

在食品专业研究生课程中设置《生物无机化学》的 教学改革与实践

孙丽平*, 庄永亮

(昆明理工大学, 云南省食品安全研究院, 昆明 650500)

摘要: 本文主要介绍了在食品专业研究生课程中设置《生物无机化学》的必要性和可行性, 以及相关的教学改革与实践。结合食品专业需求, 精选教材并合理编排教学内容; 充分利用现代多媒体图、文、像表达优势, 制作专题教学课件; 增加综合性和创新性实验教学手段; 着重采用基于问题教学法和案例研究法, 培养学生终生学习的习惯; 实现学研互动等方面进行课程教学改革与实践, 收到很好的教学效果。

关键词: 生物无机化学; 食品专业; 教学

Reform and practice in teaching of “bioinorganic chemistry” in postgraduate course of food major

SUN Li-Ping*, ZHUANG Yong-Liang

(Kunming University of Science and Technology, Yunnan Institute of Food Safety, Kunming 650500, China)

ABSTRACT: In this study, the necessity and feasibility of “bioinorganic chemistry” in postgraduate course of food major were introduced, and the reform and practice in teaching of “bioinorganic chemistry” were studied. Teaching materials were selected and teaching contents were arranged according to the requirements of food major. The modern multimedia technology was utilized to increase transfer efficiency of the knowledges. The comprehensive and innovative experiments were established, and the habit of lifelong learning was cultured. Problem-based teaching and case study method were practiced as the main teaching methods to achieve interactive learning and research.

KEY WORDS: bioinorganic chemistry; food major; teaching

1 引言

生物过程中的无机化学问题已经成为一个吸引力极大的前沿研究领域。许多学者以各自不同的学科背景, 从不同角度从事这方面的研究, 取得了丰富多彩的成果, 发

展形成了生物无机化学学科^[1]。近年来, 生物无机化学进一步同分子生物学、结构生物学、能源科学、理论化学、环境科学、材料科学和信息科学等融合交叉并取得重大进展, 《生物无机化学》课程相应成为生物学、医学、化学、资源、环境等专业的重要课程。

基金项目: 昆明理工大学研究生百门核心课程

Fund: Supported by One Hundred Core Courses of Postgraduate of Kunming University of Science and Technology

*通讯作者: 孙丽平, 教授, 主要研究方向为食品质量与营养控制。E-mail: kmlpsun@163.com

*Corresponding author: SUN Li-Ping, Professor, Kunming University of Science and Technology, No727, Jingming South Road, Chenggong District, Kunming 650500, China. E-mail: kmlpsun@163.com

2 在食品专业研究生课程中设置《生物无机化学》的必要性和可行性

《生物无机化学》主要讲述了生命过程中无机元素尤其是金属元素的生物学效应^[2]。一方面, 对于人体来讲, 供给生命体新陈代谢的物质基础是食品, 食品的营养与安全决定了人体内无机元素在供给量上的缺、足或是过。《食品营养学》和《食品安全学》所定义的有益元素、污染元素、重金属等概念, 在《生物无机化学》定义的生物学效应层次上则是不尽精确, 简言之, 尽管是有益元素, 如人体必需的铁元素和硒元素, 其生物学效应的益和害仅仅在丝毫之间; 一些污染元素和重金属, 依然有其不可替代的生物学价值。因此食品专业有必要将《生物无机化学》设置为专业课程, 让学生理解无机元素在营养和安全上的辩证划分。另一方面, 食品生产过程也涉及到了广泛的生命过程, 简言之, 食品的酶学和仿生学的发展产生了更为营养、健康、形式多样的食品体系, 食品的酶学和仿生学在生物无机化学上找到了很多的支撑点和交叉点, 食品专业的学生有必要通过《生物无机化学》课程的学习来拓展食品酶学和仿生学的研究领域。

目前在食品专业设置《生物无机化学》课程是可行的, 我国许多高校已经将此课程作为食品专业本科到研究生的专业基础课。相比较于传统的食品专业课程, 《生物无机化学》的知识点更前沿、理论多、实践少、难度大。食品专业工程教育认证的补充标准中强调了食品专业必须开设生命科学基础课程^[3], 包括《细胞生物学》、《分子生物学》等。这些课程的学习加上食品专业必修的四大化学和《生物化学》, 建立了学习《生物无机化学》的先修理论基础, 可以支撑食品研究生专业的学生有效学习《生物无机化学》的相关内容。作者所在学校的食品专业课程中增设了《生物无机化学》课程, 主要是针对研究生教学。目前, 已完成食品科学专业学术型硕士研究生 6 届次的教学任务, 完成轻工技术专业发酵工程方向专业型硕士研究生 4 届次的教学任务, 教与学的效果都很好, 课程的学习能促进学生应用课程理论分析相关的科研问题, 同时给予学生在未来课题研究中宽领域的研究思路。目前, 本课程已被我校立项为“昆明理工大学研究生百门核心课程”, 进行课程建设和改革。经过建设年度考核, 学校对课程教学内容、方法、学生学习成效等评价很高, 甚至建议将该课程设置为校级平台课, 供相关专业的研究生选修。

3 《生物无机化学》的教学改革

3.1 精选教学内容

生物无机化学属于新兴的交叉学科, 处在飞速发展之中, 现行的中英文教材根据其侧重点不同或针对的专业不同, 内容差异很大, 概括起来基本可分为背景性知识介

绍、无机元素的生物效应、现代科学对无机元素生物效应的模拟性应用。背景性知识介绍主要是无机化学和生物化学的知识, 如价键理论、酸碱理论、作为配体的生物大分子的基本知识、生物膜等内容, 这部分是学习无机元素生物效应的先行理论; 无机元素的生物效应是《生物无机化学》的主体内容, 包括生物体对环境无机元素的选择、摄取和组装, 无机元素在生物体中组装的化学物种的性质及其与生命系统的相互作用等; 现代科学对无机元素生物效应的模拟性应用, 主要是根据已知的无机元素在生物体中具有生物效应的化学物种的组装模式, 人工合成各种化学物种, 作为无机药物、工业生产的载体、催化剂等进行应用^[4]。

针对于食品专业的学生, 《生物无机化学》的背景性知识主要是人体中无机元素的分布、生物配体的空间构象及其可能的价键形态等; 无机元素的生物学效应方面主要学习无机元素的摄取(食品中的无机元素被人体的吸收和分布)、组装(化学物种的种类和配位形态)及其与生命系统的相互作用(必需元素生物学效应的量化标准、重金属对人体的损害机制等), 特别是人体中的酶对金属元素的依赖性分析; 现代科学对无机元素生物效应的模拟性应用主要了解无机元素营养强化剂的开发、重金属暴露人群体内重金属的脱除方法、模拟酶在食品加工和食品安全中的应用等。

3.2 改革教学手段

3.2.1 充分发挥多媒体教学在知识传递中的优势

便捷、清晰、信息量大、便于展示是多媒体教学的优势^[5]。以图形在信息表达上的直观性和语言在信息表达上的确定性为互补, 制作图文并茂的课件, 便于学生迅速而快捷阅读和理解所学内容, 同时还能活跃课堂气氛, 收到较好的教学效果。当然多媒体教学的前提是课件的制作, 教师必须集中精力投入课件的创作和编排, 对要讲授的内容从文字、图表、结构等连贯性上予以重组、重构和整合, 并在教学实践中展现其独特的优势。

对于《生物无机化学》的知识传承, 多媒体教学尤为重要。《生物无机化学》涉及到很多大分子物质, 其结构比较复杂, 小分子物质及无机元素要对大分子物质进行对接, 如果没有图形或动画的展示, 仅仅通过板书, 学生是非常不容易接受的。例如讲到铜锌超氧化物歧化酶时^[6], 可以通过图片展示的形式, 如图 1 所示, 让学生对其结构进行直观认识; 讲解人体中酶的催化机理时刻通过图示或 flash 形式层层推进, 增进学生对复杂知识的理解和接受, 例如, 讲解羧肽酶时, 根据羧肽酶的生物活性特点^[7], 设计其活性部位结构特征图, 如图 2, 学生就很容易从亚分子水平对酶底物选择性理解^[8]。目前, 本课程教学团队根据选定的授课内容自己编写多媒体课件, 以专题为提纲, 已编写生物无机化学基础, 生物体对金属的选择、摄取和组装, 无机的金属与有机的生命, 金属酶, 配位化学/仿生学在食品中的应用等课件, 集图、文、像一体, 充分发挥多媒体高效传承的优势。

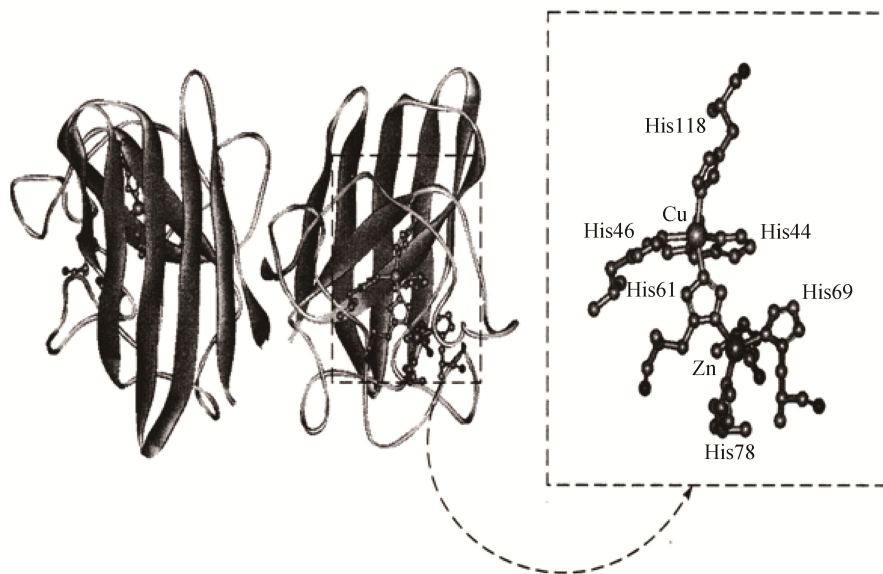


图1 铜锌超氧化物歧化酶及其活性中心的结构

Fig. 1 The structure and activity center of copper-zinc superoxide dismutase

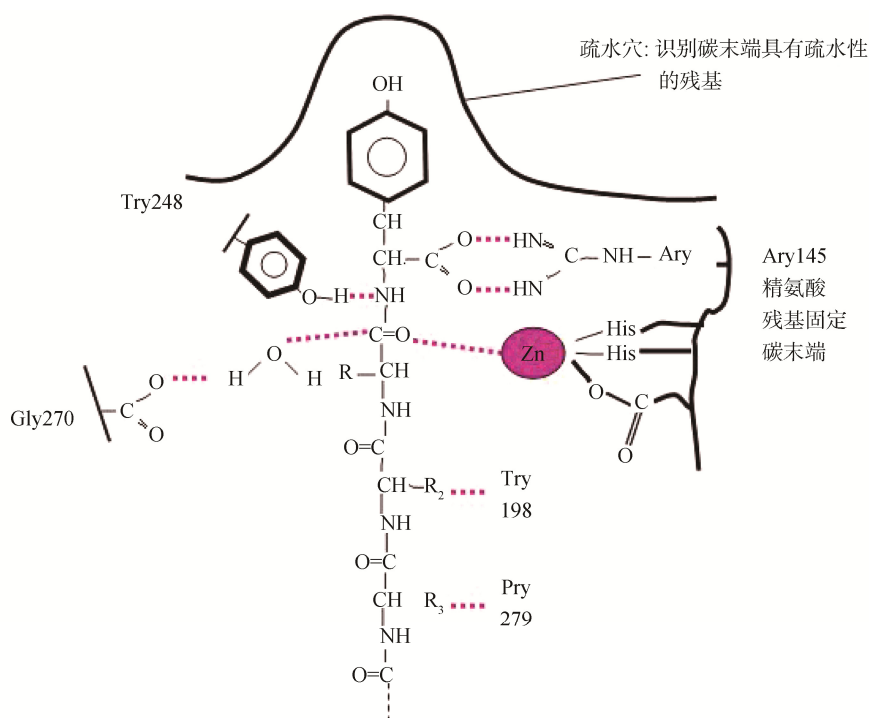


图2 羧肽酶水解示意图

Fig. 2 The schematic diagram of hydrolysis of carboxypeptidase

3.2.2 增设实验教学

随着国家对高等教育投入的越来越大, 各专业的实验课程越来越丰富, 同时, 对实验课程质量要求越来越高^[9]。在验证性实验的基础上增设综合性和设计性试验可以

促使学生更有效地学习《生物无机化学》, 培养学生的专业实践能力, 独立动手能力和创新能力。当然, 综合性和设计性实验很多都是与授课老师的科学研究课题相关, 我们紧扣授课专题和学科前沿, 目前已编写镧系金属多糖配合

物的制备、对磷酸键的水解作用及其对有机磷农药的降解作用, 模拟酶, 人体必需金属元素与肽、蛋白螯合物的制备及其稳定性评价, 可溶性膳食纤维/功能性低聚糖对重金属的螯合作用, 膳食中重金属的生物利用率评价等综合性实验专题。

既然是综合性和设计性实验教学, 教师只设置实验专题, 学生要充分发挥学习的能动性, 根据专题查阅资料、设计实验方案、准备实验条件等。当然, 对于一年级的研究生来讲, 直接让其设计一个完整的综合性实验方案、准备所需实验条件等难度很大, 但是这种特定方向指导下的能动性过程可以有效锻炼学生的创新能力和发散思维。本教学团队加强了实验平台硬件建设, 指导教师认真组织实验内容, 指导学生完善实验方案; 在实验过程中引导学生多角度的分析实验现象, 特别是引导学生学会多门课程多个知识点的综合性应用。以体外全仿生消化模型评价膳食中重金属生物利用率^[10]专题实验为例, 实验设计如图 3 所示, 通过该实验可以了解膳食中重金属的赋存形态及其在人体胃肠道中的最大生物利用率, 该实验专题综合了生物无机化学、食品化学、食品卫生学、环境生物学、人体结构学以及食品酶学的知识。

上述教学手段有效的实现了理论知识的直观表达, 并进行了一定的实践认识, 提高了学生的学习兴趣, 一定程度上激发了学生的求知欲。

3.3 改革教学方法

3.3.1 问题教学法

精心设计问题, 以问题为驱动, 以问题为脉络, 将学生引入新的学习内容, 有效地提升学生的学习热情。例如: 金属酶专题授课时, 问为什么有的人喝酒容易醉, 而有些人不易醉? 学生一般回答是有人酒量大有人酒量小, 从而引入个体酒量差异与其体内以锌为活性中心的金属酶含量及其催化效率有关^[11]。这样学生就会对学习内容感兴趣, 进一步将该问题延伸到为什么人体中的这种锌酶会导致个体间的酒量大小差异, 即引出金属酶的生物效应。讲到无机的金属与有机的生命专题时, 我们曾问学生“小说中的吞金自杀是真的吗?”, “你如何理解我国道家的炼丹术”, “人体中铁元素含量过高会产生毒害吗?”等问题。学生的答案莫衷一是。带着问题去学习, 学生兴趣高, 求知欲强, 知识把握更牢固。

3.3.2 案例研究法

案例是案例教学研究法的核心, 授课前教师要结合生活实际, 精心选择案例。案例要注意三点: 目标明确、启迪深刻、综合性强, 能够让学生综合运用无机化学、物理化学、生物学、食品科学, 进行开放性思考。例如, 最近我们以“碘盐是否过量”这个案例, 就可以讲述碘与甲状腺疾病的关系, 还有碘不足和过量出现的健康问题。再如在讲述“生物膜及离子通过膜的运送”内容时, 从生物膜组

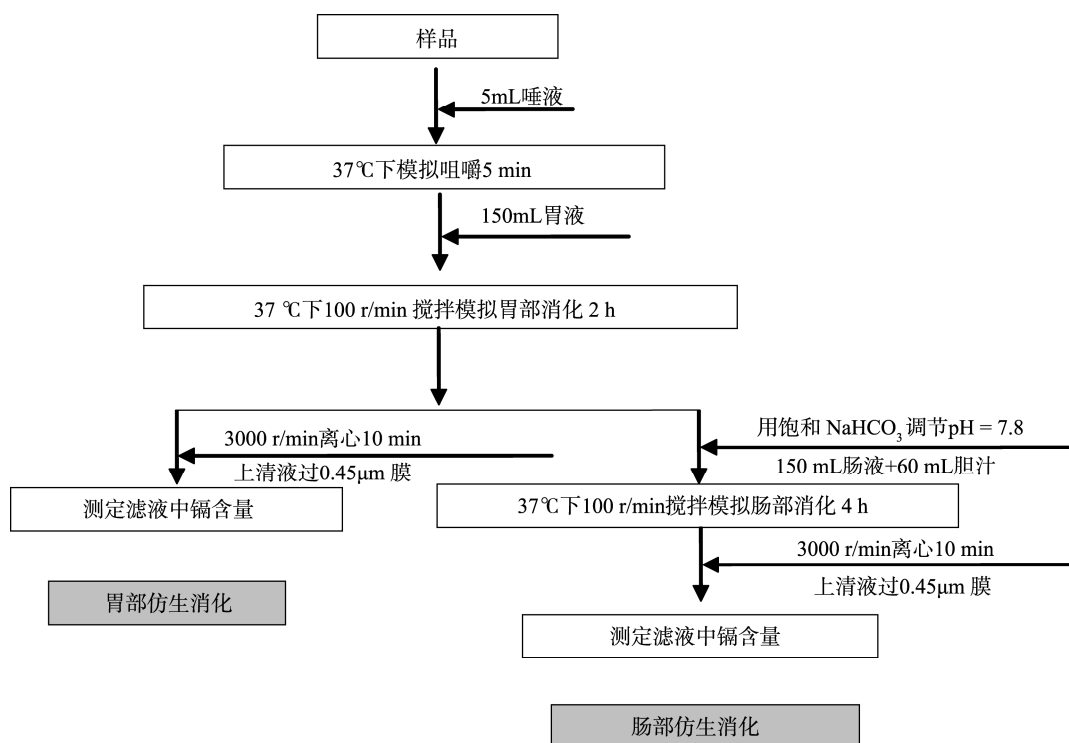


图 3 全仿生消化模型评价膳食中重金属的赋存形态及其生物利用率

Fig. 3 The speciation analysis of heavy metals in food by biomimetic digestion system and bioavailability

成、结构特点、跨膜运输方式及其生物学意义出发,让学生感悟到组织性、有序性和选择性在生命体系中具有重要的特征^[12]。

3.3.3 培养学生终生学习的习惯

工程教育认证通用标准中提到“对终生学习有正确认识,具有不断学习和适应发展的能力”。可以说培养学生终生学习能力是高等教育的重要目的^[13],要培养学生终生学习的习惯,就要培养自主学习的能力^[14],而不局限于课程的课堂教学内容,在学习生物无机化学课程的过程中,进行专题报告(邀请国内外专家、大型企业代表作前沿讲座)、课堂讨论(以学生为主,围绕课程内容或者前沿科学讨论)和课外阅读(提供学生专门命题,让学生通过检索和查新、获取相关信息),通过不同的学习模式,提高学生自主学习的积极性,培养学生的创造性思维和能力,让学生了解学科的最新成就和发展趋势,还能为培养学生的持续创新能力奠定基础。

3.3.4 学研互动

教学和科研在本质上是统一的^[15],教学课程的知识可以转变为科学研究的思路,科学研究成果也可以归纳成教学内容。例如,无机元素在生物体中具有生物效应的化学物种的产生、分布和存在形态,特别是金属可诱导生物体合成多糖、蛋白等作为配体形成化学物种的知识,提示可以筛选某些金属元素提高真菌发酵产生多糖的产率;或者应用金属对生物体的诱导效应分析真菌发酵的一些表现生理变化等。学研互动的转变过程需要学生的科研行为来实现,所以在授课时,我们注重讲授课程理论在相关科研上的应用,以期对学生有所启发。

同时,本教学团队注重科研动态进课堂、进教材、进实验的实践,为专业教学提供大量实践案例和实验平台。团队教师通过从事的科研工作凝练最新科研成果渗透进课堂教学、课程教材、专业实验中,达到教学促进科研,科研反哺教学,教学科研互动的应用。可以说,科学研究进课堂是培养学生创新能力的必由之路。

4 结 论

《生物无机化学》课程的设置明显提高了我校食品相关专业研究生的知识水平和科研能力。自课程设置后,不断进行教学改革,目前参与了该课程学习的研究生有100余人,学生对该课程教学内容、教学手段和教学方法认可度较高,课程的基础知识掌握得比较扎实,绝大多数学生可以根据所学知识进行简单的课题设计,水平较高的学生能够设计出食品生物无机化学的专业研究方案,并能达到预期结果。每年有不少学生因本课程对生物无机化学学科产生浓厚的兴趣。总之,本课程的设置进一步完善了食品类研究生的课程体系,为新型食品专业人才的培养能够起到较大的推动作用。

参考文献

- [1] 郭子建, 孙为银. 生物无机化学[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
Guo ZJ, Sun WY. Bioinorganic Chemistry[M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [2] 王夔. 生物无机化学的未来—代专辑前言[J]. 化学进展, 2013, 25(4): 431-434.
Wang G. Future bioinorganic chemistry—Editor's viewpoints[J]. Prog Chem, 2013, 25(4): 431-434.
- [3] 任海伟, 陈晓前, 张轶, 等. 以工程教育专业认证为导向的食品科学与工程课程体系研究与实践[J]. 粮油加工, 2014, 08: 71-77.
Ren HW, Chen XQ, Zhang Y, *et al.* Research and practice on curriculum system construction of food science and engineering specialty with orientation of engineering education accreditation [J]. Cereal Oil Proc, 2014, 08: 71-77.
- [4] 赵美霞. 关于生物无机化学教学改革的思考[J]. 时代教育, 2012, 21(11): 169.
Zhao MX. Thoughts on the bioinorganic chemistry teaching reform [J]. Time Edu, 2012, 21(11): 169.
- [5] 叶英杰, 张永兴. 无机及分析化学课程教学改革与实践[J]. 广州化工, 2014, 42(4): 156-157.
Ye YJ, Zhang YX. Teaching reform and practice of inorganic and analytical chemistry course [J]. Guangzhou Chem Ind, 2014, 42(4): 156-157.
- [6] Robert RC. Biological inorganic chemistry [M]. UK: Elsevier, 2012
- [7] 吴静, 闵柔, 邬敏辰, 等. 羧肽酶研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(8): 793-801.
Wu J, Min R, Wu MC. *et al.* Research progresses on the carboxypeptidase [J]. J Food Sci Biotechnol, 2012, 31(8): 793-801.
- [8] Wolfgang K, Brigitte S, Axel K. Bioinorganic chemistry: inorganic elements in the chemistry of life [M]. UK: Wiley, 2013
- [9] 胡兰英. 高等院校食品科学与工程专业人才培养体系研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(22): 11516-11517.
Hu LY. Study on the talents training system of food science and engineering major in colleges and universities [J]. J Anhui Agric Sci, 2012, 40(22): 11516-11517.
- [10] Sun LP, Liu GX, Yang MZ, *et al.* Bioaccessibility of cadmium in fresh and cooked *Agaricus blazei* Murill assessed by in vitro biomimetic digestion system [J]. Food Chem Toxicol, 2012, (50): 1729-1733.
- [11] 曾芳芳, 刘盛元, 王滨有. 乙醇脱氢酶基因多态性与饮酒行为及所致相关疾病的研究进展[J]. 疾病控制杂志, 2008, 12(2): 164-167.
Zeng FF, Liu SY, Wang BY. Progress in the study of alcohol dehydrogenase polymorphism and drinking behavior as well as alcohol-related diseases [J]. Chin J Dis Control Prev, 2008, 12(2): 164-167.
- [12] 胡道道. 生物无机化学漫谈[J]. 中学化学教学参考, 2001, 214(6): 14-16.
Hu DD. Talk of bioinorganic chemistry [J]. Teach Ref Mid Sch Chem, 2001, 214(6): 14-16.
- [13] 杨帆, 穆肃. 终身学习能力构成及能力项关系的研究[J]. 开放教育研究, 2011, 17(3): 81-88.
Yang F, Mu S. Component and inner relationship of lifelong learning capacity [J]. Open Edu Res, 2011, 17(3): 81-88.
- [14] 范黎. 大学生自主学习能力的培养[J]. 微生物学通报, 2013, 40(12): 2342.

Fan L. Cultivating independent learning ability of undergraduate students [J]. Microbio China, 2013, 40(12): 2342.

[15] 李斐. 论我国高校教学与科研关系的演变与协调发展[J]. 高校教育管理, 2015, 9(1): 1-5.

Li F. Evolution of the relationship between teaching and research and their coordinative development [J]. J High Edu Manag, 2015, 9(1): 1-5.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



孙丽平, 博士, 教授, 主要研究方向为食品质量与营养控制。

E-mail: kmlpsun@163.com

“碳水化合物研究”专题征稿函

碳水化合物是食品中的六大营养素之一, 是食品的主要成分, 对于食品的“色、香、味、形、质”以及营养功能均具有重要的影响作用。

鉴于此, 本刊特别策划了“**碳水化合物的研究**”专题, 由天津科技大学的**张民教授**担任专题主编。张教授现任天津科技大学食品工程与生物技术学院院长。本专题主要围绕**碳水化合物的物性学特性(包括: 力学特性、流变学特性、质构特性、介电特性、热特性和凝胶性等)、功能特性、应用特性、结构特性**展开。探讨**碳水化合物的组成、分子结构等对加工特性以及食品质量的影响**或者针对您认为在碳水化合物的研究方面有意义的内容进行研讨, 计划在**2015年5月**出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊编辑部及**张民教授**特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。请在**2015年4月20日**前通过网站或E-mail投稿。我们将快速处理并优先发表。

感谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部