

民族地方高校药学专业研究生绿色化学实验教育研究

海力茜·陶尔大洪

新疆医科大学药学院 (乌鲁木齐市 830011)

摘要 高校药学专业研究生化学相关实验绿色化改革不只是节约资源和保护环境的践行,更是高层次人才素质教育的时代要求。分析目前高校药学专业研究生化学相关实验绿色化推进现状,指出存在问题,结合新疆医科大学实际情况提出相关教育改革建议,旨在丰富高校药学专业研究生化学实验绿色化理论体系,为推动绿色化实验提供理论研究基础。

关键词 药学专业;研究生实验;绿色化;教育改革

Research on Green Chemistry Experiment Education for Pharmacy Postgraduates in National Colleges and Universities

Hailiqian · Taoerdahong

(School of Pharmacy, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China)

Abstract: The green reform of chemistry-related experiments for pharmacy postgraduates in colleges and Universities is not only a practice of saving resources and protecting the environment, but also an era requirement of high-level talents' quality education. By analyzing the current status of the advancement of chemistry-related experiments of pharmacy postgraduates in colleges and universities, and pointing out the existing problems, relevant education reform proposals are put forward in light of the actual situation of Xinjiang Medical University, aiming to enrich the theoretical system of green chemistry experiments of pharmacy postgraduates, and provide theoretical research foundation to better promote green experiments.

Key words: pharmacy; postgraduate experiments; green; education reform

药学,特别是现代药学的发展,其速度和成果在历史上都是空前的,对人类健康事业的发展贡献度也是前所未有的。药学研究的过程却又是漫长而复杂的,化学作为药学研究领域应用最为广泛的学科已渗透到了各个分支学科,如天然药物的提取、纯化、分离、结构鉴定,化学药物的修饰与合成,药物新剂型的开发,先导化合物的设计,毒理药理实验的开展等无不涉及化学相关实验,我国高校药学本科对于化学各个应用学科的教育也都相当重视,开设了无机化学、有机化学、分析化学、药物化学等一系列与专业密切相关的理论与实验课程。绿色化学最早在美国被提出并将其发展成为单独的一门学科。进入 21 世纪,我国对于绿色化学的重视伴随着整个环境保护意识的提升也上升到了一个新的高度^[1]。

药学专业研究生作为与药学科实验接触最早的一批高层次培养人才,不仅要熟练掌握各个化学实验的操作步骤,还应该将绿色化学实验的理念积极践行到每一个操作环节,成为新时期下绿色药学人才。可以说,药学专业研究生化学相关实验的绿色化教育既是高校高层次人才培养的内在需求,也是全社会推进绿色产业的迫切要求。

1 高校绿色化学实验教育现状

1.1 绿色化学概念的普及

绿色化学,听起来很简单,但是教师要将其丰富的内涵发掘出来让每一个药学研究生熟悉却并不简单。学生普遍认为绿色化学强调的是环境保护,是让尽可能多的实验步骤都趋向绿色方向。然而,真

收稿日期: 2019-04-04

基金项目: 新疆维吾尔自治区十三五重点学科建设经费

正意义上的绿色化学却是将传统实验绿色化的开发过程与实验的效果放在同样重要的地位进行自身的调整并研究的^[2]。教师只有将绿色化学这种兼顾实验效能与环境友好的理念传递给学生,才能从思想上根本扭转学生对于绿色化学不会影响课题实验进度或者效果的偏见。

1.2 实验室管理制度

实验室是药学专业研究生的科研第一阵地,因此实验室的管理无论对于保证每个学生实验的顺利进行还是贯彻绿色化学实验制度都十分重要。随着绿色化学理念的普及,全国高校实验室,特别是研究生进行科研课题的实验室大部分是学校软件与硬件设施都是最好的实验室,一些经典的绿色化学实验制度都写进了实验室的管理制度中。比如早期提出的 5R 原则,但是由于学校实验室管理人员或者导师对于学生绿色化学实验方面监督力度不够,研究生在实验时往往容易疏忽。

1.3 课题的设计

药学研究生课题的来源大都是国家、部门或者地区相关科研基金的申请。目前,越来越多的专家评委开始从绿色化学实验的角度去评审项目申请书。比如在天然产物的提取过程中要求全程不使用有机试剂,其目的就是为了保证用于细胞和动物实验的天然产物不受污染,保障实验人员的安全,更是为环境保驾护航,所以,药学类绿色化学实验不仅仅是保护环境,更是保护人类自身身体健康不受有毒化学物质的损害。

1.4 实验室差距

我国药学专业研究生实验室大都集中在医科大学、中医药大学和综合性大学的药学院,由于地区和综合实力等差异往往造成各校实验室硬件设施的差距很大,有些大学对于绿色化学实验的主观重视程度往往不够,此外由于经费不够、设施不完善等客观因素造成的没有能力配套相关绿色化学实验设施,致使绿色化学实验的开展情况存在差距。

1.5 绿色化学实验的具体应用

1.5.1 5R 原则

5R 原则,即在绿色化学实验中:拒用危险品 (Reject); 减量使用 (Reduce); 循环使用 (Recycle); 重新使用 (Reuse); 再生 (Regenerate)^[3],是目前推广的较为典型的绿色化学策略。各高校无论从无机化学、有机化学到药物化学的实验教学还是实验室的教育管理都已应用该原则。白广梅^[4]等将经典的 5R 原则应用到了高校化学的实验教育中,在多

相离子平衡实验中将传统的沉淀离子及沉淀剂 Pb^{2+} 和 K_2CrO_4 经过反复实验更换成 Cu^{2+} 和 NaOH ,避免了 Pb、Cr 有毒重金属的使用,实验现象显著。曹忠^[5]等在针对教研室研究生的绿色化学教学研究中,从基础化学实验抓起,从研一开始就灌输学生绿色化学的理念,利用博士直接监管研究生的机制配合 5R 原则,将强酸强碱试剂进行中和后再回收,取得了一定的成果。

1.5.2 半微量实验

微量实验不仅仅是减少试剂的使用量那么简单,其要求实验室配套的设施也应在常量操作的基础上有所调整。比如称量用具、反应容器、测定仪器都要进行一定程度的更新。介于微量实验对于绿色化学实验改革带来的效果最为明显,并且改革不需要耗费太多的精力用于替代反应或者试剂的摸索,故该法常被许多实验室所采纳。付引霞^[6]等在推进有机化学实验微量化改革的实践中,先通过推广半微量化实验在学生实验具体操作中的应用,进行教学改革评估后再对微量化实验改革进行设计,效果显著。因微量化实验不仅对学校实验设施的更新上有一定的要求,而且更主要对实验操作人员技术提出挑战。因为传统的经典实验,特别是验证性的实验经过多年的发展其反应试剂的量已经控制得很小,再进行微量的改进势必造成误差的放大,无论对于学生还是教师都是一种考验。但是,微量实验是今后发展的必然趋势,随着科学研究水平的提高,细胞、分子和基因水平的科学研究已成为热点,培养药学专业研究生微量化学实验的能力,有助于他们更好地完成研究课题。

1.5.3 实验废弃物的绿色化处理

药学专业研究生化学实验所产生的废物大都是一些强酸强碱或者有毒物质。对于此类废弃物的处理,高校实验室大部分都有着明确的规定,有专门的人员负责回收,也有固定的时间、场地和容器统一回收。像垃圾分类那样,实验废弃物可简单地分为无机试剂和有机试剂,而有些国家却将可以回收的垃圾再次细分,而将化学试剂废弃物尽可能精细地分类是新时期绿色化学的更高要求。马晓光^[7]在研究高校化学实验废弃物的分类回收时提出了按照实验废弃物的具体理化性质进行处理后再回收的方法,将实验废弃物对环境的污染降低后再丢弃。比如一些剧毒的金属盐类废弃物,可以将金属沉淀后使其与电解质溶液分开再进行回收。

1.5.4 新型实验技术与方法的引入

药物合成实验中经常用到有毒、有害、易燃易爆的试剂,而且废气、废液和废渣的排放如果不合理处置也会对环境造成一定的污染。对这些试剂及废物的回收已经不是解决绿色化学实验的根本所在,而应该从实验试剂和实验方法的更换上去着手。

任巧等^[8]提出了将高效能的生物催化剂和过渡金属催化剂引入药物合成实验过程中,以提高反应效率,节省实验试剂使用量;在实验方法上引入离子液体、超临界 CO₂ 和超临界 H₂O 代替传统有机溶剂。

2 药学研究生绿色化学实验教育改革

基于当前全国高校绿色化学实验的现状 & 改革方向分析,结合本校自身特点,笔者提出以下几点改革建议。

2.1 研究生绿色化学意识的培养

2.1.1 绿色化学基础理论的教育

药学专业的研究生不只来源于药学专业,通常还包括农林、生物、化工、医学及护理等跨专业的生源。针对有些本科化学基础薄弱的研究生,教师要推广绿色化学实验教育,首先要帮助他们巩固掌握基础化学实验原理和提高操作技能。教师可以在开展正式课题实验之前安排他们参加本科生的化学实验课程,使他们掌握相关化学实验的基本原理,操作步骤,这样有助于更好地开展绿色化学实验教育。

2.1.2 绿色化学教育考核的推进

本校研究生实验室由学校统一进行管理,每名研究生在进实验室之前都有入站培训教育,通过考核后才能进站。目前,对于入站的培训大多数内容都是针对实验室安全方面的,所以研究生对于实验室的安全守则掌握较好,那么适当地加入绿色化学实验的培训与考核机制,使绿色化学实验的考核结果与其能否进站以及平时的考评挂钩,将使绿色化学实验的地位得到显著提升,可增强研究生绿色化学实验的意识。

2.1.3 少数民族研究生的教育

本校药学研究生有一半以上为新疆少数民族学生,这些学生中又有一大部分为本科“民考民”生源,他们的汉语水平相对较弱,这就造成在一定程度上绿色化学实验的推广会遇到语言文字沟通方面的障碍。比如少数民族研究生导师和实验室管理人员是汉族,那么绿色化学实验的具体教育就会受到影响,因为它不同于传统的教育模式,更多的要求新思

维和新信息的渗入,有些概念即使汉族学生领会起来也没有那么容易。所以学校可以考虑为这类研究生安排一位少数民族实验室管理人员或者汉语水平高的研究生对其指导。

2.2 实验试剂的入库管理

本校地处祖国西部边陲,化学试剂生产企业较少,药学研究生使用的试剂大部分需由内地试剂生产企业或经销商经长途运输送达。由于许多化学试剂性质不稳定,厂家在考虑运输问题时往往又忽视了长途和极端气候的影响,这些因素会造成部分试剂在运输过程中出现一系列问题。比如 95% 乙醇常会由于运输过程中的震荡造成容器密封性降低,引起挥发。所以各个课题组在采购试剂时应尽可能多地考虑到长途运输过程对试剂造成的影响,选择正规厂家,做到试剂入库前的检查,以防止失效或者变质试剂流入实验过程中,从而对整个实验造成影响,避免浪费更多的化学试剂,从源头试剂质量的控制上来节省试剂。

2.3 实验室节能减排

绿色化学实验不仅要求对化学试剂的绿色处理,更要求整个实验过程的绿色化。学校实验室由于采用公共平台管理模式,每个课题组水电的使用情况都得不到统计,这极易造成研究生节能减排意识淡薄。比如旋转蒸发仪的使用过程需要循环水的接入冷却,而且其水的使用量很大,水龙头一开就是几个小时,造成自来水严重浪费,那么引入一套自来水的回收加冷却装置便可以解决这个问题。

2.4 实验室试剂的回收循环利用

乙醇是目前药物提取实验中耗费比较多的一种试剂,其常作为某些药物的溶剂或者沉淀剂使用,药物提取出来后又需将其除去,而乙醇是一种易挥发物质,收集相对简单,而且回收后的溶剂纯度较高,可以在经过一定杂质和浓度的检定后反复使用。一些催化剂,比如 $[\text{Ru}_2 \text{Cl}_3 (\text{p-cymene})_2][\text{PF}_6]$ 也可以通过萃取反复循环使用^[9]。所以利用化学实验自身的一些特点,使更多试剂可循环利用,将为绿色化学实验的构建增加更多的内容。

2.5 仿真实验的引入

随着计算机技术的发展,越来越多的软件被开发出来应用于各行各业,朱平平等^[10]将柠檬酸法制备 SDC 的实验操作步骤放入了电脑中,方便学生的学习。陈田^[11]利用计算机虚拟实验室软件对一些高危实验进行了模拟操作教学,让学生在电脑上动手操作每一个步骤。这样学生不仅避免了有害试剂

的接触,也在增加他们兴趣的同时让其掌握了更多实验。实验往往避免不了操作不当带来的误差,操作的失误不仅影响整个实验结果,而且会造成试剂和实验材料的浪费。教师利用计算机软件模拟研究生药学实验,让学生实验前先在电脑上操作一遍,包括试剂的处理、仪器的操作、反应条件的选择及结果的预期分析等每一个步骤,使学生做到心中有数,可以从一定程度上降低预实验的操作失误,提高实验效率。所以,各课题组或者实验室可以根据自己实验的需要购买相对应的软件,模拟实验操作,避免试剂不必要的浪费与污染。

2.6 微信平台的搭建

现代研究生时刻都在关注微信,因为学校的重要通知以及导师的工作安排几乎都是通过微信平台进行传递。相关实验室可构建一个绿色化学实验公众号或者交流群让所有实验室的管理人员和实验人员进入,管理员可以发布绿色化学实验的最新动态、制度和具体要求,方便实验人员及时了解遵守;实验人员也可以在线提问,方便实时沟通和交流。此方式将绿色化学实验融入实验人员每天的学习工作中去,让其变成科研实验的一部分。

3 结语

绿色化学实验是目前全社会都在提倡的一种实验新思维,药学实验应当努力深化绿色化学的理念,构筑人类的绿色健康,药学专业研究生更要树立绿色化学实验的意识,积极实践,相关教师也要加大绿色化学实验的教育,更好地指导研究生参与绿色化学实验。虽然目前全国高校实验室绿色化学实验的推进存在一定的问题,但也取得了一定的成果,每位教育工作者从自身工作岗位出发,不断地提出新问

题、新思路和新方法必将为全社会的绿水青山贡献出自己的一份力量。

参考文献

- [1] He M, Han B. Preface: Special issue on green chemistry [J]. *Science China Chemistry*, 2017, 60(7): 837-838.
- [2] 彭兴华,张远行. 高校有机化学实验绿色化探究[J]. *化工管理*, 2018(28): 19-20.
- [3] 郑会勤,韩春亮,林钰. 基于“5R”原则的绿色无机化学实验设计与实践[J]. *广州化工*, 2013, 41(24): 162-163 + 167.
- [4] 白广梅,李英. 无机化学实验的绿色化[J]. *实验技术与管理*, 2006(2): 104-105 + 127.
- [5] 曹忠,何婧琳,龙姝,等. 基于创新型人才培养的毕业论文化学实验的绿色化[J]. *化工高等教育*, 2014, 31(4): 63-66 + 86.
- [6] 付引霞,李晓芳. 有机化学实验半微型化改革探索[J]. *实验室科学*, 2018, 21(3): 38-40.
- [7] 马晓光. 无机化学实验的绿色化研究[J]. *中国石油和化工标准与质量*, 2018, 38(4): 47-48.
- [8] 任巧,袁吕江. 制药工程专业药物合成反应实验教学探究与改革[J]. *西南师范大学学报(自然科学版)*, 2017, 42(5): 167-171.
- [9] Yang Liao, Ting Wei, Tao Yan, *et al.* Recyclable [Ru₂Cl₃(p-cymene)₂][PF₆]/Cu(OAc)₂/PEG-400/H₂O system for oxidative annulation of alkynes by aniline derivatives: Green synthesis of indoles[J]. *Tetrahedron*, 2017, 73(9): 1238-1246.
- [10] 朱平平,冯红艳,金谷,等. 大学化学实验安全教育和管理的创新与实践[J]. *大学化学*, 2017, 32(12): 48-52.
- [11] 陈田. 关于无机化学实验绿色化教学的探讨[J]. *实验室科学*, 2014, 17(6): 114-116.