica Acta, 2002, 468(2): 293.
- [6] Ripocha A, Guillard A S. Meat Science, 2001, 58(3): 299.

- [7] Prieto N, Andres S, Giraldez F J, et al. *Meat Science*, 2006, 74(3): 487.
- [8] Pla M, Hernandez P, Arino B, et al. *Food Chemistry*, 2007, 100(1): 165.
- [9] Viljoen M, Hoffman L C, Brand T S. *Small Ruminant Research*, 2007, 69(1-3): 88.
- [10] Kadim I T, Mahgoub O, Al-Marzooqi W, et al. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2005, 18(7): 1036.
- [11] Byrne C E, Downey G, Troy D J, et al. *Meat Science*, 1998, 49(4): 399.
- [12] Park B, Chen W R, Hruschka S D, et al. *Transactions of the ASAE*, 2001, 44(3): 609.
- [13] ZHAO Jie-wen, ZHAI Jian-mei, LIU Mu-hua, et al(赵杰文, 翟剑妹, 刘木华, 等). *Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析)*, 2006, 26(4): 640.
- [14] Forrest J C, Morgan M T, Borggaard C, et al. *Meat Science*, 2000, 55(1): 115.
- [15] Geesink G H, Schreutelkamp F H, Frankhuizen R, et al. *Meat Science*, 2003, 65(1): 661.
- [16] Sante V S, Lebert A, Le Pottier G, et al. *Meat Science*, 1996, 43(3-4): 283.
- [17] Cozzolino D, Barlocco N, Vadell A, et al. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 2003, 36(2): 195.
- [18] Leroy B, Lambotte S, Dotreppe O, et al. *Meat Science*, 2004, 66(1): 45.
- [19] HOU Rui-feng, HUANG Lan, WANG Zhong-yi, et al(侯瑞锋, 黄 岚, 王忠义, 等). *Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析)*, 2006, 26(12): 2193.
- [20] Alomar D, Gallo C, Castaneda M, et al. *Meat Science*, 2003, 63(4): 441.
- [21] Cozzolino D, Murray I. *Swiss Society of Food Science and Technology*, 2004, 37(4): 447.
- [22] Javier Gayo, Scott A. Hale, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007, 55(3): 585.
- [23] Ortiz-Somovilla V, Espana-Espana F, Gaitan-Jurado A J, et al. *Food Chemistry*, 2007, 101(3): 1031.
- [24] ZHAO Li-li, ZHANG Lu-da, SONG Zhong-xiang, et al(赵丽丽, 张录达, 宋忠祥, 等). *Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析)*, 2007, 27(1): 46.
- [25] Ding H B, Xu R J. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000, 48(6): 2193.
- [26] TU Kang(屠 康). *Journal of Northwest Science-Technique University of Agriculture and Forrestr. (Nat. Sci. Ed.)*(西北农林科技大学学报·自然科学版), 2005, 33(1): 25.

Application and Recent Development of Research on Near-Infrared Spectroscopy for Meat Quality Evaluation

XU Xia, CHENG Fang*, YING Yi-bin

College of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China

Abstract As one of new optical detection methods, near-infrared spectroscopy (NIRS) technique has been widely used in food industry in recent years. NIRS technique is also promising for quality evaluation of meat and meat products and is characterized by its quickness, online operation and nondestructive detection. The present paper reviews the main application and recent development of research on near-infrared spectroscopy in meat industry, including components analysis, sensory quality evaluation as well as discrimination of production. It's necessary to determine the content of main chemical components in a variety of meat such as protein, fat, water etc as they exert important influence on meat quality. Sensory quality including tenderness, water holding capacity, color, and freshness is commonly evaluated by human sensory system. Thus there is an obvious potential profit to achieve online determination industrialization for meat quality. Additionally the utilization of NIRS in quality detection of common meat products is particularized in this paper. Most study of near-infrared spectroscopy technique for meat quality evaluation lays emphasis on component analysis that especially has shown a progress in the determination of protein, fat, water and part of fatty acid, which has been investigated much recently. Not any kind of sensory quality can be well predicted by NIRS as it depends on the species of meat and the limitation of this optical technique. Therein beef is the mostly used object with many reports on the evaluation of tenderness compared to other types. There is a lot of investigation for sensory quality detection of pork on water holding capacity etc. Meanwhile this review also tries to come up with some perspectives on meat quality detection with near-infrared spectroscopy according to current development trend; on the basis of deeply improving the meat detection precision, near-infrared spectroscopy technique combined with other non-detection techniques like machine vision will be investigated in order to realize overall evaluation of meat quality.

Keywords Near-infrared spectroscopy; Meat; Chemical components; Sensory quality; Discrimination

* Corresponding author

(Received May 12, 2008; accepted Aug. 16, 2008)