

# 近红外光谱技术在茶叶品质评价中的应用

周小芬<sup>1</sup>, 叶阳<sup>1\*</sup>, 陈芃<sup>2</sup>, 刘跃云<sup>1</sup>, 王博<sup>1</sup>

(1. 中国农业科学院茶叶研究所, 农业部茶及饮料植物产品加工与质量控制重点开放实验室, 浙江杭州 310008;  
2. 江苏吟春碧芽股份有限公司, 江苏丹阳 212300)

**摘要:**介绍了近红外光谱技术的原理及其在品质评价方面的研究进展,着重阐述了该技术在茶叶品质评价中的研究概况以及存在的问题,并对该技术在茶叶品质评价中的应用前景进行了分析。

**关键词:**近红外光谱技术, 茶叶, 品质评价

## Research and application of near-infrared spectroscopy technology in tea quality evaluation

ZHOU Xiao-fen<sup>1</sup>, YE Yang<sup>1\*</sup>, CHEN Peng<sup>2</sup>, LIU Yue-yun<sup>1</sup>, WANG Bo<sup>1</sup>

(1. Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences Key Laboratory of Machining and Quality Control of Tea and Beverage Plants Ministry of Agriculture, Hangzhou 310008, China;  
2. Jiangsu Yinchunbiya Co. Ltd., Danyang 212300, China)

**Abstract:** Principle and research progress of near-infrared spectroscopy technology were introduced, emphatically its research situation and problems were expounded in tea quality evaluation, prospect was also analyzed.

**Key words:** near-infrared spectroscopy technology; tea; quality evaluation

中图分类号: TS207.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)05-0413-05

近红外光谱 (near-infrared spectroscopy, 简称 NIRS) 技术是近年来最受瞩目的光谱分析技术之一, 它可以针对各种样品实现快速而准确的定量定性分析, 同时因其使用成本低、分析速度快、适用范围广、对样品无损害、对操作人员的要求不高、可实现在线分析等优点, 在许多行业 (尤其是食品质量检验检测行业) 受到了广泛关注<sup>[1]</sup>。我国是世界产茶大国, 茶叶品质评价长期以专业人员的感官审评为主, 但由于传统的茶叶审评存在费时费力、受人为因素干扰大以及无法实现现场即时检测等缺陷, 造成了生产和流通中由于高水平专业审评人员的缺乏而导致产品质量控制不能即时准确实现的现状。因此, 探索快速、准确、方便的检测技术和方法已成为茶叶品质评价亟待解决的问题, 而 NIRS 技术的出现和日臻完善为此提供了可能。

## 1 NIRS概述

近红外光是指介于可见光区和中红外光区之间的电磁波。根据美国实验和材料协会 (ASTM) 的定义, 近红外光波长范围为 780~2526nm, 波数范围为 12820~3960cm<sup>-1</sup>。近红外谱区是 Herschel 于 1800 年发现的, 是人类认识最早的非可见光光谱区, 其谱区信息主要是分子内部原子间振动的倍频与全频的信息, 几乎包括有机物中所有含氢基团 (如 C-H、O-H、N-H 和 C=O 等) 的信息, 信息量极其丰富<sup>[2]</sup>。

现代的近红外光谱技术是将近红外光谱所反映的样品基团、组成或物态信息与用标准的参比方法 (通常是化学分析法) 测得的组成含量或性质数据采用化学计量学技术建立定标模型, 然后通过对组分含量未知的样品光谱的测定和建立的定标模型, 来快速预测其组成含量或性质的一种分析方法。

NIRS 定量分析主要应用于大量样品的分析, 首先应收集一批含量或性质 (化学值) 已知的代表性样品, 准确测定其近红外光谱, 并对光谱进行预处理以消除非目的因素对光谱的影响, 再结合化学计量学方法, 建立光谱数据和化学真值之间的数学模型, 并且通过严格的统计验证、选择最佳数学模型。运用该数学模型, 通过测定未知样品的光谱即可计算其对

收稿日期: 2011-03-14 \* 通讯联系人

作者简介: 周小芬 (1986-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 茶叶加工及质量控制。

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划; 浙江省重大科技计划重点农业项目 (2009C12029); 厅市会商项目 (2009GB2C200138); 江苏省科技成果转化专项 (BA2008096)。

应成分的含量或性质。

NIRS模型建立后,其精度一般使用以下参数加以评价:相关系数 $R$ 、模型校验标准误差SEC、模型检测标准误差SEP以及变异系数CV。

## 2 NIRS技术在品质评价方面的研究进展

现代近红外光谱分析是从农业分析开始的。20世纪50年代,美国的Norris等人从农业分析领域中率先开始了用近红外谱区分析农产品的工作<sup>[1]</sup>。60年代初,美国农业部仪器研究室就开始利用该技术测定谷物中相关成分含量。依照Norris的工作,1970年美国的一家公司首先研制了近红外品质分析仪器,主要用于分析农产品中水分、蛋白质等的含量。经历了将近半个世纪的发展后,目前,近红外光谱技术已经广泛应用于石油化工、农业、食品和饮料、药物定量定性分析等诸多领域。

我国近红外光谱技术的研究起步较晚,其应用也是从农业领域开始的,我国粮食与农业系统在1977年前后才开始由国外引入近红外光谱分析仪。20世纪90年代我国开始了近红外光谱仪器的研制,但是建立定量分析数学模型的困难一直是影响该技术在我国广泛应用的重要原因<sup>[2]</sup>。到目前为止,NIRS技术研究已经相当活跃。中国农业科学院作物品种资源研究所十几年来使用近红外光谱分析仪建立了近百个数学模型,包括小麦、大麦、大豆、高粱、玉米、谷子、水稻和食用豆的蛋白质、脂肪、水分、淀粉、赖氨酸和单宁等品质相关的多组分模型。此外,该技术在品质评价方面的应用已由作物分析领域推广到了食品、酿酒、医药、化工石油、纺织、烟草等相关领域的定量定性分析。

如食品的品质评价方面,涉及牛奶(2010年张华秀等运用NIRS技术结合CARS变量筛选对液态牛奶的品质相关成分进行含量检测<sup>[3]</sup>)、肉制品(2010年杨建松等利用NIRS技术结合PLS方法,建立了牛肉理化特性的预测模型,经检验该模型可用于快速评价牛肉品质<sup>[4]</sup>)、果蔬(2010年Yande Liu等将该技术结合相关的数理统计方法对脐橙的可溶性成分进行了无损检测<sup>[5]</sup>)、鸡蛋(2010年林颖等运用该技术对涉及鸡蛋的新鲜度进行了检测<sup>[6]</sup>)、蔗糖(2003年曹干等借助傅里叶变换近红外光谱技术建立了蔗汁蔗糖的定量分析数学模型,预测误差与常规分析的误差相近<sup>[7]</sup>)等。

酿酒方面,2007年浙江大学的于海燕对黄酒的品质和酒龄进行了近红外光谱分析,建立了黄酒中酒精度、糖度、pH和总酸的定量分析预测模型<sup>[8]</sup>。

医药方面,2010年雷德卿利用近红外相关系数法,通过药品检测车对药品在流通领域中的变化进行跟踪,以此来监测市场药品的质量<sup>[9]</sup>。

石油化工方面,2009年陆婉珍教授应产业观察的访问,指出了近红外技术在石油化工领域分析的广阔前景<sup>[10]</sup>。

烟草质量的评价方面,2010年陈津利用近红外技术,对烤烟烟叶的内在质量和外观特征进行相关性分析,依据所得结论,可以辅助烟叶评级标准<sup>[11]</sup>。目前,NIRS技术在烟草行业实际生产中已经发挥了

较大的作用,利用NIRS技术对烟叶水分及主要化学成分实现快速、简单的在线检测,是烟草质量评价的发展趋势。

因茶叶与烟草均属于嗜好品,其品质鉴定均依靠传统的感官审评和一般的化学检测方法,而化学检测方法费时费力,感官审评受人为因素干扰较大。目前,近红外光谱分析技术在国际烟草行业的应用已经趋于成熟,而在茶叶领域并未得到相同程度的推广使用,因此可借鉴烟草行业对该技术应用的方式方法,达到在茶叶研究领域研究推广使用的目的。

## 3 NIRS技术在茶叶品质评价方面的研究进展和应用前景分析

### 3.1 NIRS技术在茶叶上的研究进展

国际上NIRS技术在茶叶方面的研究与烟草起步时间一致。日本早在20世纪70年代就已将近红外分析技术应用于茶叶多种组分的定量分析,并且最早将近红外光谱技术运用于茶叶成分的快速检测,并研发专用仪器,用于茶叶的质量管理。1988年,Hall(英国)运用近红外技术分析红茶的水分含量和茶黄素的含量来判断红茶的品质<sup>[12]</sup>。1999年,Schulz曾研究报道用近红外技术分析绿茶的品质参数,建立测定茶多酚、氨基酸、咖啡碱和可可碱的模型<sup>[13]</sup>。吉川聪一郎等用近红外光谱法测定了绿茶、煎茶、乌龙茶等不同茶叶中的全氮量、氨基酸、咖啡碱和茶多酚的含量。结果表明,近红外光谱分析法与化学分析方法存在很好的相关性;在茶叶不粉碎的情况下,也能获得理想的分析结果,显示了近红外光谱分析法具有很好的可靠性。在此基础上,日本静岡制机株式会社成功研制了近红外茶成分分析仪(GT-8系列),能快速检测成茶中水分、全氮量、粗纤维、茶多酚、咖啡碱、氨基酸等主要成分,并应用于茶叶生产加工过程中的质量管理。

我国将近红外技术用于茶叶研究的工作开始于20世纪80年代中后期。阎守和首先于1986年尝试将该技术用于茶叶的成分分析上,他与比利时的莫汉斯等用Van soest法及NIRS法检测了31个中国红茶、绿茶、乌龙茶标准茶样纤维素、半纤维素和木质素含量,用多元回归进行校正,结果表明,这两种方法所分析的结果间具有高度的相关性,其相关系数 $R$ ,绿茶为0.968~0.972,红茶为0.927~0.966,乌龙茶为0.880~0.947,新梢为0.894~0.971<sup>[14]</sup>。夏贤明等通过对40个绿茶样品进行近红外光扫描和多元回归分析,求得绿茶的总氮量回归方程式,并经 $t$ 检验后,近红外法和化学法测定结果差异不显著<sup>[15]</sup>。1988年,丁宁、夏贤明等又运用该技术,对绿茶咖啡碱进行了测定<sup>[16]</sup>,还对绿茶品质成分进行了检测<sup>[17]</sup>。在此之后,NIRS技术在茶叶领域的应用开始受到关注与重视,现已初步实现了对成品茶成分的分析评价<sup>[18]</sup>。

NIRS技术在茶叶上的早期应用多局限于选取特定的波长并建立相应的回归方程。现在,随着光学、计算机数据处理技术、化学计量学理论和方法的不断发展,近红外光谱技术的实用性和准确性不断提高,该技术在茶领域的应用范围也越来越广。近年来

国内外研究者针对近红外技术在茶叶上的应用做了不少的研究,取得了一定的进展,主要集中在以下几个方面。

**3.1.1 茶叶的产地和真伪鉴别** 如2009年,江苏大学的Quansheng Chen等运用NIRS技术,结合多元统计方法对来自安徽、河南、江苏和浙江四个地区的烘青绿茶进行了产地鉴别,通过四种不同的多元统计方法建立预测模型,选出了最优的SVM模型,并发现主成分为4时模型的预测率达到100%<sup>[21]</sup>;周健2008年硕士论文利用NIRS技术实现了茶叶的产地、品种和生产时间的精确识别,采用PLS法建立的预测模型准确地实现了西湖龙井的真伪识别以及成品茶原料品种的识别,对未知样本的识别准确率分别达到100%和96.8%<sup>[22]</sup>;2006年,陈全胜等以碧螺春茶为研究对象,利用近红外光谱分析技术结合支持向量机(SVM)模式识别原理建立碧螺春茶真伪鉴别模型<sup>[23]</sup>。

**3.1.2 茶叶的种类鉴别** 如2006年,江苏大学的Quansheng Chen等运用NIRS技术结合多元校正方法对茶叶进行定量和定性分析的可行性研究,并运用软独立建模分类法(SIMCA)实现了龙井、乌龙、碧螺春和铁观音的分类鉴别,并取得了相当高的预测精度<sup>[24]</sup>;同年,Yong He等运用NIRS技术结合主成分分析(PCA)和神经网络模型(BP model)也实现了茶叶种类的精确判别<sup>[25]</sup>;江苏大学的Jiwen Zhao等运用NIRS技术与支持向量机(SVM)结合,达到了三种不同种类茶叶的品质鉴别<sup>[26]</sup>。2009年,周建等采用NIRS技术,利用杠杆率校正结合偏最小二乘法的分析方法,进行了武夷岩茶中的正岩茶与半岩茶的分类识别研究<sup>[27]</sup>。

**3.1.3 茶鲜叶和原料的质量检测** 日本是最先运用NIRS技术做过该方面研究的国家。1992年,後藤正利用NIRS法对茶鲜叶中的水分、茶多酚、咖啡碱、氨基酸和粗纤维等成分含量进行了检测,并将其用于茶鲜叶品质的管理上,取得了令人满意的结果。波兰的Maria Smiechowska等通过实验证明了一般情况下,茶鲜叶质量越好,其含水量和全氮量越高,粗纤维含量越低<sup>[28]</sup>。中国将近红外光谱技术运用于该方面的研究工作很少。2010年,王胜鹏等通过交叉验证和偏最小二乘法(PLS)方法,建立了茶鲜叶的近红外光谱(NIRS)与其含水量、粗纤维总量和全氮量之间的相关性模型<sup>[29]</sup>,王胜鹏等的研究证明了Maria Smiechowska等的实验结论,开发了一种基于NIRS技术评价茶鲜叶原料质量的新方法。

**3.1.4 茶叶的品质评价** NIRS技术应用于茶叶品质评价的研究工作相对来说较少,阎守和最早开始这方面的研究。2005年,阎守和运用上海茶叶进出口公司提供的48个国家出口标准样以及48个相应的省级标准样共96个茶样为样品,运用感官审评对其作出等级评价,以国家标准样建立多线性回归方程(MRL),然后对省级标准样进行预测分析<sup>[30]</sup>;Hall对阎守和的研究结果作出的评价是:NIRS给出的审评误差相当于一个单独审评师给出结果与五个审评师给出结果之后的平均值之间的误差。阎守和对此还作出了后

续研究<sup>[31]</sup>,他利用NIRS技术,评估了来自三家布隆迪茶厂的红碎茶产品分级,还试评了日本煎茶及玉露茶品质与市场价,又试评了德国市场上9种红茶品质与价格的关系,发现欧洲茶叶市场也存在明显的茶叶价格不合理问题。

**3.1.5 茶叶的快速无损检测分析**——包括茶叶的常规成分<sup>[32]</sup>、儿茶素单体<sup>[33-34]</sup>、纤维素、茶多糖<sup>[35]</sup>等有效成分的检测分析 如2003年,比利时的J.Luybaert等比较了绿茶样品未经处理(完整叶)和粉碎处理两种状态的CF、EGCG、CE及抗氧化能力的定标模型(PLS),并比较两种处理所建模型,得出未经处理的各成分的模型的相关性较高,除EC( $r=0.83$ )外,其余均达0.9以上<sup>[36]</sup>;2009年,江苏大学的Quansheng Chen等与泰国的Sumpun Chaitep运用傅里叶变换近红外光谱NIRS分析技术对绿茶中主要儿茶素(EGC、EC、EGCG和ECG)进行了同步分析,并运用偏最小二乘法(PLS)建模,实验实现了很高的预测精度<sup>[37]</sup>。

**3.1.6 茶叶深加工产品方面的应用** 如2004年,龚加顺等以140个茶饮料样品为试材,运用NIRS测定饮料品质相关成分,所建立的品质成分近红外校正模型可应用于茶饮料的 $^{\circ}\text{Brix}$ 、pH、色泽的Hunter L、a、b值、茶多酚(TPP)、总儿茶素(TC)、总氨基酸(TAA)、茶红素(TR)、茶黄素(TF)及咖啡碱(CF)等品质成分的快速检测分析<sup>[38]</sup>;2009年,浙江大学的Fei Liu等利用近红外光谱分析技术和化学计量法相结合,对速溶奶茶进行了分类鉴别,验证集的精度达到了98.7%<sup>[39]</sup>。

## 3.2 NIRS技术应用于茶叶品质评价的问题分析

综上所述,国内外学者在茶叶的成分检测以及种类和真伪鉴别等方面的研究工作已经具备了一定深度,但在茶叶品质评价方面的工作仅止步于茶叶主要品质相关成分(如茶多酚、咖啡碱、氨基酸、水分以及儿茶素单体)的含量检测。而茶叶质量是多种品质因子的综合反映,因此单一地检测一种或几种品质成分对茶叶的总体质量评价收效甚微,而且模型的实际应用方面还存在很多问题。归结起来是存在以下几种限制因素<sup>[22]</sup>。

**3.2.1 模型适用范围的限制性** 主要是由于我国茶类的种类众多,无法建立适用于所有茶类的通用模型,因此模型的建立和使用均受到限制。以阎守和运用NIRS技术用于茶叶品质评价的研究<sup>[31]</sup>为例,他在应用NIRS法评价茶品质及其商品价建立预测方程时,有意将红茶及绿茶标准样混合使用,其目的是建立一个茶预测方程,结果表明具有同一NIRS品质指数的红茶和绿茶之间没有可比性,这个品质指数只同同类茶中有相对的比较价值。也就是说,一般所建立的模型只适用于单一茶类。

**3.2.2 取样难度大** 建模所需的样品量很大,保证量的同时还要考虑样品外形、产地、等级等因素,以保证图谱的完全覆盖性,因此取样成本高,收集难度大。尤其开展茶叶品质评价的取样工作时,既要保证高、中、低各个级别样品的完备性,还要从鱼目混珠的市场上挑选同产区茶叶,避免产地因素对样品近红外光谱的干扰。

3.2.3 专用型近红外仪器的缺乏 我们现在所用的仪器都是通用型仪器,取全波长的图谱,大大增加了建模的难度,也影响了模型的精度。目前,日本已经成功研制专用型近红外茶叶成分分析仪(GT-8系列)。国内相关人员正对此做出努力,准备引进日本先进技术,研制生产适合中国茶叶检测的近红外成分分析仪,建立不同茶类、区域、生产季节、加工类型的茶叶定量定性分析模型,已将其纳入948计划中。

3.2.4 仪器的灵敏度限制 近红外仪器无法完成茶叶中所需的重金属、农残等的痕量检测,因此无法完全代替现有的检测技术发挥作用。

3.2.5 专业人员缺乏 使用近红外仪器开展检测工作的各专业领域研究人员,一般都仅对仪器的使用以及数学模型的建立等相关操作过程有所了解,而对后期模型的使用、维护以及模型的传递技术掌握不够,因此一般模型建立后仅仅停留在理论研究阶段,并没有投入到实际应用中去。

正是由于以上限制因素,使得NIRS技术在茶叶方面的应用,尤其是品质评价和定级上的研究应用遭遇瓶颈。

### 3.3 NIRS技术应用于茶叶品质评价的前景分析

我国是一个产茶大国,到2009年为止我国的茶园面积达186.7万公顷,占到世界茶园面积的47%;茶叶总产量达135万t,占世界茶叶总产量的31.5%。在这样一个巨大的生产量和市场背景下,实现品质准确快速的即时检测无疑可以解决茶叶生产和市场流通中产品品质控制问题。从中国传统的茶叶审评来看,不同等级茶的品质状况是用专门术语或按检测项目给出评分的方法来评定的,评分的项目分为外形、叶底和内质三部分,内质再分为汤色、香气、滋味。其中,外形一般通过目测可直观感受到,内质则是一般消费者不易鉴别的,内质成分与茶叶的汤色、香气及滋味息息相关,同时对叶底质量也存在影响。但是使用传统的感官审评评价茶叶,受人为主观因素以及冲泡条件的客观因素影响都较大,而且费时费力,需要由经过专业训练的审评人员完成,难以实现生产和流通中的即时快速检测。因此寻找一种快速准确的检测方法来实现茶叶品质的即时检测,成为茶叶生产者和消费者共同关注的问题,NIRS技术的出现为这个问题的解决提供了契机。阎守和是将NIRS技术应用于茶叶领域的先行者,他的研究作为我们利用NIRS技术解决茶叶品质评价的问题提供了可行性的参考依据。Hall对阎守和工作的评价是:“他最先提出并且运用了NIRS法把一个从来没有能用仪器测定的“茶的等级”,变成了一个可以用数字表达的参数,并验证了这个参数的可靠性”<sup>[30]</sup>。另一方面,借助传统的感官审评,在样品完备的前提下,通过专业审评专家的感官审评结果,得到建模所需的原始数据。在此基础上,结合化学计量学方法,即可针对一种茶叶产品(如龙井茶、碧螺春茶等)建立品质预测模型,实现对该类茶的品质快速评价,为茶叶生产和流通中的品质控制提供有效的方法。

### 参考文献

- [1] CEN Haiyan, HE Yong. Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy indetermination of food quality[J]. Trends in Food Science and Technology, 2007, 18: 72-83.
- [2] Mats, Ingela J, Svante J, et al. New opportunities with NIR spectrometry in the analysis of dosage forms[J]. European Journal of Pharmaceutical Sciences, 1994, 2(1-2): 82-83.
- [3] K H N, R F B, J E M, et al. Prediction forage quality by near infrared reflectance spectroscopy[J]. Journal of Animal Science, 1976, 43(4): 897-899.
- [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] 张华秀, 李晓宁, 范伟, 等. 近红外光谱结合CARS变量筛选方法用于液态奶中蛋白质与脂肪含量的测定[J]. 分析测试学报, 2010, 29(5): 430-434.
- [6] 杨建松, 孟庆翔, 任丽萍, 等. 近红外光谱法快速评定牛肉品质[J]. 光谱学与光谱分析, 2010, 30(3): 685-687.
- [7] LIU Yande, SUN Xudong, OUYANG Aiguo. Nondestructive measurement of soluble solid content of navel orange fruit by visible-NIR spectrometric technique with PLSR and PCA-BPNN[J]. LWT-Food Science and Technology, 2010, 43: 602-607.
- [8] 林颖, 赵杰文, 陈全胜, 等. 近红外光谱结合一类支持向量机算法检测鸡蛋的新鲜度[J]. 光谱学与光谱分析, 2010, 30(4): 929-932.
- [9] 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.
- [10] 于海燕. 黄酒品质和酒龄的近红外光谱分析方法研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
- [11] 雷德卿, 冯艳春, 胡昌勤. 用近红外光谱相似系数法监测市场药品的质量[J]. 中国药学杂志, 2010, 45(14): 1097-1104.
- [12] 卢祁. 近红外技术—敲响精细管理的大门——访中国科学院院士、著名分析化学、石油化学专家陆婉珍教授[J]. 中国仪器仪表, 2010(1): 26-29.
- [13] 陈津. 烤烟烟叶内在质量与外观特征相关性的分析[J]. 科学技术与工程, 2010, 10(10): 2543-2546.
- [14] Hall M N, Robertson A, Scotter C N G. Near-infrared reflectance prediction of quality, theaflavin content and moisture content of black tea[J]. Food Chemistry, 1988, 27(1): 61-75.
- [15] Schulz H, Engelhardt U H, Wegent A, et al. Application of near-infrared reflectance spectroscopy to the simultaneous prediction of alkaloids and phenolic substances in green tea leaves[J]. Food Chemistry, 1999, 47(12): 5064-5067.
- [16] 阎守和, 莫汉斯M·汪拜尔M·. 用近红外光谱法检测茶纤维的研究[J]. 茶叶科学, 1987, 7(1): 45-50.
- [17] 夏贤明, 刘宝生, 丁宁. 用近红外分析法测定绿茶的总氮量[J]. 茶叶科学, 1988, 8(1): 55-59.
- [18] 丁宁, 夏贤明, 刘宝生. 绿茶咖啡碱的近红外测定[J]. 中国茶叶, 1989(2): 18-19.
- [19] 夏贤明, 丁宁. 用近红外光谱法检测绿茶中品质成分的研究[J]. 分析化学, 1991, 19(8): 945-948.
- [20] YAN Souhe. Review: Evaluation of the composition and sensory properties of tea using near infrared spectroscopy and principal

