

# 近红外光谱技术在牛肉产地鉴别中的应用

刘海峰<sup>1</sup> 高浩<sup>1</sup> 花锦<sup>1\*</sup> 高媛惠<sup>1</sup> 张梨花<sup>1</sup> 赵文英<sup>2</sup>

1.山西省出入境检验检疫局,太原 030024;2.中北大学,太原 030051

**摘要** 采用近红外光谱方法,通过辨别分析法,一阶导数、二阶导数并结合 S-G 平滑方式、Norris 平滑方式处理光谱,利用 TQ Analyst 光谱分析软件建立判别分析模型。结果表明,采用一阶导数+Norris 平滑方式在波段范围分别为 6 198.09~5 025.58、4 447.04~4 117.68、7 795.55~6 932.00  $\text{cm}^{-1}$  时,模型能够准确地鉴别出山西平遥牛肉、四川黑牛肉、安徽颍州牛肉。因此,近红外光谱技术用于牛肉产地的鉴别分析具有可行性,可以为肉类工业提供快速、有效的鉴别方法。

**关键词** 牛肉鉴别;近红外光谱技术;模式判别;产地鉴别

现如今,牛肉成为中国人民的主要肉食品,它不仅为人们提供丰富的营养物质,还可以提高机体的免疫力。中国的牛肉产量居世界第三,仅次于美国和巴西,但养牛业的追溯体系还不健全,绝大部分活牛和牛肉产品无法追溯源头,给牛肉的国际贸易带来了不利影响,同时也增加了牛肉产品的食品安全风险。所以,建立追溯、监督、检查牛肉产地来源的技术体系有利于保护地区品牌,保护特色产品,确保公平竞争,防止病原菌的扩散,有效召回产品,减少经济损失。因此,如何快速鉴别不同地区的牛肉具有十分重要的意义。

近红外光谱介于可见光和中红外光谱区之间,其波长范围 780~2 526 nm。近红外光谱技术(NIR)是利用被检测样品的分子在近红外光谱区域内的吸收光照强度来对被检测样品中的一种或多种化学成分含量及特性进行快速测量的技术<sup>[1-2]</sup>。近红外光谱技术是近年来发展起来的一类新型分析检测技术,具有速度快、效率高、成本低、测试重现性好、测量方便等特点<sup>[3-4]</sup>,所以近红外光谱的定性判别分析广泛应用于类别判别中,用于鉴别食品真伪、掺假鉴别,鉴别食品种类、追溯原料产地、检测

农药残留、进行食品质量评估与分级等,在食品安全领域有着广阔的应用前景<sup>[5]</sup>。近红外(NIR)光谱检测技术已成功地对中药材<sup>[6]</sup>、蜂蜜<sup>[7]</sup>等产品进行快速产地鉴别分析。向灵孜等<sup>[8]</sup>利用近红外光谱技术对鸡肉进行了分类检测;孙晓明等<sup>[9]</sup>建立了牛肉糜的水分、蛋白质脂肪含量近红外光谱预测模型。本研究采用现代近红外光谱分析技术,结合模式判别方法,对不同地区的牛肉进行判别分析,以建立一种鉴别山西平遥牛肉、安徽颍州牛肉和四川黑牛肉的有效方法。

## 1 材料与方法

1) 试验材料。本研究选取了具有代表性的山西平遥牛肉、安徽颍州牛肉和四川黑牛肉各 300 批,分别取每个样品约 5 g。

2) 仪器与设备。美国 NICOLET 6700 傅立叶变换近红外光谱仪、TQ Analyst 9 光谱分析软件。

3) 光谱采集。取购得的样品,切取约 5 g 均匀铺于一洁净的培养皿上。采集光谱前,设置仪器工作参数。此仪器工作参数为,光谱扫描范围(data range): 10 000~4 000  $\text{cm}^{-1}$ ;分辨率(resolution):8  $\text{cm}^{-1}$ ;样品扫描次数(number of scan):32 次;背景扫描次数

收稿日期:2017-05-25

基金项目:山西省科技攻关项目(20150313015)

\* 通讯作者

刘海峰,女,1976 年生,工程师。

(与样品扫描次数相同):32 次(所需时间约 30 s)。数据处理采用 TQ Analyst 9 光谱分析软件。所有样品均重复采集 3 次光谱,扫描所得山西平遥牛肉、安徽颍州牛肉和四川黑牛肉的近红外原始光谱如图 1 所示。

## 2 结果与分析

1)光谱特征。由于不同产地的牛肉物质组成和化学结构几乎相同,由图 1 可知,在同一谱图上山西平遥牛肉、安徽颍州牛肉和四川黑牛肉表现为谱图相似,吸收峰值一致,近红外光谱取样的峰比较宽且峰与峰常常重叠。尽管存在差异,但直接通过谱图很难鉴别不同产地的牛肉,且存在主观性。因此需要对元素光谱进行合理地处理,利用数学、化学计量学方法处理光谱图再结合模式识别的方法来判别分析<sup>[10]</sup>。

2)建立模型。对光谱进行导数和平滑方式来消除光谱基线产生的偏移或漂移,提高光谱的信噪比,从而可以得到更为明显的特征光谱<sup>[11]</sup>。近红外光谱仪所采集的光谱除样品自身信息外,还包含了其他无关信息和噪音,如电噪音、样品背景和杂散光等,因此在建立模型之前需要对光谱进行预处理来

消除这些因素的影响。建模波段的选取是提取光谱信息的有效途径,它可以简化模型,剔除不相关或非线性变量,提高模型的鉴别能力和稳定性<sup>[12]</sup>。表 1 中为光谱预处理方法及波段选择对模型的影响。由此可知,在一阶导数 +Norris 平滑方式,且波段范围为 6 198.09 ~ 5 025.58,4 447.04 ~ 4 117.68,7 795.55 ~ 6 932.00  $\text{cm}^{-1}$  时,模型的鉴别能力较好。图 2 为一阶导数 +Norris 平滑方式在波段范围为 6 198.09 ~ 5 025.58,4 447.04 ~ 4 117.68,7 795.55 ~ 6 932.00  $\text{cm}^{-1}$  时所建立的模型。从图中可以看出,3 种牛肉分布的差异性比较明显。

3)验证模型。为进一步确证近红外判别分析模型的可靠性,利用模型对额外的标准样品进行判别分析,分析结果见表 2。试验结果表明,20 份被鉴别的标准样品中仅有 1 份未通过,说明该模型具有较好的鉴别效果。

## 3 结 论

本研究利用近红外光谱分析技术结合模式判别方法,建立了山西平遥牛肉、安徽颍州牛肉和四川黑牛肉的快速鉴别新方法。以山西平遥牛肉、安徽颍州牛肉和四川黑牛肉作为研究对象,通过比较

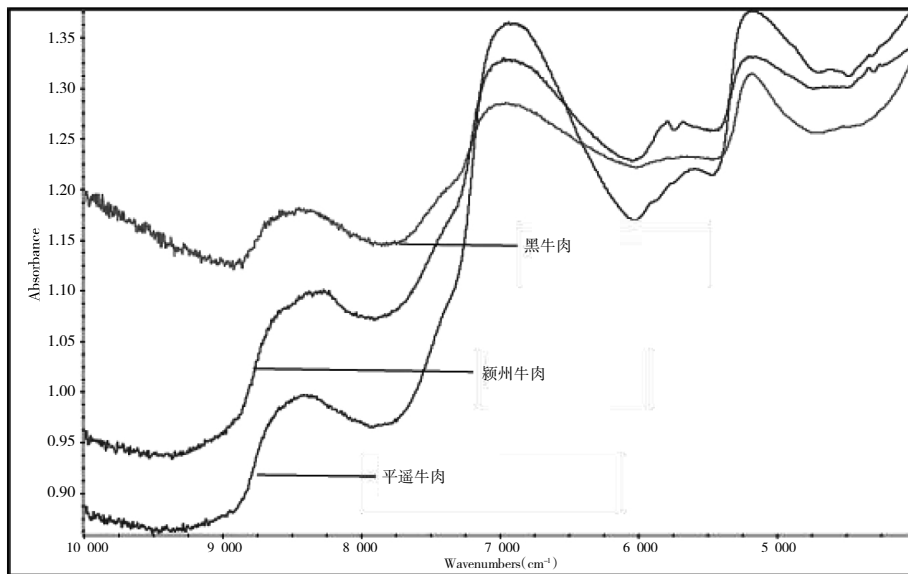


图 1 山西平遥牛肉、安徽颍州牛肉和四川黑牛肉的近红外原始光谱

表 1 不同方法建立牛肉产地近红外预测模型

波段范围 / $\text{cm}^{-1}$	求导方式	平滑方式	判别率 /%
6 198.09 ~ 5 025.58, 4 447.04 ~ 4 117.68, 7 795.55 ~ 6 932.00	一阶导数	S-G 平滑	73.9
6 198.09 ~ 5 025.58, 4 447.04 ~ 4 117.68, 7 795.55 ~ 6 932.00	一阶导数	Norris 平滑	98.5
5 438.66 ~ 5 322.57, 4 478.01 ~ 4 092.21	二阶导数	S-G 平滑	63.3
6 198.09 ~ 5 025.58, 4 447.04 ~ 4 117.68, 7 795.55 ~ 6 932.00	二阶导数	Norris 平滑	90.7

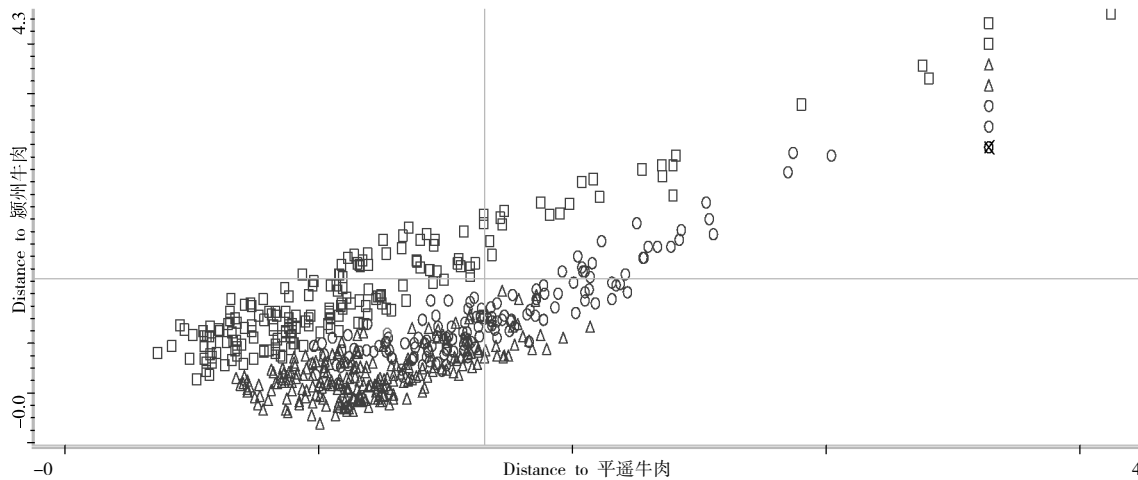


图 2 牛肉样本分布图

注:样本数据来自一阶导数+Norris 平滑方式在波段范围为 6 198.09~5 025.58、4 447.04~4 117.68、7 795.55~6 932.00 cm<sup>-1</sup>。

表 2 牛肉样品的判别分析结果

编号	实际样品	判定样品	是否通过	编号	实际样品	判定样品	是否通过
1	黑牛肉	黑牛肉	Y	11	平遥牛肉	平遥牛肉	Y
2	黑牛肉	黑牛肉	Y	12	平遥牛肉	平遥牛肉	Y
3	黑牛肉	黑牛肉	Y	13	颍州牛肉	黑牛肉	N
4	黑牛肉	黑牛肉	Y	14	颍州牛肉	颍州牛肉	Y
5	平遥牛肉	平遥牛肉	Y	15	颍州牛肉	颍州牛肉	Y
6	平遥牛肉	平遥牛肉	Y	16	颍州牛肉	颍州牛肉	Y
7	平遥牛肉	平遥牛肉	Y	17	颍州牛肉	颍州牛肉	Y
8	平遥牛肉	平遥牛肉	Y	18	颍州牛肉	颍州牛肉	Y
9	平遥牛肉	平遥牛肉	Y	19	颍州牛肉	颍州牛肉	Y
10	平遥牛肉	平遥牛肉	Y	20	颍州牛肉	颍州牛肉	Y

注:“Y”为是,“N”为否。

不同光谱预处理方法及波段范围,得到了最优的模型。结果表明,在一阶导数+Norris 平滑方式且波段范围分别为 6 198.09~5 025.58、4 447.04~4 117.68、7 795.55~6 932.00 cm<sup>-1</sup> 时,得到模型的判别率为 98.5%,能够较准确地鉴别牛肉的产地。

参 考 文 献

[1] JEYAMKONDAN S, KRANZLER G A, MORGAN B J, et al. Predicting beef tenderness using near-infrared spectroscopy [C]// Optical technologies for industrial, environmental, and biological sensing. International Society for Optics and Photonics, 2004.  
 [2] ROSENVOLD K, MICKLANDER E, HANSEN P W, et al. Temporal, biochemical and structural factors that influence beef quality measurement using infrared spectroscopy [J]. Meat science, 2009(82): 379-388.  
 [3] 段民孝, 邢锦丰, 郭景伦, 等. 近红外光谱分析技术及其在农业中

的应用 [J]. 北京农业科学, 2002, 20(1): 11-14.  
 [4] 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.  
 [5] 陈辉. 近红外光谱技术在农产品和食品安全检测中的应用研究进展 [J]. 畜牧与饲料科学, 2010, 31(8): 88-90.  
 [6] 刘沐华, 张学工, 周群, 等. 近红外漫反射光谱法和模式鉴别中药材产地 [J]. 光谱学与光谱分析, 2006, 26(4): 629-632.  
 [7] 杨燕, 聂鹏程, 杨海清, 等. 基于可见-近红外光谱分析的蜜源快速鉴别方法 [J]. 农业工程学报, 2010, 26(3): 238-242.  
 [8] 向灵孜, 郭培源. 近红外关平分析技术在鸡肉分类检测中的应用 [J]. 食品科技, 2014, 32(6): 66-71.  
 [9] 孙晓明, 卢凌, 张佳程, 等. 牛肉化学成分的近红外光谱检测方法的研究 [J]. 光谱学与光谱分析, 2011, 31(2): 379-383.  
 [10] 王丽, 励建荣. 红外光谱技术在肉品平直鉴别中的应用 [J]. 中国食品学报, 2010, 10(5): 232-236.  
 [11] 徐玮, 谭红, 包娜, 等. 近红外光谱法快速测定白酒中的酒精度 [J]. 中国农学报, 2010, 26(19): 70-72.  
 [12] 黄亚伟, 王加华, 李晓云, 等. 基于近红外光谱的人参与西洋参的快速鉴别研究 [J]. 光谱学与光谱分析, 2010, 30(11): 2944-2957.