

融合国际前沿进展的《现代食品检测技术》教学研究

王彦^a, 张文^b

(江苏大学 a.文学院 b.食品与生物工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘要: **目的** 多种现代高新技术的兴起推动了食品品质检测领域的理论与技术发展, 同时也需对课程教学进行针对性的改进。**方法** 在《现代食品检测技术》本科课程中引入国际前沿进展内容, 作为传统教材内容的有益补充, 重点对“食品检测领域智能包装一体化同位检测技术与多信息终端智能化分析技术”进行有效的教学尝试, 在研究背景、方案设计、样品处理与实验分析等环节进行深入浅出的教学, 并通过多元化的考核方式巩固教学成果。**结果** 目前已实现 300 人次以上的课程教学, 受教育者在本科和后续研究生阶段学习中可获得明显受益。**结论** 这种融合法教学尝试获得了广泛主观好评, 且在客观上促进了教学质量提升, 有效提升了学生后继学习和科研能力。

关键词: 食品检测; 智能包装; 多终端系统; 实验教学; 创新教学

中图分类号: TS207 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)01-0183-04

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.01.023

Teaching of "Modern Food Detection" Integrating International Frontier Progress

WANG Yan^a, ZHANG Wen^b

(a.School of Liberal Arts b.School of Food & Biological Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

ABSTRACT: The rise of a variety of modern high technologies has promoted the development of theory and technology in the field of food quality detection, which also requires targeted improvement of course teaching at the same time. The frontier progress was introduced to the "Modern Food Detection" as a useful supplement to the traditional teaching materials. The focus was an effective teaching attempt of "the integrated co-location detection technology of intelligent packaging and the intelligent analysis technology of multi-information terminals in the field of food detection", and a simple but profound teaching was carried out in the research background, scheme design, sample processing and experimental analysis. Then, the teaching results were consolidated through diversified assessment methods. The teaching course of more than 300 persons was realized, and the educatees could get obvious benefits in undergraduate and post-graduate studies. This integrated teaching attempt has won wide subjective praise, and objectively promotes the improvement of teaching quality, and effectively improves students' subsequent learning and scientific research ability.

KEY WORDS: food detection; intelligent packaging; multi-terminal system; experimental teaching; innovative teaching

食品品质检测是关系到食品安全的重要环节, 其主要任务是利用物理、化学、生物等理论与技术, 对食品物性、状态、感官体验、主要成分与微量成分含

量进行分析测定。近年来, 随着多种现代高新技术兴起, 多学科交叉融合, 可以快速、全面地获得光、声、电、磁等数据信息, 进而对食品品质安全进行

收稿日期: 2021-06-28

基金项目: 国家自然科学基金(31972153); 江苏省高校优势学科建设工程项目(401300009)

作者简介: 王彦(1971—), 女, 江苏大学讲师, 主要研究方向为教育心理学。

通信作者: 张文(1979—), 男, 博士, 江苏大学副教授、博导, 主要研究方向为光电柔性传感器。

系统评估^[1]。

目前,国内高校食品相关本科专业已广泛开设了《现代食品检测技术》等专业课程,主要涵盖光谱分析、色谱及质谱分析、拟人感官视觉、智能声学-力学检测、MEMS 电化学传感、核酸探针和免疫学检测等若干技术领域,所属学科领域逐渐呈现出核心器件微型化和监测系统云端化的特点^[2]。针对《现代食品检测技术》课程,传统教学方法通常基于教材进行讲述,可以使学生学到应有的基础知识。由于出版周期的限制,现有的教材内容难以跟踪国际前沿进展,在一定程度上局限了教学质量的提高。

综上,有必要在《现代食品检测技术》本科课程中引入国际前沿进展内容,作为传统教材内容的有益补充。前沿进展内容可以有效拓展学生的专业视野,使其获得新鲜知识,弥补教材内容与前沿知识脱节的不足;同时可以在课程教学中获得较好的区分度,使部分学有余力的学生能够脱颖而出;可以培养学生独立思考、深入学习的能力,成为本科基础教学与研究生学习基础科研能力的一个有效纽带与重要过渡。

1 融合国际前沿进展的课程教学实现

根据《食品现代检测技术》课程教学内容,主要对以下知识点进行讲述:计算机视觉与高光谱、多光谱分析技术^[3-4];液相色谱与气相色谱分析技术^[5-6];原子吸收法与等离子体质谱法分析技术^[7-8];MEMS 传感器电化学检测技术^[9];核酸探针、PCR 扩增分析与生物芯片技术^[10-11];计算机、智能手机等作为信息终端的智能化分析技术等^[12-13]。国际前沿的融合教学主要集中在2个方面:基于新材料、新理论、新器件的新兴技术^[14];传统技术在信息化、物联网背景下的新发展^[15]。

针对食品检测领域,涉及新材料的代表性工作主要包括:无污染智能包装(如变色包装、近场感应包装等)的食品流通消费领域应用^[16];利用高分子仿生膜对食品有益成分作用机理的体外再现验证^[17]。涉及新理论的代表性工作主要包括:食品咀嚼感受特性的拟人化神经元评估方法^[18];基于手机、智能手环等新兴工具的分布式食品特征检测过程与云端共享策略^[19]。另外,微电极阵列、金属有机框架荧光传感器等新兴器件也已在食品检测领域崭露头角^[20]。考虑到选课学生的知识结构与认知能力情况,着重对智能包装一体化同位检测技术(新材料)与多信息终端智能化分析技术(新理论)进行了有效教学:将基础知识内容与上述领域代表性论文研究结果融合,以基础知识内容促进对前沿论文的学习思考,同时以前沿论文反哺技术知识内容的掌握巩固;以课堂讲述、多媒体放映、小组讨论与课后小论文的形式,实现立体教学。

2 教学实施方法设计

2.1 智能包装一体化同位检测技术

以“溶胶-凝胶基质比色传感包装用于鱼类新鲜度监测”为代表内容^[21],对前沿领域研究进行了教学,并对背景评估、方法设计、样品处理与实验结果等4个重要环节进行了着重阐述。

1) 鱼类具有丰富营养成分和愉悦口感,在日常饮食中被视为健康和高价值食物。捕获(或养殖)鱼类的处理和储存条件会严重影响鱼的新鲜度和质量,因此,鱼类新鲜度监测对于生产环节和消费环节非常重要。目前,研究鱼类新鲜度主要通过感官评估或生化技术,通常需要较长分析时间和专业操作人员;智能包装是一种新型高效方法,可通过在包装上加入特异性标签用于指示新鲜度和状态。

2) 选用溴甲酚绿作为指示剂,廉价的一次性滤纸作为标签基底;考虑到浸涂法制备滤纸存在易碎倾向,并可能存在染料泄漏和湿度影响隐患,因此在滤纸上施加溶胶-凝胶涂层,设计实现了具有高度稳定性和优良特异性的溶胶-凝胶感应标签。

3) 在超市购买活鱼,在实验室内进行采样处理,去除鱼皮和鱼骨,将鱼肉分成10g的小块,放入用透明保鲜膜密封的容器中进行新鲜度监控;实验在室温下进行,为了确保监测过程可信,平行测试3个样品。直径1cm的溶胶-凝胶感应标签置于容器顶部空间,每隔2h记录一次总挥发性碱性氮含量、pH值和感测标签颜色。

4) 实验证明,溶胶-凝胶层能够有效改善感应标签的耐湿性,有助于减少水分对监测精度的影响;感应标签对鱼肉样品新鲜度具有灵敏响应,在样品变质过程中显示出由黄色过渡到绿色,并最终达到深蓝色的强烈颜色变化;颜色变化与总挥发性碱性氮含量相关,且肉眼即可分辨。同时,可以使用感应标签对新鲜度水平进行定量准确评估:伴随样品变质过程,总挥发性碱性氮含量逐渐增加,引发智能包装膜颜色改变;鱼类新鲜度水平与智能包装膜颜色信息具有较明确的定量关系,即可利用颜色信息RGB值与总挥发性碱性氮含量的关系建立标准曲线,得到包含颜色信息与新鲜度信息的数学模型。在实际流通与消费环节,零售商、消费者或质检人员使用手机APP等便捷工具提取变色标签图像,并同时拍摄外包装的非变色校准图像,通过对比变色标签图像、非变色校准图像,有效克服环境光源影响与手机拍摄性能差异,从而准确地获得鱼类新鲜度水平定量信息。

2.2 多信息终端智能化分析技术前沿进展教学

以“基于手机控制的智能微波消解检测”为代表

内容^[22],对所在前沿研究进行了介绍,并对研究背景、仪器设计、传感器设计和实验结果等4个主要环节进行了重点教学。

1) 在一个典型测量过程中,首先考虑合适的预处理,从而在食品样品中提取目标元素。加热、灰化、微波和超声波消解方法是比较常用的预处理方法,然而往往需要复杂操作和昂贵仪器,不利于开展现场检测。得益于固态微波器件、电化学传感器和智能手机的发展,有望出现简化和廉价的方法:固态微波器件可以为微波消解实现智能匹配,改善消解过程中的动态响应;与磁控管相比,这种固态器件由于体积小、效率高,更适合于多微波通道消化;独立控制的微波通道产生微波功率的梯度斜率,有助于提高消解效率。电化学传感器与智能手机等个人信息终端的配合,则可以提供完整的分析和通信功能。

2) 基于智能手机的电化学检测平台包括一个传感器模块、一个无线恒电位仪、一个固态微波消解装置和必要的流控部件。无线恒电位仪通过 Wi-Fi 与智能手机连接,并根据手机端命令进行了流体操作、消解程序和电化学测量。固态微波消解装置有一个三通道微波源和3个独立微波腔。对于微波源的每个通道,其输出可独立设置为低电平或高电平。消解环存在于微波腔中。目标样品在可编程微波消解回路中消解,在冷却回路中冷却,然后在测试腔中进行分析。

3) 三电极系统和 pH 电极采用标准半导体技术在硅片上制造:在干热氧气中,硅片外表面生长绝缘层,采用磁控溅射技术获得了金层和铂层,使用光刻掩模来绘制电极布局;采用其中一个铂电极不加修饰,作为对电极;对于其他2个铂电极,分别使用 Ag/AgCl 糊和聚甘氨酸薄膜进行功能修饰,作为参比电极和 pH 电极;采用纳米修饰金微盘电极作为工作电极,并封装在聚丙烯测量单元中。

4) 鱼肉样品切成小块并加入10倍质量去离子水,使用破壁料理机处理。获得产物直接由系统自动化消解并检测。2组鲫鱼样品(分别来源于江水和湖水养殖)重金属含量存在显著差异。2组草鱼样品(分别来源于江水和湖水养殖)的镉、铅、汞含量相近,且明显低于鲫鱼样品。该方法对鱼肉中镉、铅、汞具有较宽的检测范围。

具体实施上述方法操作:在课堂上以 PPT 的形式介绍原理和操作步骤,同时配合提前录制的实验视频进行讲解;将学生分为5人一组,利用调整到周末的课程,在老师的指导下于教学实验室亲自动手完成实验操作。

3 考核方法与实施效果评估

针对融合国际前沿进展的《现代食品检测技术》教学部分,考核方式更倾向于柔性和多元化的模式,

主要通过立体、翔实的考核要求实现:预习考核,在进行课程教学之前,学生针对相关常见知识点进行预习,反馈预习中的难点,教师对预习过程进行考核;课程基本知识考核:在课堂教学中,教师对已有基础知识进行讲述,通过随堂采用提问、快速作业报告的形式,对基本知识进行考核;前沿进展认知考核,在完成前沿进展讲述后,学生以分组讨论、课堂答疑的形式,对先进理论与方法进行初步掌握,通过提交讨论报告的方式完成考核;主观能动考核,在完成基础知识与前沿知识讲述后,将学生分为小组,每组5人,组长通过 PPT 等形式进行课堂汇报(限时7 min),介绍对融合教学的课程内容认知与研究方向的收获等,根据课堂汇报内容对小组成员进行问答考核(限时3 min)。

《现代食品检测技术》课程主要面向食品相关专业本科三年级学生、其他专业大四学生和一年级硕士研究生。上述融合教学方法已开展3年以上,通过实际教学,普遍评价“可以获得新鲜的知识”,反响良好;学生对这种融合教学方式积极性很高,目前选修教学人数已超过300。特别地,在面向食品科学与工程专业三年级本科生教学中,获得了格外突出的教学成果:在本科生总人数未发生明显改变前提下(均为3个班,90人左右),教改前选修人数为51,教改后选修人数为77,选修率提高了50%以上;在选修教学结束后,有42人对课程讲述的国际前沿进展表现出浓厚兴趣,提前进入实验室学习相关知识;在提前进入实验室环境的学生中,35人参加了校设大学生创新创业训练计划项目,并已有28人顺利结题,对比教改前创新创业训练计划项目成绩(20人参与,11人结题)实现了较大提升。同时,教改工作也对选课学生进一步深造呈现出推动作用:教改前选课学生继续攻读研究生12人,深造比例低于25%(12/51);教改后有32人通过推免/考试方式进入研究生阶段学习,深造比例高于40%(32/77),并已发表50余篇科研论文,6人获得了国家奖学金。上述成果可能得益于3个方面:将国际前沿进展融合于课程教学中,解决了配套教材内容老化、更新不及时的问题,改善了教学效果;通过多元化的教学与考核方式,提高了学生的自主学习兴趣,引导学生构建自学研究与团队合作融合的学习方式;有效地对认知结构与能力进行了筛选,使部分学有余力学生明晰了学习目标和研究兴趣,在后继研究生阶段实现“有的放矢,不走弯路”。

4 结语

食品检测技术是保障食品质量与安全的重要手段。随着技术领域与深度日新月异的发展,对《现在食品检测技术》本科课程教学提出了更多的要求与挑战。尝试将领域内前沿进展融入本科教学实践中,以

教材知识为基础,以前沿知识为补充,构建完善的教学体系;通过立体化、多元化的教学与考核过程,使学生熟悉基础知识,并认知了解本领域前沿发展的关键环节。这种教学尝试取得了一定成果,收到了广泛主观好评,客观教学质量提升,同时可以切实有效提升学生在后继研究生阶段进行科学研究的能力。

参考文献:

- [1] 赵浩暖,任圆圆,朱树华. SERS 技术在食品有毒物质检测中的应用[J]. 包装工程, 2020, 41(21): 22-30.
ZHAO Hao-nuan, REN Yuan-yuan, ZHU Shu-hua. Application of SERS Technology in the Detection of Food Toxic Substances[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(21): 22-30.
- [2] 李欢欢,陈全胜. 基于 OBE 理念的“现代食品检测技术”课程教学改革与探讨[J]. 农产品加工, 2020(16): 115-117.
LI Huan-huan, CHEN Quan-sheng. Teaching Reform and Discussion of "Modern Food Testing Technology" Course Based on OBE Concept[J]. Processing of Agricultural Products, 2020(16): 115-117.
- [3] LIU Y, PU H, SUN D W. Hyperspectral Imaging Technique for Evaluating Food Quality and Safety During Various Processes: A review of Recent Applications[J]. Trends in Food Science & Technology, 2017, 69: 25-35.
- [4] QIN J, CHAO K, KIM M S. Hyperspectral and Multispectral Imaging for Evaluating Food Safety and Quality[J]. Journal of Food Engineering, 2013, 118(2): 157-171.
- [5] NOLVACHAI Y, KULSINGC, MARRIOTT P J. Multidimensional Gas Chromatography in Food Analysis[J]. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 2017, 96: 124-137.
- [6] 唐明. 色谱分析技术在食品检测中的应用[J]. 食品安全导刊, 2018(12): 53-54.
TANG Ming. Application of Chromatographic Analysis Technology in Food Inspection[J]. Food Safety Guide, 2018(12): 53-54.
- [7] TAYLOR, BARLOW, DAY M P. Atomic Spectrometry Update: Review of Advances in the Analysis of Clinical and Biological Materials, Foods and Beverages[J]. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 2018, 33(3): 338-382.
- [8] SMOLUCH M, MIELCZAREK P, SILBERRING J. Plasma-Based Ambient Ionization Mass Spectrometry in Bioanalytical Sciences[J]. Mass Spectrometry Reviews, 2016, 35(1): 22-34.
- [9] ZHENG Z, NIU P, WANG X. Miniature Gigahertz Acoustic Resonator and On-Chip Electrochemical Sensor: An Emerging Combination for Electroanalytical Microsystems[J]. Analytical Chemistry, 2019, 91(24): 15959-15966.
- [10] LINACERO R, SANCHIZ A, BALLESTEROS I. Application of Real-Time PCR for Tree Nut Allergen Detection in Processed Foods[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2020, 60(7): 1077-1093.
- [11] 于欣欣. 生物芯片技术及其在食品检测中的应用[J]. 食品安全导刊, 2020(18): 144.
YU Xin-xin. Biochip Technology and Its Application in Food Inspection[J]. Food Safety Guide, 2020(18): 144.
- [12] GOMES J F S, LETA F R. Applications of Computer Vision Techniques in the Agriculture and Food Industry: A Review[J]. European Food Research and Technology, 2012, 235(6): 989-1000.
- [13] YOUSEFI H, SUH M, IMANI S M. Intelligent Food Packaging: A Review of Smart Sensing Technologies for Monitoring Food Quality[J]. ACS Sensors, 2019, 4(4): 808-821.
- [14] SHU J, TANG D. Recent Advances in Photoelectrochemical Sensing: From Engineered Photoactive Materials to Sensing Devices and Detection Modes[J]. Analytical Chemistry, 2020, 92(1): 363-377.
- [15] MAYER M, BAEUMNER A J. A Megatrend Challenging Analytical Chemistry: Biosensor and Chemosensor Concepts Ready for the Internet of Things[J]. Chemical Reviews, 2019, 119(13): 7996-8027.
- [16] ZHANG J, HUANG X, SHI J. A Visual Bi-Layer Indicator Based on Roselle Anthocyanins with High Hydrophobic Property for Monitoring Griskin Freshness[J]. Food Chemistry, 2021, 335: 129573.
- [17] 纪丁琪,房岩,金丹. 以豌豆叶片为模板的高分子膜抑菌性研究[J]. 农业与技术, 2019, 39(15): 3.
JI Ding-qi, FANG Yan, JIN Dan-dan. Antibacterial Activity Research on Polymer Membrane with Pea Leaf as Example[J]. Agriculture & Technology, 2019, 39(15): 3.
- [18] 谢桂林,赵奇,郭一霏. 仿生咀嚼装置及其在食品质地评价中应用研究进展[J]. 食品与机械, 2021, 37(6): 6.
XIE Gui-lin, ZHAO Qi, GUO Yi-fei. Research Progress for Bionic Chewing Device and Its Application in Food Texture Appraisal[J]. Food & Machinery, 2021, 37(6): 6.
- [19] EYVAZAI S, BARADARAN B. Recent Advances on Development of Portable Biosensors for Monitoring of Biological Contaminants in Foods[J]. Trends in Food Science & Technology, 2021, 114: 712-721.
- [20] GAN Z, HU X, XU X. A Portable Test Strip Based on Fluorescent Europium-Based Metal-Organic Framework for Rapid and Visual Detection of Tetracycline in Food Samples[J]. Food Chemistry, 2021, 354(3): 129501.
- [21] LIU X, CHEN K, WANG J. An On-package Colorimetric Sensing Label Based on A Sol-Gel Matrix For Fish Freshness Monitoring[J]. Food Chemistry, 2020, 307: 125580.
- [22] ZHANG W, LIU C, LIUF. A Smart-Phone-Based Electrochemical Platform With Programmable Solid-state-Microwave Flow Digestion for Determination of Heavy Metals in Liquid Food[J]. Food Chemistry, 2020, 303: 125378.