

# Exploration on Experimental Teaching Reform of Green Organic Synthesis

Jue Zhang, Ying Wang, Yi Zhang\*

School of Pharmacy, Guizhou Medical University, Guiyang Guizhou  
Email: 229301608@qq.com, \*zhangyi19800611@163.com

Received: May 4<sup>th</sup>, 2019; accepted: May 16<sup>th</sup>, 2019; published: May 23<sup>rd</sup>, 2019

## Abstract

Organic synthesis is particularly polluting to the environment, so the reform of basic organic synthesis experiment teaching is very important. It is proposed that, in organic chemistry synthesis according to the environmental pollution problems that appear in practical teaching, green catalysts, solvents, oxidants, raw material usage, recycled solvent recycling, and catalyst recycling are used in the experimental teaching process. The importance of greenization of organic chemistry experiments is achieved by methods such as reactivation of reuse, reuse of generated acid and alkali solutions, and absorption and reuse of exhaust gas. The use of these measures in the practice teaching process not only reduces the amount of raw materials, saves costs, but also reduces the environmental pollution. Practice has proved that the teaching effect is the same as traditional experimental teaching and can achieve the effect of training students' experimental ability. It was proved that these new educational measures had effects on improving the ability of students and the quality of education.

## Keywords

Organic Synthesis, Green Chemistry, Experimental Teaching, Explored

# 绿色有机合成的实验教学改革探索

张 珏, 王 颖, 张 毅\*

贵州医科大学药学院, 贵州 贵阳  
Email: 229301608@qq.com, \*zhangyi19800611@163.com

收稿日期: 2019年5月4日; 录用日期: 2019年5月16日; 发布日期: 2019年5月23日

\*通讯作者。

## 摘要

有机合成对环境污染尤为突出，其基础有机合成实验教学的改革就显得非常重要；根据实践教学中所出现的环境污染问题，采用绿色催化剂、溶剂、氧化剂、减少原料用量、回收溶剂、催化剂回收活化再利用、产生的酸碱溶液处理重复利用、废气吸收再利用等方法来实现绿色有机合成。实践教学过程中利用这些措施，减少了原料的用量，降低了成本，同时减少了对环境的污染。实践证明，教学效果与传统实验教学一样，能达到锻炼学生实验能力的效果，增强了学生的环境保护意识，提高了教学质量。

## 关键词

有机合成，绿色化学，实验教学，探索

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

绿色化学对环境友好、无害、清洁[1]，用科学基本原理、技术和方法去减少或消除那些对环境有害的原料、产物、副产物、溶剂、试剂、气体为基本方法，构思或设计出对环境没有损害的化学合成途径。也是为适应人类可持续发展的要求而提出的全新观念[2]，其主要目的是解决源头污染，同时为我们生活提供一个清洁的环境，使人与自然和谐相处。有机合成是高校化学化工、材料、环境、医学、药学、生命科学[3]等专业重要的基础课，研究与生产过程中需要大量的药品和试剂，特别是化学原料药与医药中间体的合成对化工原料与试剂的需求巨大，然而多数自身有毒、可燃、有腐蚀性及爆炸性，在研究和生产过程中会产生大量三废(废水、废气、废渣)物，对环境污染严重。因此我们从源头进行教学改革探索，引导学生践行绿色合成理念，培养学生的绿色创新能力[4]。同时对我们教师也有较高要求，不仅有渊博的理论基础，还要有深厚的实践经验。当今只要与有机合成有关的相关教育工作者[5]-[10]都应该意识到绿色合成的重要性，并进行相应的教学改革与探索。本论文以乙醇和乙酸为起始原料合成乙酸乙酯为例在实验教学过程中对学生进行绿色有机合成理论与实践的教学改革探索。

## 2. 实验教学案例解析

合成路线图[11]如图 1:

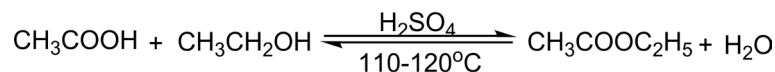


Figure 1. The synthetic route of the title compound

图 1. 目标化合物合成路线图

合成乙酸乙酯的实验方法：在 100 mL 的三口瓶中加入 5 mL 乙醇，搅拌条件下滴加 6 mL 浓硫酸，加完后中间口安装好滴液漏斗(漏斗末端浸入混合液面之下)，一端安装好温度计，一端连接好常压蒸馏装置；安装完成后在滴液漏斗中加入 6.5 mL 乙醇与 7.2 mL 的冰醋酸混合溶液，先滴加 1.5~2 mL，搅拌条件下升温 110℃~120℃并控温 110℃~120℃边滴加边蒸馏搅拌反应，加完后控温 110℃~120℃搅拌反应 15

min 不再有液体流出, 馏分为乙酸乙酯粗产物。粗产物转入分液漏斗中加入饱和碳酸氢钠溶液 5 mL, 振荡后静置分层, 分出下层(下层), 酯层(上层)加入饱和氯化钠 5 mL 洗涤, 后用饱和氯化钙 2\*5 mL 洗, 无水硫酸镁干燥, 得无色透明乙酸乙酯粗品。乙酸乙酯粗品加入搭建好的常压蒸馏装置中, 升温蒸馏并收集 73℃~78℃馏分, 得无色透明乙酸乙酯产品 5.5 g。

### 3. 绿色合成思路引导

基于以上合成路线图及合成方法首先进行理论教学, 首先该化学反应为可逆反应, 生成的产物在酸性条件下也可以水解成原料乙醇或乙酸, 因此采用边反应边蒸馏移除生成的乙酸乙酯, 使反应向正方向进行; 同时反应过程中也有副产物的产生, 乙醇在硫酸作用下会发生分子内与分子间脱水生成乙烯与乙醚; 反应完全后, 没有蒸馏出来的硫酸溶液需要处理, 同时乙酸乙酯粗产物需要经过饱和碳酸氢钠溶液, 饱和氯化钠溶液, 饱和氯化钙溶液处理, 这些处理都将产生对环境会带来严重的污染; 因此本教学探索将不改变合成路线的前提下从两个方面来引导学生对绿色合成路线进行改革与优化:

第一: 变废为宝, 硫酸重复再利用。

反应过程中最后剩余的是硫酸与醋酸水溶液, 从实验所加试剂与产生的副产物及产物分析, 没有一个试剂、副产物及产物的沸点高于硫酸沸点, 因此当学生做完反应后所剩余的残液降至室温后收集在一起, 通过升温蒸馏出比硫酸沸点低的试剂与产物, 得到硫酸溶液, 该溶液保存好后下一次学生实验可以再次使用, 减少了原材料的使用, 降低了实验的运行成本, 残液收集蒸馏后存放再利用, 减少了对环境污染。

第二: 去除饱和碳酸氢钠溶液, 饱和氯化钠溶液, 饱和氯化钙溶液使用

将得到的乙酸乙酯粗产物后处理实验进行路线改革与优化, 改进的后处理方法为: 将乙酸乙酯粗产物加入到已安装好的常压蒸馏装置中, 升温并控制温度收集 73℃~78℃馏分, 馏分中加入 5 mL 水洗, 分出酯层, 无水硫酸镁干燥, 过滤, 得无色透明乙酸乙酯产物 6 g。

基于对所需原料、试剂、副产物、产物及残液的理化性质分析, 馏分可能含有乙酸, 乙醇, 乙酸乙酯等混合溶液, 通过再次蒸馏收集 73℃~78℃馏分, 该馏分可能含有乙醇, 利用乙醇可以与水形成氢键理化性质, 水洗后除掉乙醇, 而乙酸乙酯为酯溶性溶剂, 与水不互溶; 因此改革后没有使用饱和碳酸氢钠溶液, 饱和氯化钠溶液, 饱和氯化钙溶液, 减少了废渣、废液的产生, 减少了对环境污染。

### 4. 绿色合成总结

上述实验改革后减少了三废(废渣、废水、废气)的产生; 解决了以前学生将实验产生的废渣、废液直接倒掉的坏习惯而引起的污染环境问题, 节省了原料消耗, 减少了环境污染, 同时, 增强回收再利用的理念, 因而对学生提出了更高的要求; 迫使学生必须认真对待实验的每一个环节。

### 5. 结语

有机化学实验教学不仅培养学生的基本化学实验技能, 同时要把绿色化学思想融入实验教学之中, 让学生了解绿色化学, 树立起绿色意识, 在学生以后的工作中, 具有从事绿色化学研究与开发的能力。也要求教师具有渊博的有机理论基础和深厚的实践经验。在有机化学实验教学中, 选定好教学案例后一定要求学生先分析该合成路线产生三废(废气、废水、废渣)的原理, 让学生通过已学的有机化学理论知识和做过的实验经验, 提出一些可能的解决办法。贯彻绿色化学教学思想, 有很多工作要做, 比如实验内容的更新, 新实验技术的引进, 催化剂的选择, 对环境友好的化学试剂的选用, 溶剂试剂的回收再利用, 废水处理再利用。只有在实验教学中, 从点滴入手, 自始至终做到统筹兼顾、安排适当、合理, 不断研

究、发现及探索,才能减少或消除实验对环境污染。引导学生建立环境保护意识,树立可持续发展的责任心,是我们教师为国家培养具有绿色化学意识和绿色化学技术高级人才的光荣使命。

## 基金项目

黔科合支撑[2019]2785号,川芎嗪衍生物 ZT-12 治疗缺血性脑卒中的成药性研究。

## 参考文献

- [1] 白林,陈明凯.绿色化学实验[J].化学教育,2002(7-8):51-53.
- [2] 敖波,冯静.实现化学实验绿色化的措施[J].西昌学院学报(自然科学版),2006,20(4):152-154.
- [3] 付颖,叶非.农业院校绿色化学实验体系的构建[J].实验室研究与探索,2008,27(5):137-139.
- [4] 徐常龙,曹小华,陶春元,等.通过绿色化学实验培养学生创新能力[J].化工高等教育,2009(3):42-44.
- [5] 杨蓉,王煊军.对建设绿色化学实验室的几点设想[J].实验室研究与探索,2003,22(3):134-136.
- [6] 杨志强.绿色化学与有机化学实验[J].实验室研究与探索,2005,24(11):84-86.
- [7] 王春娜,王炜,吴昆明,等.绿色化学实验的探讨[J].北京农学院学报,2007,22(2):100-101.
- [8] 陈明凯,白林.绿色化学实验——当代化学实验改革新课题[J].甘肃高师学报,2001,6(5):91-93.
- [9] 兰州大学,复旦大学化学系有机化学教研室.有机化学实验[M].第2版.北京:高等教育出版社,1994.
- [10] 宋桂苓.绿色有机化学实验的探索和实践[J].实验室研究与探索,2006,25(8):989-991.
- [11] 兰州大学.有机化学实验[M].第3版.北京:高等教育出版社,1994:247-249.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-729X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [ae@hanspub.org](mailto:ae@hanspub.org)