

近红外光谱技术在水产品检测中的应用现状

吴广州¹, 孟娟¹, 时彦民¹, 简康¹, 时兵¹, 王世清^{2,3*}

(1. 济宁市渔业监测站, 山东 济宁 272000; 2. 青岛农业大学食品科学与工程学院, 山东 青岛 266109;
3. 青岛市现代农业质量与安全工程重点实验室, 山东 青岛 266109)

摘要:近红外光谱技术是近20年来发展迅速的新型分析检测技术,具有准确、简便、快速和不破坏样品等诸多特点。水产品是人类膳食中不可缺少的重要组成部分,其质量的优劣对人体的健康具有重要作用。本文主要论述了近红外光谱分析技术的原理与特点、技术发展历程及其在水产品检测中的应用现状和存在的问题。
[中国渔业质量与标准, 2013, 3(1):94–99]

关键词:近红外光谱; 水产品; 检测; 应用

中图分类号:S912

文献标志码:A

文章编号:2095-1833(2013)01-0094-99

近红外光谱分析技术作为一种快速分析技术,已广泛应用于众多领域。国内外学者利用近红外光谱技术在食品营养成分测定、质量评定、掺假鉴别、产地溯源等方面做了大量工作,以确保食品的质量和安全。但是由于水产品体内含有大量的水分,增加了近红外光谱分析的难度,故在这方面的研究还比较少。本文总结了近几年来国内外学者利用近红外光谱技术分析水产品的应用情况。

1 近红外光谱技术概述

近红外光(Near Infrared, NIR)是一种介于可见光(VIS)和中红外光(MIR)之间的电磁波,美国材料检测协会(American Society for Testing and Materials, ASTM)定义的近红外光谱波长范围是780~2 526 nm(波数范围为12 800~3 959 cm⁻¹),其是人们在吸收光谱中发现的第一个非可见光区。通常又将近红外光谱范围划分为短波区(780~1 100 nm)和长波区(1 100~2 526 nm)^[1]。

近红外采集的光谱主要是物质分子振动的非谐振性使分子振动从基态向高能级跃迁时产生的。其光谱区内有机物的吸收主要为含氢基团的合频与倍频吸收,几乎所有有机物的结构和主要组成部分都可在近红外光谱区中找到信号,且谱图比较稳定。经研究发现,物质的含量与近红外光谱区内多个不同波长

点的吸收峰呈良好的线性关系,由此开始利用该项技术进行一些产品的物质含量测定。由于水产品及其制品中的有机物都含有这些含氢基团,因此可以将近红外技术应用于水产品及其制品的快速检测^[2]。

2 近红外光谱的发展历程

1800年,英国物理学家William Herschel首次发现了近红外光谱区,但由于物质在该谱区的倍频和合频吸收信号较弱、谱带重叠严重、解析方法复杂,受当时技术水平的限制,近红外光谱“沉睡”了近一个半世纪。直到20世纪50年代中后期,随着简易型仪器的出现以及Norris等人做的大量工作,使得近红外光谱技术在农副产品分析中得到了广泛的应用。然而,到60年代中后期,随着各类新型分析技术的出现,加之经典近红外光谱分析技术暴露出的灵敏度低、抗干扰性差等弱点,使该分析技术逐渐被人们淡漠。80年代后期,随着计算机技术的迅猛发展,带动了分析仪器的数字化和化学计量学的发展。通过采用化学计量学方法解决了光谱信息提取和背景干扰等问题,加之近红外光独有的特点,使之逐步受到分析化学家的重视,其应用迅速扩展到各个领域。进入90年代,近红外光谱在工业领域中的应用全面展开,有关近红外光谱的研究及应用文献几乎呈指数增长,成为发展最快、最引人注目的一门独立的分析技术。由于近红

收稿日期:2012-10-09;接收日期:2013-02-20

资助项目:国家公益性行业科技专项(nhyzx07-014)

作者简介:吴广州(1981-),男,工程师,硕士研究生,主要从事渔业监测工作。E-mail:gz4666@163.com

通信作者:王世清,教授,主要从事食品安全与保藏方面的研究。E-mail:wangshiqing@126.com

外光在常规光纤中具有良好的传输特性,使近红外光谱在线分析领域也得到了很好的应用,并取得良好的社会效益和经济效益,从此近红外光谱技术进入一个快速发展的新时期^[3]。

3 近红外光谱技术的特点

近红外光谱技术包括近红外光谱仪、化学计量学软件和数学模型三部分,三者的有机结合才能满足近红外光谱检测的技术要求。近红外光谱分析技术包括定性分析和定量分析,定性分析的目的是确定物质的组成与结构,而定量分析则是为了确定物质中某些组分的含量或代表物质品质属性的值。与常用的化学分析方法不同,近红外光谱分析是一种间接的分析技术,是利用统计学方法在样品待测属性值与近红外光谱数据之间建立一个关联模型。样品的近红外光谱包含了物质的组成和结构信息。而物质质量参数(如成分含量)也与其组成结构相关。应用化学计量学方法对两者进行关联,就可确定这两者间的定性或定量关系,即定标模型。建立定标模型后,只要测出未知样品的近红外光谱,根据定标模型就可以预测样品的质量参数。

3.1 定性分析

近红外光谱中的定性分析常需借助化学计量学方法对光谱进行处理,从光谱中分离、提取物质的特征信息,达到判别的目的。近红外光谱的定性分析一般是用于确定分析样品在已知类别中的归属,通常须借助模式识别法来完成,在化学计量学中称之为判别分析(discriminant analysis, DA)。常用的近红外光谱定性分析方法有聚类分析(cluster analysis, CA)、主成分分析(principal component analysis, PCA)、簇类独立软模式分类法(SIMCA)和人工神经元网络法(ANN)等。其定性分析过程为:样品收集、光谱采集、光谱预处理、异常样品剔除、光谱范围优化、定性分析模型的建立和验证,最后进行样品分析。

3.2 定量分析

近红外光谱定量分析中常用的化学计量学方法属于多元校正范畴,是分析信息处理技术最为活跃的研究领域之一。其中最常用的方法有多元线性回归(multivariate linear regression, MLR)、主成分分析(PCA)、主成分回归(principle component regression, PCR)、偏最小二乘法(partial least squares, PLS)、拓扑学方法(the topology's method)和人工神经网络法

(ANN)等。其中MLR、PCA、PCR和PLS属于线性回归方法,主要用于样品的质量参数与变量间呈线性关系的情况。而拓扑学方法和ANN等方法在处理定量模型的非线性关系上具有一定的优势。

3.3 特点分析

与质谱分析法、高压液相色谱法、理化检验和微生物检验等相比,近红外光谱分析技术具有诸多优点^[4~7]。1)分析速度快,适合分析大批量的样品,光谱测量过程一般可在1~2 min内完成;2)分析效率高,通过一次光谱测量和已建立的相应校正模型,即可同时对样品的多种成分和性质进行分析,并且分析结果准确度逼近标准方法;3)样品检测适用范围广,通过相应的测样附件可以直接测量液体、固体、半固体和胶体等不同物态的样品;4)样品一般不需前处理,可以达到无损检测,也可透过包装材料进行测定;5)分析成本低、无污染,由于在整个测量过程中无需使用任何化学试剂,对仪器也几乎没有损耗,分析成本大幅降低,且不污染环境,属于“绿色分析”技术;6)便于实现在线分析,甚至可以进行有毒、腐蚀性材料或者恶劣环境的远程分析;7)仪器操作和维护非常简单,对操作人员的要求不是很高,且对身体无任何损害;8)测试重现性好,由于光谱测量比较稳定,测试结果几乎不受人为因素的影响,与标准测量方法相比,一般近红外光谱分析具有更好的重现性;9)随着模型中优秀数据的积累,模型不断优化,测试精度也将不断提高。

然而,近红外光谱分析技术也存在一定的局限性,需要继续探索和改善。1)由于物质在近红外光谱区内的吸收较弱,灵敏度偏低,一般测定的物质含量需在0.1%以上,目前还很难进行痕量分析;2)目前大多数研究还停留在进行可行性探索方面,深入进行研究的还比较少;3)近红外光谱分析技术只能对检测个体的一个极小区域进行检测,这会造成样品的品质在空间上存在差异;4)建立模型的工作难度大,需要来源丰富有代表性的样品和有经验的专业人员,配备精确的化学分析手段,且前期投入较多;5)每一种模型只能适应一定的时间和空间范围,用户的技术也会影响模型的预测效果,因此需要不断对模型进行更新和维护;6)模型使用受一定的地域或环境影响,且很抽象,每台仪器的模型均不同,增加了使用的局限性。

4 近红外光谱技术在水产品及其制品检测中的应用

近红外快速检测有许多优点,利用近红外快速检测水产品及其制品,则可实现水产品及其制品的快速无损检测,大大减少了检测水产品及其制品成分所需时间。由于近红外吸收比较弱,所以不必像其他分析技术那样需要溶解、消化、萃取等一系列前处理过程,近红外光可以直接穿透水产品及其制品获得内部的物质成分信息,正是这一优点使近红外技术适用于快速分析。近红外光谱分析的样品一般不做预处理,样品颗粒大,近红外的波长远小于颗粒直径,光在样品中传播时散射效应大,而且可以穿透到样品内部携带有内部信息,这使得近红外光谱技术可以应用各种漫反射技术对样品直接测定,大部分固体样品的在线检测也都选用漫反射技术。这一特点可以使得近红外技术对于复杂的水产品及其制品进行破坏性检测、原位分析和活体分析。

4.1 近红外光谱技术在水产品检测中的应用

水产品由于其营养与药用价值逐步被人们认识,其市场和消费群体逐步扩大,需求量也逐年增加。目前,国内外已将近红外光谱技术广泛应用于水产品的理化指标检测和品质鉴定等方面。

早在 1987 年,Maraboli 就利用近红外光谱进行鱼肉持水性的检测^[8]。Marquardt 等^[9]利用拉曼近红外光谱仪检测鱼肉中脂肪、胶原蛋白以及色素的分布和浓度,这些指标均与鱼肉的鲜度有关,波长选择 785 nm 处,以减弱荧光物质的干扰,得出准确数据。Nilsen 等^[10]研究了鳕鱼肉在贮藏过程中,400~1 100 nm 范围内光谱吸收情况的变化,结果显示随波长的变化吸收峰与感官分析评价分数呈现的相关性较好,但感官瑕疵如出血点等会对两者之间的相关性产生负面影响。Smulevich 等^[11]利用近红外光谱仪成功判别出被测金枪鱼肉样品是否被 CO 处理过。在气调包装中,利用 CO 可与鱼肉中色素结合,掩盖产品的内在腐败。一些欧盟国家已明令禁止该种鱼肉的进口。研究结果表明,与 CO 发生结合的呈色物质在 420 nm 和 431 nm 两处出现吸收峰,其检验的过程较迅速且样品处理简单。Brodersen 等^[12]利用近红外光谱仪检测了整虾和虾制品的 pH 值、含盐量、冻结状态,还可对加工过程中虾仁的温度变化进行识别。Xiccati 等^[13]利用近红外偏最小二乘回归法

进行分析,发现在建模中剁碎的鱼片样品比完整部位建立的模型效果更好,不过与经冷冻干燥的剁碎的鱼片样品区别并不大。Gayo 等^[14]利用可见光结合近红外光谱技术对掺假蟹肉的鉴别进行了研究,采用 PCR 和 PLS 分析方法进行建模,鉴定误差在 6% 以下。吴迪等^[15]利用无信息变量消除法与连续投影算法结合对可见-近红外光谱区内有效波长进行选择,优选后的波长为输入变量,从而建立最小二乘-支持向量机模型,对白虾属中东方白虾、脊尾白虾和秀丽白虾进行品种鉴别。结果证明,利用可见-近红外光谱分析技术对白虾的品种鉴别是可行的,采用 UVE-SPA-LS-SVM 组合模型可以获得较满意的分类结果,为鉴别白虾品种提供了有效的方法依据。

4.2 近红外光谱技术在水产品制品——鱼糜检测中的应用

鱼糜,是将鲜活原料鱼预处理后,经采肉、漂洗、精滤、脱水、分装、冻结而成的具有一定贮藏期的中间素材产品^[16]。通常为了适应市场需要,在鱼糜中添加能提高鱼肉蛋白质耐冻结性的糖类和食品级磷酸盐,经搅拌均匀后再冻结,以冷冻鱼糜的形式保藏。优质冷冻鱼糜具有高蛋白质、低脂肪、口感佳、白度好、杂点少、弹性好等优点,被广泛应用于生产各种调理食品,如鱼丸、鱼糕、鱼饼、鱼香肠、鱼肉火腿、模拟蟹肉等鱼肉深加工产品^[17]。

蛋白质、淀粉、水分等物质是鱼糜及其制品中的主要成分,也是影响其品质好坏的重要因素。Uddin 等^[18]在 2006 年,采用表面光纤探头附件对鱼糜的近红外透射光谱进行采集,从而建立了蛋白质和水分的定量分析模型,成功对鱼糜中的蛋白质、水分含量进行了预测。黄艳等^[19]利用近红外光谱分析技术对快速测定白鲢鱼糜中的水分含量进行了研究,并建立了白鲢鱼糜的水分含量模型,验证集的相关系数可达 0.982。罗阳等^[20]利用近红外光谱技术对草鱼鱼丸中淀粉和水分的含量进行了分析,并为其建立了相应的定量分析模型。以定标集和验证集的相关系数与预测标准误差作为判断该模型优劣的依据。分析结果表明,采用 PLS 建立的数学模型效果最好,其定标集和验证集的相关系数均较高,而预测误差都较低。该研究表明利用近红外光谱分析技术对鱼丸中淀粉和水分的含量进行测定是可行的。黄艳^[21]尝试利用近红外光谱技术鉴别鱼糜样品的原料鱼种类,分别采用 3 种不同的模式识别法对黄花鱼糜、白鲢糜和草鱼糜进行定性分析模型的建立。通过对各模型的分析

与比较,结果显示线性判断法(LDA)优于聚类分析法(PCA)和簇类独立软模式分类法(SIMCA)。另外,针对模型的鉴别率海鱼鱼糜明显高于淡水鱼糜,尤其是利用线性判断法(LDA)鉴别原料鱼种类的识别率高达100%。罗阳等^[22]利用近红外光谱分析技术进行鱼丸弹性的测定研究,并建立了相应的数学模型。其利用质构仪进行一次压缩来测定鱼丸弹性,取其使用的最大力数据进行建模。以定标集和验证集的相关系数与预测标准误差作为判断该模型好坏的依据。分析结果表明,利用PLS建立的数学模型,其定标集和验证集的相关系数均较高,而预测误差都较低。该结果说明利用近红外光谱分析技术对鱼丸弹性进行预测是可行的。王锡昌等^[23]通过化学方法测定狭鳕鱼糜的水分和蛋白质含量,利用近红外漫反射光谱分析技术建立相应的定量分析模型,以利于狭鳕鱼糜进行水分和蛋白质含量的快速无损检测。该模型的建立采用PLS法,其水分和蛋白质定量模型的相关系数均在0.96以上,并且采用漫反射光谱建立的模型预测结果优于近红外透射光谱。模型的相对标准偏差<10%,相对分析误差>3,表明该模型可以快速准确地测定狭鳕鱼糜中的水分和蛋白质的含量,并可应用于实际生产中。

4.3 近红外光谱技术在鱼粉检测中的应用

鱼粉(fish meal)作为一种非常重要的畜禽蛋白饲料原料,其富含高质量的蛋白质和种类齐全的氨基酸,并且极易消化。但由于中国鱼粉资源相对匮乏、供需缺口较大、市场价格不断走高。与此同时,国内肉骨粉(MBM)被明令禁用使用,其价格不断降低。为此,一些不法商贩开始在鱼粉中添加肉骨粉。因此,为了保障鱼粉的质量,寻求快速、简便的检测和鉴别方法是非常重要的^[24]。

牛智有等^[25]利用近红外光谱技术对145个鱼粉样品的化学成分进行检测,选择定标集为115个,验证集为30个。试验对原始光谱进行预处理,采用PLS建立定标模型。结果显示,一阶导数与9点平滑预处理的效果最佳。运用建立的定标模型对测试集样品成分含量进行预测,对预测值与化学分析值进行F检验。结果证明,在99%的置信度下,除钙的含量外,其他成分含量均为高度显著。Maneerot等^[26]利用近红外光谱技术对虾饲料中粗蛋白含量的预测进行了初步研究。Yang等^[27]通过偏最小二乘判别分析(PLS-DA)和改良偏最小二乘法(MPLS)技术进行定量分析,对纯鱼粉的90个样品和掺杂了10~

320 g/kg MBM的96个样品进行定量建模,验证集由39个纯样品和54个掺假样品组成。试验成功地将掺假样本辨别出来,并成功预测出MBM的标准交叉验证误差(SECV)为27.89 g/kg。杨增玲等^[24]收集了中国常用的鱼粉和肉骨粉,制备了201个样品作为定标集,其中111个为掺有1%~33%不同质量分数肉骨粉的样品,其他90个样品为纯鱼粉,另独立制备验证集样品113个,其中74个为掺有1%~33%不同质量分数肉骨粉的样品,39个为纯鱼粉样品。运用DPLS法建立判别模型,定标模型的准确率为95.7%,验证集准确率为95.6%,掺入肉骨粉的量≥5%时,准确率为100%。研究证明,近红外光谱技术可以提供一种快速鉴别鱼粉中肉骨粉的方法。石光涛等^[28]利用可见-近红外光谱分析技术检测鱼粉是否掺有植物饼粕。试验收集了我国常见的鱼粉和豆粕样本,将豆粕以不同浓度梯度掺杂到鱼粉中制成试验样本,分别进行定量和定性研究。结果表明,利用近红外光谱分析技术能够成功检测出鱼粉中是否含有豆粕及其含有量。刘小莉等^[29]采用傅立叶近红外光谱仪对鱼粉中掺杂的三聚氰胺进行定性和定量检测,使用因子算法来建立定性分析模型,利用PLS建立定量模型。结果表明,用建立的定性和定量模型对验证集样品进行预测,其预测标准差平方根(RM-SEP)分别为0.779%和0.188%,说明此方法可以较准确的鉴别和检测鱼粉中掺有三聚氰胺的情况。

5 近红外光谱技术在水产品检测应用中存在的问题

虽然近红外光谱技术具有快速、无损、多组分同时检测、便于实现在线监测等优点,但在其实际应用中还存在一些问题。近红外检测技术在国内市场相对来说属于新生事物,还需要被接受和消化的过程;水产品行业缺乏近红外检测标准;近红外检测模型建立需要大量具有代表性的样品,理想的样品可能很难获得;样品搜集后采集光谱的方式有多种,如透射、透反射、漫反射等,但每种物质都有自己的最佳光谱采集方式,这就需要多次的比对试验才能确定;建模过程中,数据预处理方法、建模策略都会影响模型准确性、稳定性及一致性,没有一定相关专业知识和经验,往往做不出好的模型,建立的模型不同对不同样品的分析效果也会不同^[30];同一品种的水产品由于生长环境等外部因素的影响,其内部不同部位的品质会存

在很大差异,而对于不同品种的水产品这种差异将会更大,这些内部差异会导致近红外模型具有不同的适用性和预测准确度;精密光学仪器本身的生产成本,国外生产技术的垄断与壁垒,以及我国在近红外光学仪器关键部件生产方面的落后等形成了国外品牌仪器销售价格居高不下,国内近红外设备精度低、稳定性差的现状。上述问题在一定程度上阻碍了近红外技术在食品行业地快速发展及应用。

参考文献:

- [1] 韩东海,李鹏飞,王加华.便携式近红外仪及其应用[J].世界农业,2008,9(4):66-67.
- [2] 王晶,王加启,卜登攀,等.近红外光谱技术在牛奶及其制品品质检测中的应用[J].光谱学与光谱分析,2009,29(5):1281-1285.
- [3] 刘多强,李长征,孙建章,等.近红外光谱技术的发展及在石化领域中的应用[J].化工时刊,2011,25(6):32-34.
- [4] 周德成,刘木青,周小丽,等.近红外光谱在食品药品中的应用[J].红外,2006(3):28-31.
- [5] 陆婉珍,袁洪福,褚小立,等.当代中国近红外光谱技术[C]//全国第一届近红外光谱学术会议论文集.北京:中国石化出版社,2006.
- [6] 徐广通,袁洪福,陆婉珍.现代近红外光谱技术及应用进展[J].光谱学与光谱分析,2000,20(2):134-142.
- [7] 董守龙,任芊,黄友之.近红外光谱分析技术的发展和应用[J].分析与检测,2004,11(6):44-46.
- [8] Cen H Y, He Y. Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality [J]. Trends Food Sci Tech, 2007, 18: 72-83.
- [9] Marquardt B J, Wold J P. Raman analysis of fish:a potentialmethod for rapid quality screening [J]. Lebensm Wiss Technol, 2004, 37:1-8.
- [10] Nilsen H, Esaiassena M. Predicting sensory score of cod (*Gadus morhua*) from visible spectroscopy [J]. Lebensm Wiss Technol, 2005, 38: 95-99.
- [11] Smulevich G, Droghetti E, Focardi C, et al. A rapid spectroscopic method to detect the fraudulent treatment of tuna fish with carbon monoxide[J]. Food Chem, 2007, 101: 1071-1077.
- [12] Brodersen K, Bremner H A. Exploration of the use of NIR reflectance spectroscopy to distinguish and measure attributes of conditioned and cooked shrimp (*Pandalus borealis*) [J]. Lebensm Wiss Technol, 2001, 34 (8): 533-541.
- [13] Xiccato G, Trocino A, Tulli F, et al. Prediction of chemical composition and origin identification of European seabass (*Dicentrarchus labrax* L.) by near - infrared reflectance spectroscopy (NIRS) [J]. Food Chem, 2004, 86 (2): 275-281.
- [14] Gayo J G, Hale S A. Detection and quantification of Species Authenticity and Adulteration in Crabmeat Using Visible and Near - Infrared Spectroscopy [J]. J Agric Food Chem, 2007, 55(3):585-592.
- [15] 吴迪,吴洪喜,蔡景波,等.基于无信息变量消除法和连续投影算法的可见-近红外光谱技术白虾种分类方法研究[J].红外与毫米波学报,2009,28(6):423-427.
- [16] 沈月新.水产食品学[M].北京:中国农业出版社,2001:217-218.
- [17] 于红,冯月荣,王艳丽.冷冻鱼糜的制作及品质控制[J].肉类工业,2008,(6):21-24.
- [18] Uddin M, Okazaki E, Fukushima H, et al. Nondestructive determination of water and proteinin surimi by near - infrared spectroscopy [J]. Food Chem, 2006, 96 (3): 491-495.
- [19] 黄艳,王锡昌,邓德文.利用近红外光谱技术快速测定白鲢鱼糜中的水分含量[J].食品工业科技,2008,29(2):282-284.
- [20] 罗阳,王锡昌,邓德文.近红外光谱分析测定鱼丸中的水分和淀粉含量[J].光谱实验室,2008,25(6):1131-1137.
- [21] 黄艳.近红外光谱技术在鱼糜品质鉴别中的应用研究[D].上海:上海水产大学,2007.
- [22] 罗阳,王锡昌,邓德文.近红外光谱分析检测鱼丸弹性的可行性研究[J].食品科学,2008,29(8):530-533.
- [23] 王锡昌,陆烨,刘源.近红外光谱技术快速无损测定狭鳕鱼糜水分和蛋白质含量[J].食品科学,2010,31(16):168-171.
- [24] 杨增玲,韩鲁佳,刘贤,等.鱼粉中肉骨粉的可见-近红外光谱快速定性判别方法[J].农业工程学报,2009,25(7):308-311.
- [25] 牛智有,韩鲁佳,苏晓鸥.鱼粉品质的近红外反射光谱快速检测方法[J].农业机械学报,2005,36(5):68-71.
- [26] Maneerot J, Terdwongworakul A, Tanaphase W. Application of Near Infrared Spectroscopy to Predict Crude Protein in Shrimp Feed [J]. Kasetsart J (Nat Sci), 2006, 40: 172-180.
- [27] Yang Z L, Han L J, Liu X, et al. Detecting and quantifying meat meal or meat and bone meal contamination in

- fishmeal by visible and near infrared reflectance spectra [J]. Animal Feed Sci Technol, 2008, 147 (4): 357 – 367.
- [28] 石光涛, 韩鲁佳, 杨增玲, 等. 鱼粉中掺杂豆粕的可见和近红外反射光谱分析研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 29(2):362 – 366.
- [29] 刘小莉, 贾刚, 王康宁, 等. 应用傅利叶近红外光谱定性、定量检测鱼粉中掺杂三聚氰胺的研究[J]. 动物营养学报, 2010, 22(3):741 – 749.
- [30] 傅霞萍, 应义斌, 刘燕德. 近红外光谱技术在水果内部品质无损检测中的应用[J]. 农机化研究, 2004, (2):201 – 203.

Application status of near infrared spectroscopy in the detection of aquatic products

WU Guangzhou¹, MENG Juan¹, SHI Yanmin¹, JIAN Kang¹, SHI Bing¹, WANG Shiqing^{2,3 *}

(1 Jining Fisheries Station, Jining, Shandong 272000, China; 2 Food Science and Engineering College, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109, China; 3 Modern Agriculture Quality and Safety Engineering of Qingdao, Qingdao 266109, China)

Abstract: Near infrared spectroscopy technology is a new testing and analysis tool which has developed rapidly in the recent 20 years, and is characterized by accurate, simple and quick testing and the fact that the detection does not destroy samples. The aquatic products are important and indispensable parts in the human diet, and its quality plays a vital role in the human health. As one of the most advanced and promising tool for continuous process analysis, near infrared spectroscopy technology was applied extensively. Its principles, characteristics, historical progress, application status and future perspective were presented briefly in the article. [Chinese Fishery Quality and Standards, 2013, 3(1):94 – 99]

Key words: near infrared spectroscopy technology; aquatic products; detection; application

Corresponding author: WANG Shiqing. E – mail: wangshiqing@126. com