

近红外光谱技术在农作物品质检测上的研究进展

易时来, 邓 烈, 何绍兰, 谢让金, 张 璇

(西南大学柑桔研究所, 中国农业科学院柑桔研究所, 重庆 400712)

摘 要:总结了国内外近红外光谱技术在粮食作物、蔬菜、油烟茶糖料和水果等经济作物的品质方面的研究进展, 并展望了近红外光谱技术在农作物应用上的努力方向。

关键词:近红外光谱技术; 农作物; 品质

中图分类号: S133.1 文献标识码: A 文章编号: 1006-060X(2007)06-0067-03

农作物品质的影响因素众多, 指标测定一般在实验室内采用生化分析方法, 样品前处理繁琐、费时费力、分析费用高且不能在收获前预测。而光谱探测技术特别是近红外反射光谱技术, 具有实时、无损、快速检测等特点, 在农作物品质检测, 尤其在淀粉、糖酸、蛋白质、Vc 等指标测定中, 得到了较好的应用, 并开发了相关模型及其简单的品质探测设备。

1 研究进展

1.1 粮食作物

国外研究者在该领域做了大量的研究工作, 并成功地应用近红外光谱技术来分析测定多种农产品

的品质成分。据报道, 20 世纪 60 年代初, 美国农业部仪器研究室率先利用近红外光谱技术测定谷物中蛋白质、脂肪等含量, 并致力于近红外光谱技术在农产品品质分析中应用的研究。许多近红外光谱分析的实验方案和计算方法已成为 AOCA (Association of Official Analytical Chemists) 的标准方法^[1]。

国内近红外光谱技术在作物品质分析上的应用研究也十分活跃。彭玉魁等^[2]用近红外光谱技术对小麦籽粒粗蛋白、粗纤维、赖氨酸等成分进行了比较测定。王成^[3]利用傅立叶变换近红外漫反射光谱测定大麦籽粒粗蛋白含量。刘建学等^[4]对不同类型稻米样品进行了近红外光谱分析, 建立了蛋白质的预测模型。王纪华等^[5]建立了小麦籽粒蛋白质含量等品质指标的回归预测方程。肖昕等^[6]通过定标集水稻样品籽粒直淀粉含量和吸收光谱数据分析建立了定标模型。薛利红等^[7]的研究表明, 通过遥感手段特别是利用冠层光谱指数来预测小麦籽粒品质指标是可行的。魏良明等^[8]采用偏最小二乘回归法, 建

收稿日期: 2007-08-01

基金项目: 重庆市自然科学基金(CSTC, 2007BB1378) 和农业部“引进国际先进农业科学技术计划(948)”柑桔引进良种产业化技术配套与示范推广项目(2004-C16)

作者简介: 易时来(1978-), 男, 湖南岳阳市人, 助理研究员, 主要从事柑橘营养生理研究。

二个高峰。第 18 天后, 可溶性糖含量下降, 30 d 时野葛块根可溶性糖含量回到开始培养时的水平, 说明本实验在培养基中添加 30 g/L 的蔗糖, 足以维持野葛块根愈伤组织形成所需的碳源。由此可见, 愈伤组织形成中可溶性糖含量的变化反映了愈伤组织细胞对碳源的吸收和利用情况, 根据其变化可以增加或减少碳源的使用量, 避免因碳源的不足而影响细胞的生长或因过量的碳源而造成浪费。

参考文献:

- [1] 孙 禄. 葛的利用价值[J]. 特种经济动植物, 2001, (2): 24.
- [2] 范淑英, 吴才君. 江西野葛种质资源的收集和研发[J]. 江西农业大学学报, 2003, 25(1): 27-29.
- [3] 毛富春, 赵伯善. 野生植物葛藤的研究利用现状及其开发前景[J]. 西北林学院学报, 1995, 10(3): 88-92.

- [4] Hirakura K, Makajima K. Phenolic glucosides from the root of pueraria lobata[J]. Phytochem, 1997, 46(5): 921-928.
- [5] Park H H, Hakamtuka T, Noguchi H, et al. Isoflavone glucosides exist as their 6-O-malonyl esters in Pueraria Lobata and its cell suspension cultures[J]. Chem Pharm Bull, 1992, 40(7): 1978-1980
- [6] Matkowski A. In vitro isoflavonoid production in callus from different organs of *Pueraria lobata* (Wild.) Ohwi[J]. J Plant Physiol, 2004, 161(3): 343-346
- [7] Barbara T. In vitro propagation of isoflavone-producing *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi[J]. Plant Science, 2003, 165(5): 1123-1128.
- [8] 侯学文, 郭 勇. 一个快速测定悬浮培养植物细胞生物量的方法的建立[J]. 云南植物研究, 2001, 23(4): 504-508
- [9] 张君诚. 银杏叶愈伤组织增殖过程中生理生化特性的研究[J]. 三明师专学报, 1999, (3): 21-26
- [10] 侯学文, 郭 勇. 接种量及蔗糖浓度对悬浮培养玫瑰茄细胞生长的影响[J]. 华南农业大学学报, 2000, 21(4): 51-54.

立了测定玉米混合籽粒样品蛋白质、淀粉含量的校正模型。李映雪等^[9]的研究表明,小麦灌浆期冠层反射光谱可以用来直接预测籽粒蛋白质含量,而成熟期冠层反射光谱对籽粒醇溶蛋白和谷蛋白含量的监测具有较高的可靠性。

1.2 经济作物

国外近红外光谱分析技术在甘蔗上研究应用较多。巴西等许多产糖国已将近红外光谱技术作为糖料作物按质论价的关键技术;美国佛州甘蔗种植者协会与佛州克里思吐尔斯企业合作,采用近红外光谱分析方法作为蔗汁品质分析的标准方法^[10]。为改善甘蔗的品质和提高蔗农的生产积极性,日本引入了甘蔗品质检测系统,以近红外方法快速测定蔗汁转光度,并以此来确定原料蔗的价格,改变了以往按重论价,实现了原料蔗的按质论价模式^[11]。

国内近红外光谱技术主要在油菜品质育种、花生蛋白质及含油量、烟茶成分、甘蔗糖分含量等方面研究应用较多。张晔晖等^[12]用傅立叶变换近红外漫反射光谱法测定完整油菜籽中油分、蛋白质和硫甙的含量。杨翠玲等^[13]通过应用近红外光谱技术对油菜种子油酸、亚油酸、亚麻酸等 9 种主要品质参数进行了分析研究,建立了相关数学应用模型。李延莉等^[14]通过引进近红外光谱法,不仅提高了油菜品质测试速度,还解决了油菜低世代材料由于种子量少不能进行品质测定的难题。糖料作物上,梁欣泉等^[15]应用近红外技术和化学计量学的方法对混合汁的蔗糖含量进行了定量分析测定。曹干等^[16]应用傅里叶变换近红外光谱技术建立蔗汁蔗糖定量分析数学模型。禹山林^[17]应用傅立叶变换近红外漫反射光谱技术无损、快速、定量分析花生种子的蛋白质及含油量,建立了相关预测数学模型。近红外光谱技术还被用于烟草^[18]和茶叶^[19]的品质分析与成分测定等。李佛琳等^[20]的研究表明,通过筛选的光谱方法可以评估烟叶品质状况。

1.3 蔬菜作物

近红外光谱检测技术在蔬菜方面的研究应用主要集中于大白菜的品质检测。金同铭等^[21]应用近红外光谱分析测定了不同品种大白菜的粗蛋白、纤维、还原糖等常规品质指标,其结果与化学测试基本相同。张德双等^[22]利用近红外光谱对 5 种大白菜从外向内分别测定每片叶片的叶柄及软叶的还原糖、Vc 等 5 种主要营养成分,其结果对大白菜的品质鉴定与筛选具有指导价值。

1.4 水果

国外在水果近红外光谱检测方面的研究起步较早,取得了一定成就。美国(1970)利用近红外光谱研制出农产品分析仪,开创了近红外光谱应用的先河^[23]。20 世纪 80 年代后期,日本开始利用近红外光谱对水果品质进行分析^[24],随后开发出柑橘糖酸度无损伤在线检测装置^[25],并进一步研制出监测糖酸动态变化的便携式小型近红外分析装置^[26]。意大利 G. Carlomagno 等^[27]利用透射光谱方法对不同地域桃的含糖量和坚实度测定进而判断成熟度,准确率可达到 82.5%。Lanmertyn J 等^[28]利用近红外光建立了预测苹果内在品质的数学模型。Lu R^[29]对樱桃糖分含量与漫反射光谱的关系进行统计分析,其相关系数为 0.97。

国内近红外光谱技术在水果品质研究应用方面也有一些报道。金同铭等^[30]运用近红外光谱对苹果中的蔗糖等品质进行测定,其结果可满足实际应用所需的测定精度。陈世铭等^[31]利用近红外光谱对水蜜桃果汁的糖度进行了检测。陈致平等^[32]利用手提式近红外光谱测定了不同品种梨的糖度与酸度。何东健等^[33]采用近红外光谱测定了柑橘、苹果中的糖度、酸度。傅霞萍等^[34]的研究表明,利用近红外光谱技术无损检测苹果糖度等品质是可行的。陈香维等^[35]报道,利用近红外光谱对生态因子下猕猴桃的果实干物质、可溶性固形物和含糖量等进行检测是可行的。范国强等^[36]的研究表明,近红外光谱测定法能准确地对富士苹果糖分含量进行无损快速定量分析。刘升等^[37]用近红外光谱法分析草莓不同冻藏时间的 Vc、柠檬酸等 6 种营养成分的变化。袁雷等^[38]利用近红外光谱建立了柑橘总酸、总糖和维生素数学预测优化模型。应义斌等^[39]利用近红外光谱技术法建立了比较稳定的水果糖度预测模型。

2 问题与展望

近红外光谱技术具有高效、快速、简便、无损伤、无污染、低成本及同时测定多种组分等优点,随着经济、科技的发展及人们对农产品品质的日益关注,此技术在农业领域还将展示诱人的前景。但是,近红外光谱技术在目前农业应用上还存在以下问题:首先,仪器稳定性要求高,同时价格偏贵,后期维修费用大。其次,定标建模工作难度大,光谱模型完善困难,要建立一个优良的应用模型,需要丰富的样品资源、较强的专业知识、良好的实验条件及丰富的建模经验与足够的时间,其工作复杂而繁琐。目前,大多

数模型是在少量数据基础上的线性和非线性拟合,不具有可靠性和普及性,因而难于指导生产。拓展光谱探测的领域,提高光谱应用领域的广度和精度,研发出更多更好的光谱反演系列模型,统一模型尺度,解决不同模型的转移问题,还有待更多不同领域的专家学者作进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 罗苏秦,张世英.近红外光谱仪器之分析技术及其应用[J].科仪新知,1999,25(5):13-30.
- [2] 彭玉魁,李菊英,祁振英.近红外光谱分析技术在小麦营养成分鉴定上的应用[J].麦类作物,1997,17(2):33-35.
- [3] 王成,傅立叶.变换近红外漫反射光谱法测定大麦粗蛋白含量[J].新疆农业科学,2000,37(2):68-70.
- [4] 刘建学,吴守一,方如明.近红外光谱法快速检测大米蛋白质含量[J].农业机械学报,2001,32(3):68-70.
- [5] Wang J H, Huang W J, Zhao C J, et al. The inversion of leaf biochemical components and grain quality indicators of winter wheat with spectral reflectance[J]. International Journal of Remote Sensing, 2003, 7(4): 276-284.
- [6] 肖昕,陈奕,罗文永,等.单粒活体稻谷种子直链淀粉含量的近红外透射光谱分析[J].中国水稻科学,2003,17(3):287-290.
- [7] 薛利红,朱艳,张宪,等.利用冠层反射光谱预测小麦籽粒品质指标的研究[J].作物学报,2004,30(10):1036-1041.
- [8] 魏良明,严衍禄,戴景瑞.近红外反射光谱测定玉米完整籽粒蛋白质和淀粉含量的研究[J].中国农业科学,2004,37(5):630-633.
- [9] 李映雪,朱艳,田永超,等.小麦冠层反射光谱与籽粒蛋白质含量及相关品质指标的定量关系[J].中国农业科学,2005,38(7):1332-1338.
- [10] Johnson T P. Cane juice analysis by near infrared to determine grower payment[J]. Sugar Cane, 2000, (10): 14-18.
- [11] Sekiguchi Reiji. Simplified measurement of sugar content of sugarcane[J]. Faming Japan, 2000, 34(4): 38-44.
- [12] 张晔晔,赵龙莲,李晓薇.用傅里叶变换近红外光谱法测定完整油菜籽三种品质性状的初步研究[J].激光生物学报,1998,7(2):138-141.
- [13] 杨翠玲,陈文杰,赵兴忠,等.近红外光谱法同时分析油菜9种品质参数的研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(3):61-67.
- [14] 李延莉,庄静,王伟荣,等.近红外光谱分析技术在油菜品质育种中的应用[J].上海农业学报,2006,22(3):32-34.
- [15] 梁欣泉,黎庆涛,卢家炯.近红外光谱法测定糖厂中间制品的研究初探[J].广西轻工业,2002,19(6):17-19.
- [16] 曹干,谭中文,梁计南,等.蔗汁品质成分的傅里叶变换近红外分析数学模型[J].中国农业科学,2003,36(3):254-258.
- [17] 禹山林,朱雨杰,闵平.傅立叶近红外漫反射非破坏性测定花生种子蛋白质及含油量[J].花生学报,2003,32(11):138-143.
- [18] 陈祖刚,李丹,刘国珍.近红外光谱分析技术及其在烟草行业中的应用进展[J].武汉烟草,2001,1(1):18-20.
- [19] 钱晓军.傅里叶变换近红外光谱分析技术在茶叶中的应用[J].中国茶叶,1999,21(6):13-15.
- [20] 李佛琳,赵春江,刘良云,等.烤烟成熟鲜烟叶生化组分高光谱估算方法筛选[J].农业工程学报,2006,22(3):88-94.
- [21] 金同铭,刘玲,唐晓伟,等.用近红外光谱法测定大白菜的营养成分[J].华北农学报,1994,9(4):104-109.
- [22] 张德双,金同铭,徐家炳,等.几种主要营养成分在大白菜不同叶片及部位中的分布规律[J].华北农学报,2000,15(1):108-111.
- [23] 金仲辉,毛炎麒,严衍禄,等.物理学在促进农业发展中的作用[J].物理,2002,31(6):392-399.
- [24] 赵华.日本果蔬产品的分级和非破坏性检测技术[J].中国蔬菜,1996(4):53-54.
- [25] 韩东海.日本的水果分级检测高新技术[J].世界农业,2000,(12):27-29.
- [26] 前田弘.利用近红外分光法非破坏测定水果内部质量[J].红外,2001,(2):33-37.
- [27] Claromagno G, Capozzo L, Attolico G, et al. Nondestructive grading of peaches by near-infrared spectrometry[J]. Infrared Physics & Technology, 2004, 46: 23-29.
- [28] Lammerlyn J, Nicolai B, Ooms K, et al. Nondestructive measurement of acidity soluble solids and firmness of Jonagold apples using NIR-spectroscopy[J]. Trans. of the ASAE, 1998, 41(4): 1089-1094.
- [29] Lu R. Predicting firmness and sugar content of sweet cherries using near infrared diffuse reflectance spectroscope[J]. Trans. of the ASAE, 2001, 44(5): 1265-1271.
- [30] 金同铭,崔洪昌.苹果中蔗糖、葡萄糖、果糖、苹果酸的非破坏检测[J].华北农学报,1997,12(1):91-96.
- [31] 陈世铭,张文宏,谢广文.汁糖度检测模式之研究[J].农业机械学刊,1998,7(3):41-60.
- [32] 陈致平,萧介宗.以手提式近红外线分光光度计检测梨的糖度与酸度[J].农业机械学刊,1999,8(1):49-57.
- [33] 何东健,前川孝昭,森岛博.水果内部品质在线近红外分光检测装置及试验[J].农业工程学报,2001,17(1):146-148.
- [34] 傅霞萍,应义斌,刘燕德.苹果糖度近红外光谱检测的初步试验研究[J].中国食品学报,2005,5(2):103-107.
- [35] 陈香维,岳田利,杨公明.猕猴桃品质光谱无损检测技术研究进展[J].农业工程学报,2006,22(8):240-245.
- [36] 范国强,阚建文.运用近红外漫反射技术检测苹果内部品质[J].农业装备与车辆工程,2006,(11):33-35.
- [37] 刘升,金同铭.不同冻藏时间对速冻草莓营养品质的影响[J].制冷学报,2006,27(5):48-50.
- [38] 袁雷,刘辉军,余桂英,等.柑橘品质的近红外光谱无损检测[J].光谱实验室,2006,23(4):820-822.
- [39] 应义斌,刘燕德,傅霞萍.基于小波变换的水果糖度近红外光谱检测研究[J].光谱学与光谱分析,2006,26(1):63-66.