



关于植物纤维高值化利用课程教学实践与改革的探讨

李明飞*

(北京林业大学材料科学与技术学院, 北京 100083)

摘要:植物纤维高值化利用是研究植物纤维原料,特别是纤维素、半纤维素、木质素三种天然高分子分离及其高值化加工利用的一门学科,是林产化工、制浆造纸、生物质能源等专业的一门重要基础课程。本文针对该课程的特点及教学改革进行了探讨,认为可采取以下措施:(1)教学内容设置核心知识,突出教学重点;(2)关注学科发展前沿,及时更新教学内容;(3)知识形象化促进理解,启发式教学启迪思维;(4)注意科学研究思维方式的传授,开展研讨专题讲座;(5)加强理论教学与实践的结合,改革考核方式,注重综合能力考查。

关键词:天然高分子;植物纤维;课程改革;实践教学

引言

植物纤维化学是林产化工、制浆造纸、生物质能源等专业的重要课程,该门课程主要阐述植物纤维原料的生物结构和化学组分,特别是纤维素、半纤维素以及木质素三种天然高分子的结构、性质、分布规律和利用途径。多数学校将其列为专业必修课,课程50学时左右,并配有相应的实验课。近年来,许多教师对该门课程的教学内容及教学方法^[1, 2]、课程网络建设^[3]、精品课程建设^[4]、实验教学^[5, 6]等开展了一系列教学改革,取得了诸多成果。

当前,随着人类对可再生生物质资源,特别是对植物纤维资源开发和利用不断加强,以植物纤维为原料的产业迅速发展。传统的造纸工业、粘胶纤维工业、木材加工工业,以及正在兴起的生物质能源、生物质材料和生物质化学品等产业对植物纤维化学的基础理论要求越来越高。同时,现代仪器分析技术迅速发展,在植物纤维原料的微观结构和分子结构的研究方面取得了重大进展。为适应植物资源开发利用的新形势,在培养创新型、复合型人才的教育方针指导下,北京林业大学材料科学与技术学院在加强植物纤维化学课程教学的同时,开设了与之密切相关的后续课程——植物纤维高值化利用。该课程安排在大三下学期,主要以纤维素、半纤维素、木质素为对象,重点介绍上述高分子的结构、性质、分离方法及其在能源、材料和化学品等方面的高值化加工利用,为今后从事专业相关的生产实践及科学研究夯实基础。课程的学习对象具有相关专业基础知识,同时具备一定的文献检索、阅读与分析能力和基本的实验技能。如何提高该门课程的教学质量是一项重要课题,作者结合自己的教学体会,在课程教学方面做了一些尝试和探索,现总结如下。

1 凝练核心知识,突出教学重点

课程设置应注意与有机化学、分析化学、物理化学、植物学及植物纤维化学等前期开展课程知识的连贯性,突出植物纤维资源转化利用的核心知识,教学内容主要包括:(1)绪论 介绍课程的主要研究对象、

10.14028/j.cnki.1003-3726.2015.03.010

收稿:2014-05-06;修回:2014-06-29;

基金项目:北京高等学校“青年英才计划”项目(YETP0764),北京林业大学2012年“本科教学工程”项目;

作者简介:李明飞(1984—),男,博士,讲师,主要从事植物天然高分子方面的教学及科研工作;

* 通讯联系人, Tel:010-62337223, E-mail:limingfei@bjfu.edu.cn.

教学要求及考核方式,使学生从整体上明确课程的学习要求,对课程内容有大致了解;(2)植物纤维细胞壁的复杂结构 比较针叶木、阔叶木、草类原料的植物细胞形态差异,介绍纤维素、半纤维素及木质素等主要成分在细胞壁中的分布规律,为成分分离提供依据;(3)植物纤维的化学成分 重点介绍植物纤维化学成分的标准测定方法,为从事相关分析研究提供检测手段;(4)植物纤维主要成分利用 该部分是课程的核心内容,分别介绍纤维素、半纤维素、木质素等组分的分离、物理性质、化学性质及其在制备能源、材料及化学品方面的应用。植物纤维高值化利用所涉及的领域较广,教学中依据专业特点,重点介绍涉及生物质加工利用中的蒸煮与漂白、木材热解及水解、生物乙醇及低聚糖生产等方面的应用。同时,教学中应强调与科学研究的结合,纤维素方面重点介绍制备离子交换纤维、纤维素微晶材料、超强吸水剂;半纤维素方面重点介绍水凝胶制备、造纸助剂方面的应用;木质素方面重点介绍制备碳纤维、催化制备化学品等;(5)前沿讲座 重点介绍生物炼制、木质纤维生产生物乙醇等当前科学热点。

2 关注学科发展前沿,及时更新教学内容

目前植物纤维资源研究发展迅速,相关的基础理论研究日益受到重视,植物纤维科学与其它自然科学的交叉与融合更加紧密,将科技前沿知识融入课堂是培养高素质人才必不可少的一个环节。在植物纤维微观结构和纤维素、木质素以及半纤维素的转化利用方面,国际著名期刊例如 *Nature*、*Science*、*Chemical Review* 等均有报道^[7~11],国内相关行业期刊例如《高分子通讯》、《高分子学报》、《林产化学与工业》等也均有文献发表。在组织教学内容时,作者将上述期刊报道的新概念、新理论及新工艺作为教学中的一个重要组成部分。虽然科技期刊所报道的许多问题在学术界尚存在争论,但是新知识的引入,可以在很大程度上激发学生的学习兴趣。例如,生物炼制是最近提出的新概念,在传统的植物纤维化学课程中并未做重点介绍;而随着社会的发展,目前这一概念在科学界、工业界正受到越来越多的重视。在课程的讲授中,作者以生物炼制的实施有利于满足当今社会对环境保护和低碳经济需求的背景为切入点,介绍了以生物炼制的方式制备生物能源和生物材料的途径,强调生物炼制的实施涉及到基因工程学、生物技术、过程化学以及工程科学,这对培养学生跨学科思考科学问题的能力具有重要意义。又如,半纤维素制备水凝胶是当前的一个研究热点,半纤维素水凝胶在药物控制、吸水储水、重金属离子吸附、染料吸附等方面具有广阔的应用前景。在课程讲授过程中,作者介绍了德国、瑞典、印度、巴西等国科学家在磁性水凝胶制备、水凝胶吸附铜离子及镍离子等方面的研究成果,学生学习后普遍反映对水凝胶的具体应用产生了浓厚的兴趣。

3 知识形象化促进理解,启发式教学启迪思维

课堂教学在知识的学习过程中具有十分重要的地位。教学中充分利用现代多媒体教学技术,有利于学生理解抽象复杂的概念。植物纤维相关的细胞超微结构、分子结构以及组分加工工艺过程等内容比较枯燥,可将抽象的内容采用直观的方式表达。例如,在学习植物纤维细胞形态及主要组分的分布时,可将实验中所获得彩色图片及视频展现给学生。又如,在介绍生物炼制概念时,可采用工艺流程图,配合相关设备照片,形象地解释从木质纤维原料的备料、预处理、产物分离到产品开发利用的整个过程,这样比单纯文字介绍效果更好。此外,改变教师讲解为主的传统教学方式,渗入启发式教学。在讲解知识的同时,从科学研究的角度,采用设问的方式,引导学生积极思考,同一问题请多名学生依次回答,后一名学生可对前一名学生的答案进行补充,之后全体学生对具有争议的答案进行充分讨论,最后教师总结出全面的答案。例如,以“浓磷酸-丙酮预处理体系中加入丙酮的作用是什么”对学生进行提问。有学生回答“沉淀溶解在浓磷酸中的纤维素和半纤维素”,教师接着提醒“那么对木质素而言呢?”有同学补充到“可以溶解木质素”,接着更多的同学参与讨论,继续补充答案,认为添加丙酮还具有分离溶解过程中降解所得单糖的作用。启发式教学活跃了课堂气氛,启迪了学生思维,及时解决了学习中的问题。

4 注意科学研究思维方式的传授

植物纤维高值化课程所涉及的领域广泛,课程的讲授过程中不可能向学生介绍所有分支领域的研究情况,但科学研究思维方式的提高将使学生受益终生。科研成果为教学提供了丰富的素材,授课教师的科研经历则能为教学提供认识科学的生动案例。例如,在讲授“纤维素的利用”时,首先介绍了纤维素在自然界中的存在形式,之后介绍了纤维素物理及化学分离方法,纤维素的结构性质及表征方法,纤维素在能源、材料以及化学品方面的应用等基础知识。最近,从纤维素制备生物乙醇受到各国研究者的重视,在课程教学中,作者介绍了纤维素生产乙醇的优点以及生产生物乙醇的步骤:预处理、酶水解、发酵和纯化等。整个制备生物乙醇的过程中,预处理是关键,强调预处理的目的是破坏木质纤维素的顽抗性,并结合个人在竹材水热预处理、有机溶剂预处理方面的研究结果,比较分析了不同预处理方法优缺点。通过以上讲述,将整个研究思路展现给学生,课程形象具体,避免了照本宣科式的教学,激发了学生的学习兴趣。

5 开展研讨专题讲座

研讨专题讲座是学生就某一问题与教师共同讨论的一种交流方式,是培养学生学习和科研能力的一种有效方式。作者在教学实施中采取以下方式:(1)鼓励学生根据自己的兴趣分成小组,各小组自行确定领域之后进行文献检索、阅读与分析以了解相关的课题,之后互相讨论,总结出研究方法与创新点,整理制作出幻灯片。要求幻灯片中对相关问题的详细解释,对问题的理解具有一定的深度;(2)各小组负责人进行专题汇报,小组其他成员补充发言,之后教师与全班同学围绕主题进行交流,对发言者的观点提出意见或者补充,报告小组对提出的疑问进行答辨;(3)教师对小组的报告从内容和形式上进行点评,从选题质量、文献的完善性和前沿性、演讲表达的流畅性、问题的回答情况等方面做出评价,指出其中不足,并提出改进意见。整个过程改变了学生单纯接受知识的被动局面,使学生查阅文献技能和演讲表达能力得到了有效提高。

6 加强理论教学与实践结合

植物纤维高值化利用与实验、科研和工业生产紧密结合,因此学会在实践中应用该门课程的知识显得尤为重要。该门课程与大学生创新实验项目、教师科研项目以及毕业论文实践相结合,是理论结合实践的有效途径。

(1)与大学生创新实验项目相结合 大学生创新性实验计划,是提高学生学习自主性的有效途径。创新性实验计划要求学生积极查阅和分析文献,及时与导师沟通,制定详细实验方案,有效管理科研经费,合理安排实验,正确分析与处理实验数据,撰写总结报告,完成答辨等工作。将植物纤维资源利用中的研究热点(例如生物质预处理、生物基材料等)与大学生创新实验项目相结合,在项目顺利实施后,学生的各项实验技能和综合素质都有大幅提高。

(2)与教师科研项目相结合 科研项目主要包括纵向的基础研究课题、科技攻关和产学研项目以及横向的企业项目。科研项目可以衍生出许多研究子课题,通过教师 and 研究生共同指导,可以让学生尽快进入科研角色。在参与项目的过程中,学生的文献调研、实验操作、学术交流等能力得到大幅提高。例如,在作者设置的水热预处理提高木质纤维素酶水解效率的研究课题中,两名本科生综合运用所学知识,在实验设备使用、数据观测与记录、数据处理与分析等方面的水平有显著提高。又如,所设置的竹叶水溶性组分的提取与性能测定研究课题,学生在教师和研究生的指导下,了解了竹叶多糖研究的最新研究进展,掌握了新型分离技术及结构研究方法。

(3)与毕业论文相结合 完成毕业论文是本科生在课程学习后的一个重要环节,是检验所学专业知识转化为实际应用能力的一项重要实践活动。毕业论文要结合学生的兴趣以及未来的职业方向,通过系统

的科研训练,以培养学生的科研意识、科研能力与科研素养。针对今后继续就读本专业和相近专业研究生的学生,毕业论文的内容以实验为主。例如,作者以纤维素、半纤维素、木质素的组分分离、结构表征、产物利用等为内容设置研究课题,要求学生查阅文献、完成实验操作及数据分析并撰写毕业论文。完成毕业论文后学生了解了微波、亚临界萃取等最新分离技术,掌握了核磁共振、扫描电镜等分析方法,学生反映对后续的学习很有益处。

7 改革考核方式,注重综合能力考查

传统的考核方式注重记忆性知识的考查,忽略了灵活运用所学知识方面能力的考查,不利于学生创造力的培养。改革后的植物纤维高值化利用课程考核采用平时成绩(占 30%) + 期末考试(占 70%) 方式进行。其中平时成绩包括作业及课堂提问(占 10%),项目演示及答辩(占 20%)。在每章学习结束后布置思考题,要求学生按时完成,记入平时成绩。思考题注重知识的综合性与前沿性。例如设计了“研究纤维素分子结构的方法有哪些?”对这一问题而言,纤维素分子结构表征方法有许多种,新型仪器分析技术也有所应用,故完整地回答该问题,需要综合较多知识,并且阅读最新文献。项目演示及答辩综合考察学生的检索文献、阅读文献以及演讲能力。期末考试侧重于基础理论、前沿知识以及解决生产实际问题能力的考查。例如,“生物质预处理方法的比较”,侧重考察学生对常见几种处理方式特点的理解,相关知识与目前的研究热点“生物质能源制备”密切相关。改革后的考核方式,较为全面地考查了学生的知识和能力,督促了学生学习,教学效果良好。

植物纤维高值化利用作为一门新开设的课程,其教学内容、教学形式和考核方式等方面尚在探索之中。该课程的教学要以全面培养学生专业素养为目标,整合教学内容,建立完整的课程理论与实践体系,将理论学习与科学研究和工业生产紧密结合,从而为培养创新性人才做出贡献。

参考文献:

- [1] 刘娜,刘海燕,邵志勇. 化工高等教育, 2011,(2): 102~105.
- [2] 叶君. 高分子通报, 2007,(3): 67~70.
- [3] 赵会芳. 浙江科技学院学报, 2012, 24(3): 261~264.
- [4] 裴继诚. 中国轻工教育, 2009,(2): 67~69.
- [5] 王堃,蒋建新,朱莉伟,孙润仓. 中国现代教育装备, 2012,(13): 69~71.
- [6] 张利萍,高慧,周亮. 安徽农业科学, 2013, 41(3): 1330~1331.
- [7] Rubin E M. Nature, 2008, 454(7206): 841~845.
- [8] Himmel M E, Ding S Y, Johnson D K, Adney W S, Nimlos M R, Brady J W, Foust T D. Science, 2007, 315(5813): 804~807.
- [9] Ragauskas A J, Williams C K, Davison B H, Britovsek G, Cairney J, Eckert C A, Frederick W J, Hallett J P, Leak D J, Liotta C L, Mielenz J R, Murphy R, Templer R, Tschaplinski T. Science, 2006, 311(5760): 484~489.
- [10] Zakzeski J, Bruijninx P C, Jongerius A L, Weckhuysen B M. Chem Rev, 2010, 110(6): 3552~3599.
- [11] Maki-Arvela P, Salmi T, Holmbom B, Willfor S, Murzin D Y. Chem Rev, 2011, 111(9): 5638~5666.

Investigation on Practice and Reform in Teaching the Value-added Utilization of Plant Fiber

LI Ming-fei *

(College of Material Science and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The course of the value-added utilization of plant fiber focused mainly on the plant fiber material, especially the separation and value-added utilization of the three natural polymers, i. e. , cellulose, hemicelluloses and lignin, which is an important fundamental course for the majors of chemical processing of forestry products, pulp and paper-making, bio-energy, etc. With respect to the characteristics and the reform of the course, this paper explores the following measures for teaching: (1) addressing the core knowledge of the content; (2) focusing on the development of the discipline and updating the material; (3) visualizing knowledge to promote understanding and heuristic teaching to enlighten thinking; (4) initiating the scientific way of thinking and conducting seminars; and (5) combining the theoretical teaching with the practice and reforming the assessment methods to test the comprehensive ability.

Key words: Natural polymer; Plant fiber; Educational reform; Practical teaching