

基于近红外光谱的粳稻种子快速鉴别方法研究

谢欢¹, 陈争光^{1*}, 张庆华²

1. 黑龙江八一农垦大学电气与信息学院, 黑龙江 大庆 163319
2. 大庆技师学院计算机工程系, 黑龙江 大庆 163254

摘要 黑龙江省是我国最大的粳稻产区 and 商品粮生产基地。水稻种植过程中, 选择合适的水稻品种是实现高产的关键环节。在农业生产中, 水稻品种的选择受多方面因素影响, 一般说来, 同一积温带所种植的不同水稻品种在外观上差别不大, 甚至没有差别, 很难通过肉眼观察进行准确区分。为了快速鉴别肉眼不便区分的不同类别粳稻种子, 提出了一种基于近红外光谱技术的粳稻品种快速无损鉴别方法。以黑龙江垦区大量种植的3种不同品种的粳稻种子(垦粳5号、垦粳6号和绥粳4号)作为研究对象, 每个品种选取40个样本, 其中30个样本做为建模集, 10个样本作为预测集, 扫描获取全部120个样本的近红外光谱数据。对原始光谱数据($11\,520\sim 4\,000\text{ cm}^{-1}$)两端进行裁剪, 选取吸光度较强的 $8\,250\sim 5\,779\text{ cm}^{-1}$ 范围内的光谱数据进行研究。首先建立参照模型, 即直接对光谱数据建立BP模型1, 同时光谱数据经过一阶导数和Savitzky-Golay平滑预处理后建立BP模型2。模型1的分类正确率为93.3%, 预测集均方根误差RMSEP=0.2328, 迭代时间 $t=3\,882.9\text{ s}$ 。模型2的分类正确率为100%, RMSEP=0.0706, 迭代时间 $t=954.5\text{ s}$ 。比较两种模型的评价参数RMSEP发现FD+SG预处理可以提高模型的预测能力, 但是由于两种模型未进行降维处理, 数据量过大, 模型的输入节点过多, 迭代时间太长, 不利于实际应用。因此利用小波变换多分辨率的特点对数据进行降维处理, 采用预测集残差平方和Press值作为评价指标, 在多个小波类别和参数中选取分解尺度为5的sym2(symlet2)小波对光谱数据进行压缩和降维处理, 将光谱数据由601维降到21维。以小波变换结果作为神经网络输入, 建立模型3, 并与模型1比较, 模型3的分类正确率为93.3%, RMSEP=0.2250, 迭代时间 t 缩短至198.9s, 比较结果显示小波降维可以减少神经网络的输入, 简化神经网络的结构, 从而提高迭代速度, 但对提高模型的预测能力效果不明显。上述三种模型比较结果表明, FD+SG预处理可以提高模型的预测能力, 小波降维可以提高模型的迭代速度, 综合上述三种模型比较结果分析, 最终建立“FD+SG+小波降维”的21输入、15个隐层、3个输出的神经网络鉴别模型4, 其分类正确率达100%, RMSEP=0.0293, 迭代时间为98.8s, 表明模型4能够完全实现对三种不同水稻品种的快速、准确、无损鉴别。因此, 所提出的基于近红外光谱的小波降维和反向传播人工神经网络鉴别模型的方法完全可以用于粳稻种子的快速无损鉴别, 同时也为其他农作物种子的快速鉴别提供了参考。

关键词 近红外光谱; 粳稻种子; 小波变换; 人工神经网络; 品种鉴别

中图分类号: O433.4 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2019)10-3267-06

引言

我国稻区播种面积约占粮食作物总面积的1/4, 因为不同稻区的自然生态环境、社会经济条件和水稻生产状况等有明显差异, 为使水稻产量或经济效益达到最大化, 对于不同水稻种植区域, 选择合适的水稻品种显得尤为重要。由于同

一地区种植的水稻品种外观差异很微小甚至没有差异, 很难通过肉眼区分, 农业生产中选错水稻品种的情况时有发生^[1], 因此水稻种子的品种鉴别对目前农业生产具有重要意义。

近红外光谱分析技术是利用化学计量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, 包括定性和定量分析。由于近红外光谱技术具有速度快、效率高、成

收稿日期: 2018-08-30, 修订日期: 2019-01-25

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0701300), 黑龙江八一农垦大学科研团队计划项目(TDJH201807)资助

作者简介: 谢欢, 女, 1994年生, 黑龙江八一农垦大学电气与信息学院硕士研究生 e-mail: byxh1010@sina.com

* 通讯联系人 e-mail: ruzee@sina.com

本低、无污染、测量方便等优点^[2], 已经被广泛应用于食品^[3]、石油化工^[4]、医药^[5]、农业等各个方面。近年来近红外光谱分析技术在食品农业方面已经取得了一些成果, 例如在肉制品的鉴别^[6]、水果的品质鉴别^[7]等方面。在对水稻品种鉴别方面, 目前仅有的研究主要是以我国南方籼稻作为研究对象^[8], 而应用于东北地区的水稻品种鉴别还少有报道。东北地区是我国粳稻主产区, 其中黑龙江省是全国最大的粳稻产区。黑龙江种植的粳稻在外形上有长粒形, 圆形和椭圆形三种外形特征。一般说来, 在一个积温带种植的水稻品种尽管多样, 但是其外观差异不大, 很难通过肉眼观察进行区分。本工作以黑龙江垦区的 3 种外观相似的不同品种水稻作为研究对象, 采集试验中的三种水稻种子的近红外光谱数据, 针对近红外光谱数据的高维和高相关性特点, 利用小波变换对光谱数据降维, 最后结合 BP 神经网络寻找基于近红外光谱技术的水稻品种鉴别的快速有效的方法。

1 实验部分

1.1 仪器设备

使用德国 Bruker 公司的 TANGO 型号的近红外光谱仪, 分辨率为 8 cm^{-1} , 谱区范围 $11\ 520 \sim 4\ 000 \text{ cm}^{-1}$ 。分析软件采用 CAMO 公司的 Unscrambler X10.3 和 MathWorks 公司的 Matlab2016a。

1.2 样品来源及光谱获取

选取黑龙江八一农垦大学实验基地 2017 年收获的 3 个不同品种的水稻为研究对象, 分别为垦粳 5 号、垦粳 6 号和绥粳 4 号, 粒形均为椭圆形。称取 10 g 作为一个试验样本, 每个品种取 40 个样本, 共 120 个样本, 置于室内自然干燥, 平均含水率 8.73% , 含水率方差为 8.332×10^{-6} , 标准差为 0.0029 。使用光谱仪对每个样本扫描 32 次取平均值作为一个样本的光谱数据。

1.3 光谱数据预处理

对采集的光谱进行 3 类预处理操作: 裁剪、求导和平滑。光谱曲线在首尾端的噪声较大且吸光度不明显, 因此裁剪掉光谱曲线首尾两端的数据, 保留 $8\ 250 \sim 5\ 779 \text{ cm}^{-1}$ 范围内的光谱数据(如图 1 所示)作为三个水稻品种分类鉴别的波数范

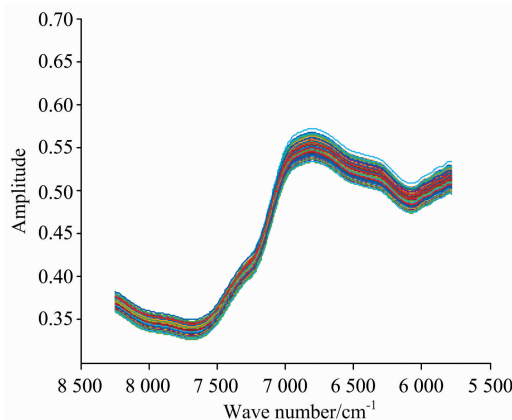


图 1 经裁剪的原始光谱数据

Fig. 1 Original NIR spectra after cutting edge

围。经一阶导数(first deviation, FD)消除基线和其他背景干扰^[9], 并在此基础上施加窗口大小为 9 的 Savitzky-Golay (SG)平滑, 降低光谱数据本身所携带的随机噪声。经过 FD + SG 预处理后的光谱曲线如图 2 所示。

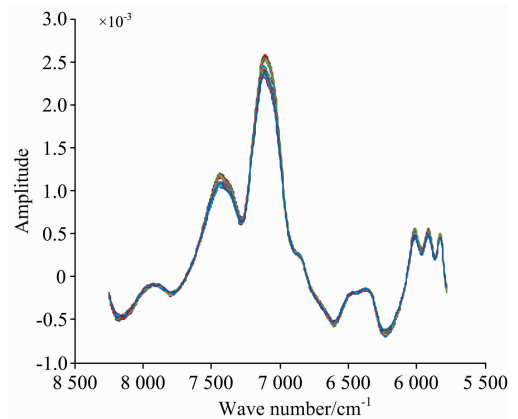


图 2 经过一阶导数和卷积平滑预处理的近红外光谱数据

Fig. 2 NIR Spectrum after 1st Der and S-G smoothing

1.4 小波变换

为了减少模型输入规模, 提高模型效率, 利用小波变换对光谱数据进行压缩降维^[10]。考虑到不同的小波基和分解尺度对模型预测能力的影响, 利用模型预测集的预测残差平方和 Press 值[式(1)]作为评价标准选取小波基和分解尺度。

$$\text{Press} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (1)$$

式中: n 为预测集的样本个数, y_i 为预测集第 i 个样本实测值, \hat{y}_i 为预测集第 i 个样本预测值。Press 值越小表明模型的预测能力越强^[11]。分别选取小波基 Daubechies (db1, db2, db3) 小波、Symlet (sym1, sym2, sym3) 小波和分解尺度 4, 5, 6 和 7 进行分解, 在不同小波基和分解尺度基础上所建模型的 Press 值变化情况如图 3 所示。比较模型的 Press 值, 选取最小 Press 值对应的小波基和分解尺度, 当小波基为 sym2, 分解尺度为 5 时其 Press 值为 0.012 1, 此时的 Press 值最小。

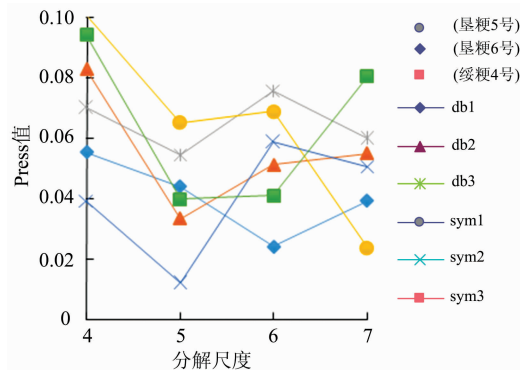


图 3 不同小波基和分解尺度的 Press 值

Fig. 3 Press values of different wavelets and decomposition scales

选取分解尺度为 5 的小波基 sym2 对 120 个样本进行小波变换压缩, 将 601 个波长点变量经过小波变换压缩到 21 个, 压缩倍数约为 28, 极大降低了数据处理规模, 提高了模型效率。

1.5 人工神经网络

人工神经网络通过模拟人脑细胞(神经元)的工作原理, 建立非线性模型实现分类和预测。目前使用最广泛的是反向传播神经网络^[12](back propagation, BP), 即多层结构的误差反向传播学习算法, 它具有信息前向传递、误差反向传递调节网络节点权值和阈值, 使输出尽可能接近期望值的特点。由于小波压缩后光谱数据有 21 个结点, 水稻品种有 3 个类别, 因此 BP 神经网络输入层有 21 个输入节点, 输出层有 3 个节点。网络各层传递函数采用 S 型函数, 网络指定参数中学习速率为 0.1, 目标误差为 0.000 1, 最大迭代次数设为 2 000, 经过反复试验, 当隐含层单元数为 15 时模型效果最好。最终得到一个 21 个输入、15 个隐含单元和 3 个输出单元的 3 层 BP 神经网络模型。

2 结果与讨论

2.1 不同水稻品种的聚类分析

对预处理之后的水稻光谱进行主成分分析, 前 3 个主成分累积贡献率为 91%。用前 3 个主成分绘制得分图如图 4 所示, 从图 4 可以看出, 垦粳 5 号(1)与垦粳 6 号(2)和绥粳 4 号(3)之间有明显的特征差异。不同品种的水稻具有良好的聚类效果, 定性描述了 3 种不同水稻品种的特征差异, 为本研究实现水稻种子分类预测提供了依据。

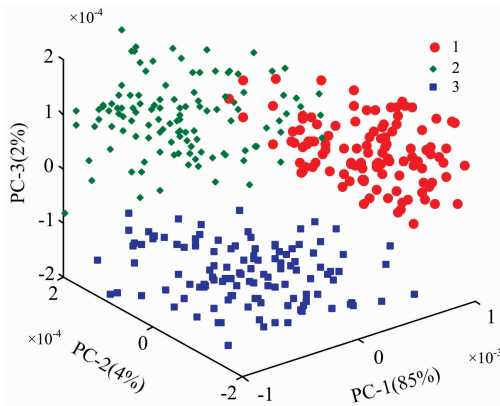


图 4 120 个水稻样本的前 3 个主成分得分图

Fig. 4 First 3 PCA score plots for 120 rice seed sample

2.2 建立 BP 品种预测模型

利用 Kennard-Stone 算法按 3 : 1 的比例, 将 120 个样本数据划分为建模集和预测集, 即建模集 90 个样本(每个品种 30 个), 预测集 30 个样本(每个样本 10 个)。基于 8 250~5 779 cm^{-1} 范围内的光谱数据, 根据流程图(图 5 所示)建立四种 BP 模型, 即模型 1、模型 2、模型 3 和模型 4。其中, 神经网络的输入节点数由各自输入的数据维度决定, 即模型 1 和模型 2 的输入节点数为 601, 模型 3 和模型 4 的输入节点

为 21。输出节点数由水稻品种数决定, 4 个模型均为 3 个输出, 并分别以 100, 010, 001 表示垦粳 5 号(1)、垦粳 6 号(2)和绥粳 4 号(3)。

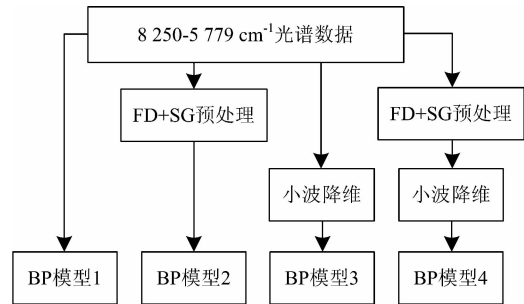


图 5 基于 8 250~5 779 cm^{-1} 范围内光谱数据的建模流程图

Fig. 5 A schematic diagram of modeling based on spectra data in 8 250~5 779 cm^{-1}

对上述 4 种模型的建模集进行训练, 模型 1、模型 2、模型 3 和模型 4 的迭代次数和迭代时间如表 1 所示, 由表 1 可知模型 4 的迭代时间最短, 由于模型 1 和模型 2 没有采用小波降维以减少输入规模, 因此迭代时间较长; 而模型 1 和模型 3 没有进行预处理消除噪声等, 因此迭代次数较多。由此可见, 预处理和小波降维对建模效率的提高非常明显。利用相应模型的预测集进行预测, 预测结果如表 2 所示。四种模型预测能力的评价参数选取 RMSEP、相关系数 r 、分类正确率, 其中 RMSEP 越小, r 越接近于 1, 模型预测效果越好。

表 1 4 种模型的迭代次数和迭代时间

Table 1 Number of iterations and iteration time for the four models

模型	迭代次数	迭代时间/s
模型 1	1 094	3 882.9
模型 2	278	954.5
模型 3	1 561	198.9
模型 4	785	98.8

2.3 FD+SG 预处理对模型预测结果影响

为了验证 FD+SG 预处理组合对预测结果的影响, 比较模型 1 和模型 2 的预测结果, 模型 1 的 RMSEP=0.232 8, $r=0.869 5$, 对预测集的 30 个未知样本的识别结果: 垦粳 5 号(1)识别全部正确, 垦粳 6 号(2)和绥粳 4 号(4)的误判数均为 1 个, 三个品种的分类总体正率只达到 93.33%。在增加了 FD+SG 预处理后建立的模型 2 效果较好, 迭代时间缩减至 954.5 s, RMSEP 减小到 0.070 6, r 提高至 0.988 7, 对预测集的 30 个未知样本的三个品种的水稻种子分类全部正确, 正确率达 100%。同样, 在进行了 FD+SG 预处理的模型 4 的各项指标都优于没有进行 FD+SG 预处理的模型 3。

由此可见, 原始数据经过 FD+SG 预处理后建立的模型, 模型的预测能力和精度得到了提高, 模型更加稳定可靠。这是因为光谱数据经过 FD 预处理后可以消除基线和其他背景干扰, 分辨重叠峰、提高分辨率和灵敏度, 再经过 SG

卷积平滑处理后可以消除随机噪声。FD+SG 预处理消除了光谱数据诸多的影响因素, 光谱数据的特征变得更为明显, 经过 FD+SG 预处理的数据用来建模可以提高模型的预测能力和精确度, 从而提高模型的稳定性和可靠性。FD+SG 预处理对模型的优化在徐文杰的基于近红外光谱技术的淡水鱼品种快速鉴别^[13]中有相同效果, 但在林艳的基于近红外光谱技术建立沉香含油量预测模型的研究^[14]中 FD+SG 预处理组合并未提高模型的精度, 因此不同实验对象采用相同的预处理方法优化模型结果可能不一样。

2.4 小波降维对模型预测的有效性

为了验证小波降维对模型预测的有效性, 利用模型 1 和模型 3 进行比较, 模型 3 的迭代时间缩短至模型 1 的 1/19 (表 1), 迭代速度显著加快, 小波降维减少了神经网络的输入, 极大地降低了数据处理规模, 提高了模型的迭代速度,

这与相关研究在小波变换与神经网络融合法在油页岩近红外光谱分析中的应用得出的结果类似。小波变换对高维数据降维时保留绝大部分光谱信息, 光谱数据中的大部分无关信息也保留了下来, 因此模型 3 预测精度比模型 1 有稍微优化, RMSEP 和 r 值提高不是很明显。

经过上述比较可知: FD+SG 预处理能有效提高模型的精度, 小波降维能快速提高模型的迭代速度, 基于这一特点, 在模型 2 的基础上增加小波降维得到模型 4, 模型 4 的预测效果更好, 迭代时间为 98.8 s (表 1), RMSEP=0.029 3 最小, $r=0.998 1$ 最接近于 1, 且对 30 个样本中三个品种的水稻种子样本分类全部正确, 正确率达 100%。即“FD+SG+小波降维”的建模方法完全能实现对实验所用的 3 个品种水稻种子进行快速、准确分类。

表 2 4 种 BP 模型对三种不同水稻品种鉴别的结果

Table 2 Discrimination of three japonica rice varieties by four BP models

处理方式	模型名	水稻品种	样本数量	误判数	正确率/%	RMSEP	r
无	模型 1	1	10	0	93.3	0.232 8	0.869 5
		2	10	1			
		3	10	1			
FD+SG	模型 2	1	10	0	100	0.070 6	0.988 7
		2	10	0			
		3	10	0			
小波降维	模型 3	1	10	0	93.3	0.225 0	0.878 7
		2	10	1			
		3	10	1			
FD+SD+小波降维	模型 4	1	10	0	100	0.029 3	0.998 1
		2	10	0			
		3	10	0			

2.5 模型 4 与 SVM 鉴别模型对比

对于小样本分类问题, 支持向量机 (support vector machine, SVM) 具有良好的分类效果, 为了验证本试验中利用 BP 建立模型的优势, 对“FD+SG+小波降维”的光谱数据建立 SVM 鉴别模型。默认线性核函数, 利用网格搜索算法求出 SVM 建模的最优 c 值 0.062 5 和最优 g 值 0.088 4, 建立的 SVM 模型对预测集的分类结果如表 3 所示。

表 3 SVM 模型对三种不同水稻品种鉴别的结果

Table 3 Discrimination of three japonica rice varieties by SVM models

Confusion Matrix	Predict		
	1	2	3
Real	1	10	0
	2	0	9
	3	0	0

表 3 表明, 建立的 SVM 模型对试验中的水稻种子具有良好的鉴别, 模型对 3 个品种的分类总体正确率为 96.7%。

其中对粳梗 5 号和绥梗 4 号均能实现 100% 的鉴别效果, 而对粳梗 6 号的鉴别正确率为 90%, 有一个识别错误。试验结果表明, 对于本文的研究对象, BP 模型对预测集的鉴别效果优于 SVM。

3 结 论

以黑龙江垦区粳稻种子定性判别分类为例, 探讨了基于小波变换的近红外光谱数据压缩方法的有效性, 小波变换降维不仅保留了整个光谱数据的绝大部分信息, 而且有效地降低了高维空间数据, 减少了神经网络的输入规模, 简化了神经网络的网络结构, 加快了模型的迭代速度。

研究表明应用近红外光谱分析技术结合小波变换和 BP 神经网络建立的不同水稻品种鉴别模型具有分类准确、鉴别速度快、而且不会破坏样品的特点。说明利用该方法可以实现准确、快速、无损地对不同水稻品种进行鉴别分类, 本方法对基于近红外光谱的其他农产品分类具有一定的指导意义。

References

- [1] QIN Shu-fang, LIU Chang-hua, HUANG Shen-ao(秦淑芳, 刘昌华, 黄申奥). Journal of the Chinese Cereals and Oils Association(中国粮油学报), 2018, 33(2): 128.
- [2] Li Kaiyue, Wang Weiyang, Liu Yanping, et al. Pharmacognosy Magazine, 2017, 13(50).
- [3] CHEN Bin, CUI Lu, LIN Zhen-xing, et al(陈斌, 崔路, 林振兴, 等). Applied Chemical Industry(应用化学), 2016, 45(4): 784.
- [4] CHEN Zhi-li, YIN Wen-qi, LIU Hong-tao, et al(陈志莉, 尹文琦, 刘洪涛, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2017, 37(6): 1723.
- [5] ZHONG Ying-jie, LI Liang, PANG Yun-lu, et al(钟英杰, 李亮, 庞云露, 等). Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis(药物分析杂志), 2015, (10): 1697.
- [6] Vassilis S Kodogiannis, Eva Kontogianni, John N Lygouras. Journal of Food Engineering, 2014, 142(6): 118.
- [7] Huang L, Wu D, Jin H, et al. Biosystems Engineering, 2011, 109(4): 377.
- [8] LIANG Jian, LIU Bin-mei, TAO Liang-zhi, et al(梁剑, 刘斌美, 陶亮之, 等). Journal of Light Scattering(光散射学报), 2013, 25(4): 423.
- [9] Ebrahim Babaecian, M di Homae, Carsten Montzka, et al. Vadose Zone Journal, 2015, 14(3): 423.
- [10] Chen S C, Dan M H, Young S S. Journal of Mathematical Chemistry, 2015, 53(2): 551.
- [11] Fatih Ta 瘙塔 pınar. Journal of the Air & Waste Management Association, 2015, 65(7): 800.
- [12] Yi J H, Xu W H, Chen Y T. The Scientific World Journal, 2014, 2014(1): 1.
- [13] XU Wen-jie, LIU Ru, HONG Xiang-sheng, et al(徐文杰, 刘茹, 洪响声, 等). Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering(农业工程学报), 2014, 30(1): 253.
- [14] LIN Yan, HE Zi-di, MAO Ji-peng, et al(林艳, 何紫迪, 毛积鹏, 等). Chinese Journal of Tropical Crops(热带作物学报), 2018, 39(1): 182.

Rapid Discrimination of Japonica Rice Seeds Based on Near Infrared Spectroscopy

XIE Huan¹, CHEN Zheng-guang^{1*}, ZHANG Qing-hua²

1. College of Electrical and Information, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China

2. Department of Computer Engineering, Daqing Technician College, Daqing 163254, China

Abstract Heilongjiang Province is the largest japonica rice producing area and commodity grain base in China. In the process of rice planting, selecting suitable rice varieties is the key to achieving high yield. In agricultural production, the selection of rice varieties is influenced by factors in many aspects. Generally speaking, different rice varieties planted in the same temperate zone have little difference in appearance, or even no difference. It is difficult to make an accurate distinction by visual observation. In order to accurately distinguish different varieties of japonica rice seeds that are difficult to distinguish by naked eyes, a rapid non-destructive discrimination method for japonica rice based on near-infrared spectroscopy (NIRS) was proposed. 3 varieties of japonica rice seeds (seeds 5th, seeds 6th and Sui japonica 4th) planted in Heilongjiang reclamation area were selected as the research object. For each variety, 40 samples were selected, 30 of which were used as modeling set and 10 as prediction set. The NIRS data of all 120 samples were obtained by scanning. The noise at both ends of the original spectral data (11 520~4 000 cm⁻¹) were clipped, the spectral data in the range of 8 250~5 779 cm⁻¹ with strong absorbance were selected as the research band. Firstly, a reference model was established, that is, BP model 1 was established directly from raw spectral data, and BP model 2 was established from the spectral data preprocessed by first derivative (FD) and Savitzky-Golay (SG). The classification accuracy of model 1 was 93.3% with RMSEP=0.232 8, and the iteration time was $t=3\ 882.9$ s. The classification accuracy of model 2 was 100% with RMSEP=0.070 6, and the iteration time was $t=954.5$ s. Comparing the evaluation parameter RMSEP of the two models, it was found that FD+SG preprocessing can improve the prediction ability of the model. However, because the two models do not reduce the dimension, the amount of data is too large, the input nodes of the model are too many and the iteration time is too long, which is not conducive to the practical application. Therefore, the wavelet transform with multi-resolution characteristic was used to reduce the dimension of the data. The residual sum of squares of the prediction set (Press value) were used as the evaluation index. Sym2(symlet2) wavelet with decomposition scale 5 was selected to compress and reduce the dimen-

sion of the spectral data from 601 dimension to 21 dimension. The results of wavelet transform were used as the input of BP model 3, which was compared with model 1. The classification accuracy of the model 3 was 93.3% with RMSEP=0.225 0, and the iteration time was shortened to 198.9 s. The comparison results showed that dimensionality reduction based on wavelet transformation can reduce the input of the neural network, thus simplifying the structure of the neural network and improving the iterative speed, but the effect of improving the prediction ability of the model is not obvious. The comparison results of the three models showed that FD+SG preprocessing can improve the prediction ability of the model, and the wavelet transform can improve the iteration speed of the model. Based on above analysis results, a neural network discrimination model 4 with 21 inputs, 15 hidden layers and 3 outputs of FD+SG+wavelet transform was established. Moreover, its recognition rate of classification was 100% with RMSEP=0.029 3 and the iteration time was $t=98.8$ s, which could identify three different japonica rice varieties quickly, accurately and non-destructively. Therefore, the method of wavelet reduction and back propagation artificial neural network (BP) discrimination model based on near infrared spectroscopy can be used for rapid and nondestructive discrimination of japonica rice seeds, providing a reference method for other crop seeds recognition.

Keywords Near-infrared spectroscopy; Japonica rice seeds; Wavelet transform; BP neural network; Varieties discrimination

(Received Aug. 30, 2018; accepted Jan. 25, 2019)

* Corresponding author

本 刊 声 明

近期以来,一些不法分子假冒《光谱学与光谱分析》期刊社名义,以虚假网站等形式欺骗广大作者、读者。这些虚假网站公然假冒《光谱学与光谱分析》期刊名义进行大肆的征稿并骗取作者的审稿费和版面费。经部分作者及读者举报,现有关部门已就此介入调查。本刊将通过法律途径向假冒者追究相应的责任,维护本刊权利。

本刊官方网站已正式开通,网址为

<http://www.gpxygpfx.com/>

在此郑重声明,本网站为《光谱学与光谱分析》期刊唯一开通运行的官方网站。本刊从未授权任何单位或个人以任何形式(包括网上网下)代理本刊征稿、审稿等项业务。

希望广大读者和作者切实维护好自身的合法权益,防止受骗上当。

《光谱学与光谱分析》期刊社

2019年3月15日