

新农科背景下“无机及分析化学”创新教学与实践

吴秋华, 赵影, 王俊敏, 常青云, 李芝, 董彦莉, 唐然肖, 王春*

河北农业大学理学院, 河北 保定 071001

摘要: 在新农科建设背景下, 涉农高校“无机及分析化学”课程改革势在必行。为培养品德优良、基础扎实、能力过硬的新型农林人才, 本课程进行了线上线下混合式教学改革与探索, 通过深耕教材挖掘具有新农科特色的教学元素, 实现农科知识与化学知识高度融合, 并通过科教融合、专创融入拓展教学资源, 创新教学方法有效提高学生学习能力、思辨能力和创新实践能力。

关键词: 新农科; 无机及分析化学; 课程建设; 科教融合; 专创融入

中图分类号: G64; O6

Innovative Teaching and Practice of “Inorganic and Analytical Chemistry” under the Background of New Agricultural Science

Qiuhua Wu, Ying Zhao, Junmin Wang, Qingyun Chang, Zhi Li, Yanli Dong, Ranxiao Tang, Chun Wang *

College of Science, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, Hebei Province, China.

Abstract: Under the background of constructing new agricultural science, reforming the inorganic and analytical chemistry course is urgently required. To cultivate new agricultural and forestal talents with good morality, strong knowledge of the fundamentals and excellent ability, an online and offline blended teaching mode has been constructed. A series of innovative teaching practices are carried out from the aspects of excavating thoroughly teaching elements with characteristics of new agricultural science from textbook, combining agricultural science with chemical science, integrating science research with the professional education, and innovating teaching method. Good teaching results have been achieved and the students' learning ability, speculative ability and innovative practice ability have been improved.

Key Words: New agricultural science; Inorganic and analytical chemistry; Course construction; Combination of science and education; Integration of professional education and innovation

为促进新时代中国高等农林教育高质量发展, 2019年, “安吉共识”吹响了新农科建设的“集结号”; “北大仓行动”明确了新农科建设实施方案, 为涉农高校基础课程改革指明了方向^[1,2]; “北京指南”标志着新农科建设的全面展开。从“安吉共识”到“北大仓行动”, 再到“北京指南”, 共同构成了新农科建设体系^[3]。涉农高校是强农兴农的“国之重器”, 建设新农科是振兴高等农林教育的重大战略。为加强新农科建设, 培养新型农林人才, 必须深化教育教学改革, 把教学改革成果落实到课程建设上^[2]。

无机及分析化学是高等农林院校非化学专业学生的一门公共基础课程, 该课程的学习为后续的

收稿: 2021-12-30; 录用: 2022-03-03; 网络发表: 2022-04-20

*通讯作者, Email: chunwang69@126.com

基金资助: 河北省高等教育教学改革研究与实践项目(2020GJJG535, 2021GJJG093); 河北农业大学教学研究项目(2021C-10); 河北农业大学一流本科课程项目; 河北省课程思政示范课程项目; 河北省省级研究生示范课程项目(KCJSX2022047)

有机化学、生物化学、食品化学等课程提供必要的基础知识,且将会对今后专业课的学习发挥深远的影响。新农科建设对高等农林院校教育教学提出新的要求,需要培养品德优良、基础扎实、能力过硬的“创新型、复合型、应用型”等新型农林人才^[4],无机及分析化学课程改革势在必行^[5-8]。

1 新农科背景下无机及分析化学教学改革要解决的重点问题

目前,无机及分析化学课程教学主要存在以下问题:

(1) 近年来,高校教学改革导致化学类通识课程的学时数一再被压缩,教师不得不利用有限的课堂时间进行填鸭式满堂灌,不能给学生更多的独立思考空间,学生参与度差,学习兴趣低。

(2) 化学知识与农林专业内容的关联性差。目前无机及分析化学课程的教学侧重于化学知识的系统传授,很少把相应知识点与农林专业课程的教学内容进行关联,二者间存在严重脱节,导致学生不能很好地利用化学知识创造性解决本专业的一些实际问题。

为解决上述问题,我们充分利用网络优势,将教学资源进行了再建设,创建了公众号并在超星泛雅平台搭建了在线课程。开启了全新的线上线下混合教学模式,通过课程内容重构,改革教学方法,突出适用于新农科人才培养的知识体系和典型案例教学,通过农林专业知识与化学知识相融合,提升农业科学与化学的关联性。

2 融合农科的无机及分析化学教学内容与资源建设

2.1 教材设计

教材建设是人才培养的关键环节,为适应新时代农林学科的发展,根据农林类专业对无机及分析化学知识的需求,我们整合和精选教学内容,自编具有农林特色的教材,注重化学知识在农业科学中的应用,让学生掌握专业发展所需的化学知识。

(1) 在每章的引言部分提出与实际生产生活及农林相关的问题,以激发学生的学习兴趣,并在教学中适时给出或引导学生得出相应的答案。例如在第九章分析化学概论引入的“健美猪”的真相(因违法使用了瘦肉精),除了激发学生学习兴趣、体现分析化学的重要性外,还警示学生在农业养殖中要心怀社会责任,避免投机取巧。

(2) 体现信息时代特征,在有关章节中,提供一些化学及相关学科的网站,让学生通过网站查阅与智慧农业相关信息,土壤重金属、农药残留等最新检测方法及国家标准等。每章习题中也增设凸显农林特色的习题,例如根据溶液依数性,解释植物的抗旱抗寒能力、施肥过多造成烧苗的原因;利用酸碱滴定原理,计算饲料中蛋白质的含量;根据分光光度法测定土壤中 P_2O_5 的质量分数、植物中全磷的含量等;拓展学生获取、更新知识的新渠道和方法,培养多方位解决问题的能力。

(3) 在每章最后设有前沿视窗栏目,主要介绍章节内容与农林相关的研究进展,例如溶液和胶体章节加入电泳技术在生物科学领域的研究;配合物章节中加入土壤和饲料中螯合物的研究,滴定分析章节中加入颜色传感器在水质硬度自动滴定分析中的应用;吸光光度法章节中加入植物中黄酮类物质含量的研究进展。以此拓展学生视野,提高学习兴趣,引导学生关注未来的发展。同时介绍重要的化学家,比如盖斯、阿伦尼乌斯、鲍林等,以化学史实鉴古知今,启发学生认识化学的发展规律。

2.2 教学内容体系设计和教学资源建设

2.2.1 教学内容体系设计

为实现无机及分析化学与农科的有效融合,对教学内容重新进行分类,分为基础知识、应用知识、拓展知识。基础知识包括化学动力学、热力学基本原理和物质结构的基本理论,四大化学平衡规律及定量分析等知识。应用知识是引导学生用无机及分析化学知识解决农业科学问题。例如,我们以植物、化肥、农药为切入点,与学生一起分析讨论防污减排的重要方法,如温控、减量、改进方法等;将农药残留、食品安全、环境污染与化学教学紧密结合,如大气污染防治、水污染处理、

海鲜中甲醛的分析、果蔬中的农药残留、猪肉中的瘦肉精，以及食品中重金属、三聚氰胺的测定等热点问题，从而培养学生解决复杂问题的能力。拓展知识为具有一定挑战度的知识，例如，从植物中提取色素制备天然酸碱指示剂，并进行实际应用；利用配位平衡和沉淀溶解平衡，设计处理牡蛎养殖海水中重金属的方案等。旨在对学生进行高阶性训练。让学生具备自主探究、主动创新的能力。

教学内容进行整合之后，明确了无机及分析化学与农科的融合切入点，凸显了化学基础课对农科学生的重要性，增加了学生的学习兴趣和学习积极主动性，课程教学效果也得到了显著改善。

2.2.2 教学资源建设

为实现教学目标，我们进行了线上线下五位一体的教学资源建设，建立了三个线上资源和两个线下资源(图1)。此五位一体的教学资源能够满足两性一度的金课要求。

三个线上资源：包括引入的国家级精品在线课程、自建的学习通SPOC课程和微信公众号。其中引入的国家级慕课保证了高阶性；自建的学习通平台保证了普适性和互动性；创设的公众号保证了时效性和趣味性。自建学习通平台的建设中，注重化学基础知识与农科的融入，比如，开发了系列“学以致用”主题讨论、头脑风暴、学科前沿、专创融合等独创性专栏，实现与学生的全方位互动，引导他们运用所学理论知识解决实际问题。

两个线下资源：一个是学生全面参与的智慧课堂，课堂教学中，借助学习通平台的强大功能，通过随机选人、投票、讨论、分组任务等活动，打破了传统教学中“满堂灌”的讲授方式，改变了“沉默式”教室现象，实现以学生为中心的互动式教学，这种以学生为主体教学模式，拉近了师生距离，提高了学习力；另一个是创新实验室，为学生完成具有一定创新性和挑战度的实践项目提供保障。利用课程组教师科研优势，注重科教融合、专创融入式教学，既有专门的创新工作室，又有面向学生开放的实验室、教研室，满足学生能参与创新创业实践活动的需求。

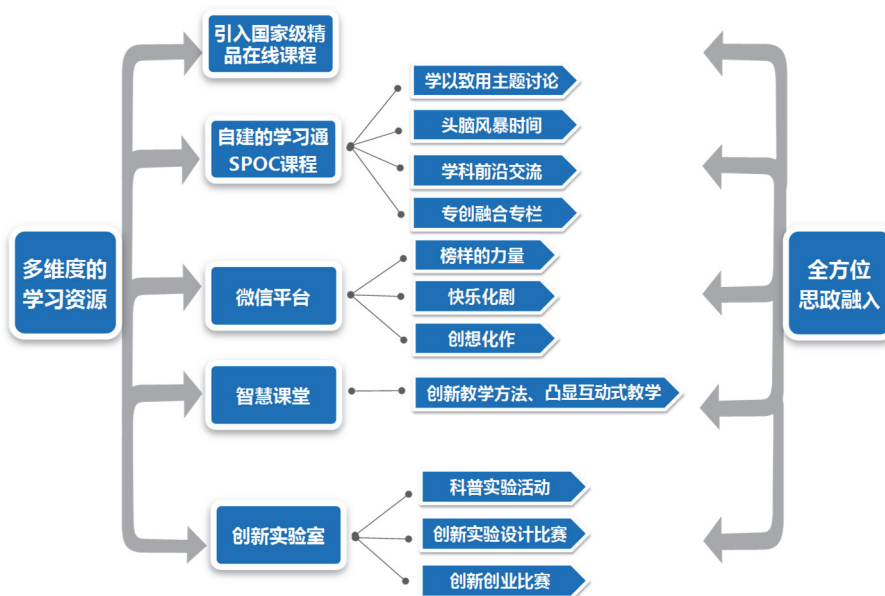


图1 五位一体的教学资源

2.3 课程思政建设

近年来，教育部相继出台了系列文件，要求把课程思政建设作为落实立德树人根本任务的关键环节，并全面部署了课程思政建设^[9]，深度推进高校课程思政改革。本课程组教师也积极开展课程思政建设，通过深耕教材，挖掘课程所蕴含的各种显性和隐性思政资源，在课堂教学中结合学科和专业特点自然融入思政元素、充分发挥课程思政的感染力、价值力和吸引力，以培养学生专业责任、科学态度以及服务“三农”的意识。建立了完备的课程思政资源库，具有丰富的教学供给，将

思政元素自然融入教学的各个环节。积极打造“互联网+思政课”教学模式，充分利用移动互联网带来的便捷，打通线下教学与线上交流的壁垒，依托“学习通”SPOC平台，设立系列主题讨论和前沿分享模块，将社会主义核心价值观与学科知识及创新前沿自然融合，培养学生自律自强、勇于挑战、敢于担当的责任意识以及科学辩证的思维习惯。在微信公众号“无机及分析化学会”中设置“春风化雨”“快乐化剧”和“创享化作”等特色育人专栏，以培养学生的爱国情怀，激发学习兴趣和創新思维，注重在轻松的环境中给学生潜移默化的正向引导，使学生树立正确的学习观和价值观。通过不同的教学方式，将专业知识之外的思政素材，如：科技前沿动态、时事焦点新闻等融入教学过程，努力建设广视角、多层次的课程思政体系，充分发挥基础化学课程的“全方位”育人功能。本课程被认定为省级思政示范课程。

3 凸显农化特色的教学实施

依托完备的教学资源库(学习资料库、拓展知识库、思政资源库、专创融合素材库)，运用多种教学方式，实现互动式教学。为了实现以学生为主体、具有农-化特色的课程教学，我们精心设计了互动环节，并通过三结合的方式实施教学，发挥学生的主观能动性。

3.1 结合专业特色，开创学以致用主题讨论和“头脑风暴栏目”，凸显农-化特色

将重要知识点精心设计成学生喜闻乐见的讨论主题，让学生拓展思考讨论。比如“能否用海水灌溉海水稻？”“石墨可以转化成金刚石吗？”“碱性食物会改变血液pH吗？”“螯合剂如何实现排铅毒？”“含氟牙膏是如何保护牙齿的？”“如何检测香肠、火腿等肉制品中的亚硝酸钠含量是否超标？”“化学需氧量的测定与氧化还原”等等，这些讨论主题集知识性、趣味性和实用性为一体，同时注重自然融入思政元素，协同推进学生综合素质与能力的培养。深受学生欢迎和好评。比如，针对“能否用海水灌溉海水稻？”的主题讨论，在解析中我们自然引入以袁隆平院士为代表的农业科学家们，长期扎根农业一线，致力于让盐碱地变高产田，培养学生学农爱农情怀和社会责任感。而在“碱性食物会改变血液pH吗？”主题讨论的解析中，对社会上有关碱性保健食品的错误宣传也不失时机地进行了辟谣。学生们收到答案解析后纷纷点赞，留言说既体会到了知识应用与实践的乐趣，又深受启发和鼓舞。通过线上线下全方位、多维度将价值塑造、知识传授和能力培养自然融合，力求“如盐入水、润物无声”，真正把“立德树人”落到实处。

在“头脑风暴栏目”中，通过对每章知识进行趣味大盘点，让学生快乐学习知识，并将思政元素融入，将化学知识与农林专业知识相关联，激发学生结合所学专业进行创意方案设计，满足新时代不同专业人才培养的重素质、强基础、筑能力要求。比如在分析化学的头脑风暴栏目中，让学生结合所学专业，说说分析化学可能会解决哪些专业问题？有哪些灵感突发和专业创意？学生积极反馈，食品专业的学生说可以开发水果甜度测试仪、果蔬农药残留试剂盒等；农业资源与环境科学的学生则想设计一个水质分级的简易装置，利用配位滴定原理测水的硬度，适不适合直接饮用或农用。还可以采用高锰酸钾法测定水中化学需氧量，从而监测饮用水源、鱼塘等的水质；园艺专业的学生说将来水培花卉或蔬菜，可利用滴定分析随时监测溶液中的营养成分含量，比如溶液中含氮量的测定。

3.2 结合学科前沿和生活热点进行分享讨论，提高学习兴趣，拓展农-化融合

设立“诺贝尔奖大家谈”“3.15曝光台”和生活热点分享讨论，引发学生共鸣、提高学习兴趣，既加深知识的理解，又让学生感受化学的魅力。我们及时在线分享诺贝尔化学奖，比如，分享2020年诺贝尔化学奖“号外！号外！2020年诺贝尔化学奖揭晓！‘基因魔剪’你想怎么用？”。用通俗的语言介绍了“基因魔剪”，并引导学生联系自己所学专业，大开脑洞，说一说“基因魔剪”在所学的专业领域都可以如何发挥魔力。学生们响应积极，给出了天马行空的想象和精彩发言，比如农学专业的学生留言：通过基因魔剪修改植物DNA，培育出更加耐寒抗旱的作物，保障我们这个人口大国的粮食来源。针对2021年“3.15”曝光的瘦肉精羊肉，我们让学生自己查阅资料，了解食品药品监督

管理局是如何检测出健美猪、健美牛、健美羊的？动物产品中“瘦肉精”的检测方法有哪些？掌握了这些检测方法就可以让“瘦肉精”无处藏身！针对2021年4月全国多地菜市出现的掉色香葱热点问题，我们及时分享了“慧眼识‘葱’，让‘掉色葱’青白分明”，让学生知道问题根源，并拓展思考：利用所学配位滴定知识，制订掉色香葱中铜含量的测定方案。

3.3 结合课外拓展实践，提升创新实践能力，体现农-化融合魅力

依托大学生创新创业实验室、本科实验室和教研室，定期组织学生完成具有一定创新性和挑战度的创新实践活动，自主完成实验方案设计、实验实施和过程拍摄任务，激发创新思维，提升创新能力。课程组绝大部分教师都具有雄厚的科研实力，利用科研优势，进行科教融合，将学科研究的前沿和热点适时引入课堂，丰富教学内容，拓展学生视野；另外，注重专创融合，授课知识点与专创融合切入点有机融合，培养学生创新思维方法。鼓励和引导学生积极参与创新创业项目和教师科研项目，提升学生创新能力。比如结合酸碱指示剂的知识点，我们组织学生进行了拓展实验，学生就地取材，校园中的樱花、桃花、二月兰等，食堂中的紫薯、紫甘蓝等都被用来制备迷人的天然酸碱指示剂，进行创新应用探究，如通过自制紫甘蓝天然酸碱指示剂和pH试纸用于检测食品、护肤品和洗涤用品的酸碱性，将酸碱指示剂的知识 and 食品安全问题相结合，设计适合家庭操作、趣味性强的互动方案向大众进行科普；再如，利用自制天然指示剂改进双指示剂法测定混合碱。指导学生的创新实验获得河北省大学生化学实验设计大赛特等奖两项、一等奖两项。证明了通过科教融合和专创融入式教学，有效提升了学生创新思维、科研思维和科技创新能力，充分体现了农-化融合的魅力，满足新农科背景下培养新型农林人才的要求。

4 课程建设与改革的成效

教学过程中，注重加强过程控制，课程成绩由平时过程考核成绩(占30%)、期中成绩(占20%)和期末闭卷考试成绩(占50%)构成。期末试卷中除考查基础知识外，还专门增设了约10%的开放性题目，注重考查学生创新思维和学以致用能力，并反馈课程思政效果。课程建设与改革取得了令人非常满意的教学效果，学生成绩明显提高。与改革前相比，学生成绩的优良率明显提高，不及格率显著下降(图2)；2020–2021学年问卷调查结果表明学生对课程的满意度很高(> 95%)，绝大多数学生给出了5星好评，94%学生认为自主学习能力提高，88%学生认为辩证思维能力提升，84%学生认为应用能力得到提高，82%学生认为拓展创新能力有很大提升(图3)；本课程在2021年获批准河北省课程思

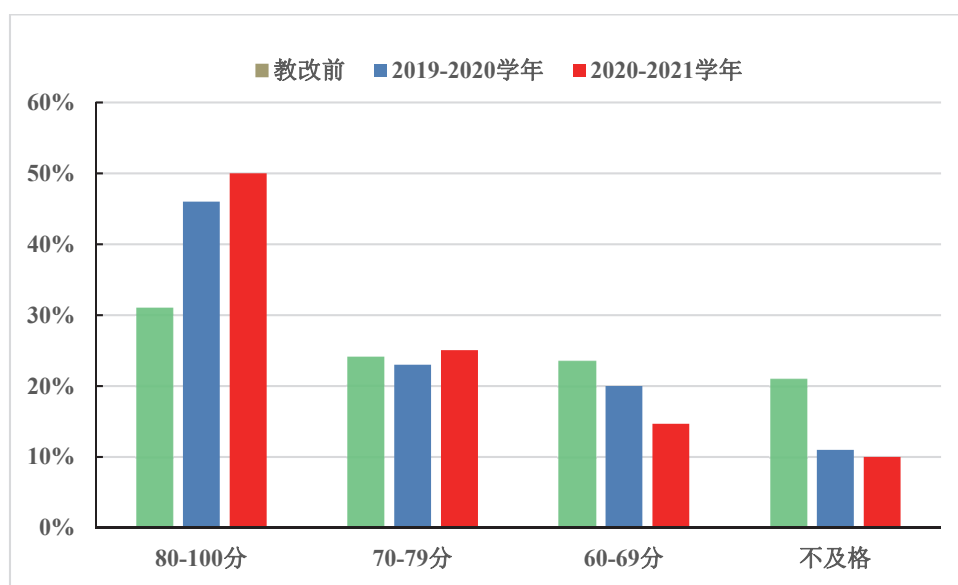


图2 改革前后无机及分析化学期末成绩统计对比图

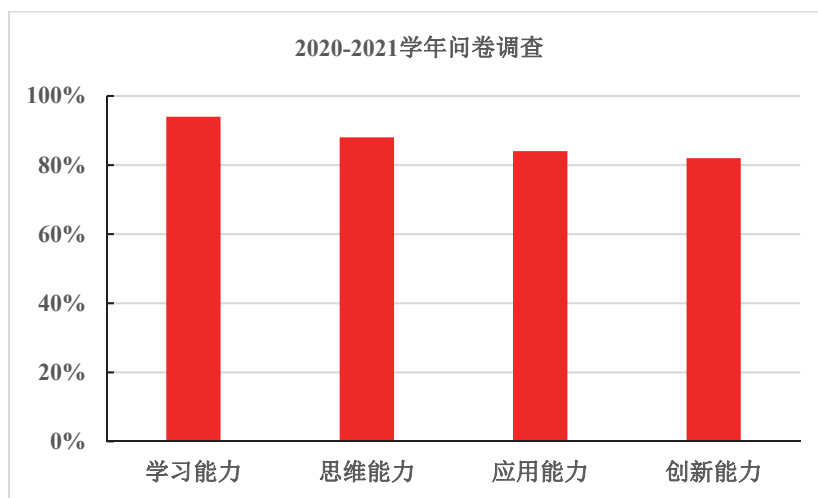


图3 学生能力提升

政示范课程, 校级一流本科课程、课程思政优质课程和专创融合优质课程。课程组教师主编教材四部: 其中十二五普通高等教育本科国家级规划教材和全国高等农林院校十二五规划教材各一部。后者被评为全国农林教育优秀教材, 被我校和多所农林高校使用。师生获得校级、省级多项奖励, 实现了师生共进、教学相长。

5 结语

根据新农科人才培养需求, 本课程建立了丰富的线上线下教学资源, 通过多维度、互动式教学, 体现了以学生为中心的教学理念, 有效提升了学习兴趣和学习能力。本课程注重将化学知识点与农林相关专业内容有机融合, 提高学生综合运用知识解决复杂实际问题的能力。注重科教融合和专创融入, 将教师科研与教学相融合, 激发学生挑战高阶性课题热情和勇于创新的精神, 受到了学生普遍欢迎和认可。我们将持续进行教学改革, 为实现中华民族伟大复兴培养能肩负使命、勇于担当、追求卓越、具有知农爱农情怀和强农兴农本领的一流新型农林人才。

参 考 文 献

- [1] “北大仓行动”: 掀起高等农林教育新变革. [2019-09-23]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/201909/t20190923_400289.html
- [2] 教育部关于一流本科课程建设的实施意见. [2019-11-01]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html
- [3] 新农科建设北京指南工作研讨会在北京召开. [2019-12-05]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201912/t20191219_412635.html
- [4] 吕杰. 高等农业教育, 2019, No. 2, 3.
- [5] 苏芳. 大学化学, 2018, 33 (1), 40.
- [6] 唐小兰, 刘英菊. 大学化学, 2020, 35 (12), 164.
- [7] 胡文远, 钟国清, 杨定明, 蒋琪英, 张欢. 大学化学, 2021, 36 (11), 2105064.
- [8] 乐薇, 杨文婷, 龚乃超. 化学教育, 2021, 42 (10), 11.
- [9] 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知. [2022-01-19]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html