

基于挑战性学习的药物分析综合实验设计

李鹏熙, 刘忠洪, 江 露, 龚瑞雪, 梁 宇

重庆化工职业学院环境与质量检测学院, 重庆

收稿日期: 2024年11月14日; 录用日期: 2024年12月2日; 发布日期: 2025年1月3日

摘 要

针对高职院校药物分析综合实验教学中存在的问题, 将挑战性学习和课程思政引入药物分析综合实验课程。以高效液相色谱法测定槐米中芦丁的含量, 并进行方法学考察为挑战性学习任务, 通过指导学生查阅资料、实验方案设计、实验方案实施、结果分析和开展课程思政, 提升学生独立设计实验、自主解决问题、实践能力和职业素养, 为高职院校培养高素质技术技能人才提供参考。

关键词

挑战性学习, 课程思政, 药物分析实验, 槐米, 芦丁

Application of Challenging Based Learning Method in Comprehensive Design Experiment of Pharmaceutical Analysis

Pengxi Li, Zhonghong Liu, Lu Jiang, Ruixue Gong, Yu Liang

School of Environment and Quality Inspection, Chongqing Chemical Industry Vocational College, Chongqing

Received: Nov. 14th, 2024; accepted: Dec. 27th, 2024; published: Jan. 3rd, 2025

Abstract

In view of present problems of practice teaching pharmaceutical analysis in higher vocational colleges, the challenge based learning method and ideological and political education were applied to the course of comprehensive experiment of pharmaceutical analysis. The contents of rutin in sophora japonica were determined by high performance liquid chromatography and methodological investigation was a challenging learning task. By guiding students to consult documents, design the experimental schemes, implement experimental schemes, analyze results, and carry out ideological and political education, students improved in designing experiments independently, solving problems indepen-

dently, practicing ability, and achieving professional accomplishment. It provides a reference for higher vocational colleges to cultivate high-quality technical and technical talents.

Keywords

Challenge Based Learning, Ideological and Political, Pharmaceutical Analysis, Sophora Japonica, Rutin

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

《中华人民共和国职业教育法》规定，职业教育是与普通教育具有同等重要地位的教育类型，目标是培养高素质技术技能人才，能工巧匠，大国工匠，为促进经济社会发展和提高国家竞争力提供优质人力资源支撑[1]。实验教学是高职院校教学的重要组成部分，是高素质技术技能人才培养的重要支撑，是培养学生实践能力和解决问题能力的重要手段[2]。因此，在高职院校中实施实验教学改革，提高学生实践能力、学习能力、职业素养等综合素质，显得尤为重要。

目前药物分析综合实验教学中存在的主要问题：(1) 实验内容大多来自于《中国药典》，为验证性实验，挑战性不足，无法激发学生的内驱力；(2) 实验课程一般是由教师讲解、演示，学生按照既定实验方案开展实训，学生参与感较低，课程思政元素未能有机融入教学内容；(3) 考核方式单一，通常以实验报告作为成绩评定的依据，而对实验操作过程中创新能力、操作规范、职业道德等缺乏重视，无法客观地评价学生[3][4]。

2. 挑战性学习(Challenge Based Learning, CBL)

挑战性学习(Challenge Based Learning, CBL)，是由清华大学提出的一种教学模式，在一系列课程中实施并取得了较好的效果[5]。CBL 是对学生已有水平的挑战与跨越，使学生在能力培养、知识学习和价值塑造等方面获得成就感，促进深度学习的落实[6]。孙宏斌等人提出两种 CBL 课程的教学模型，并在多门课程教学中实施，效果初见成效[7]。杨伟等人对工程类专业基础课程《微波技术基础》开展 CBL 教学改革，在理论学习深度、授课方式、考核方式、相关课程设计等方面，提出了相应的教学改革措施，实践证明学生的专业实践能力和理论知识水平有明显的提升[8]。CBL 教学模式虽已在众多本科高校实施，并被证明是一种有效的教学模式，但在高职院校教学中实施 CBL 教学改革研究鲜有报道。

槐米是临床常用药，具有凉血止血，清肝泻火之功效。有研究表明，槐米还具有抗肿瘤、抗菌、抗病毒等作用[9]-[13]。中国药典规定，槐米中含总黄酮以芦丁计不少于 20% [14]。近年来，天然产物中芦丁的提取方法已有大量研究，例如张朝阳等人以丙酮作为溶剂，采用加热回流的方法对槐米中的芦丁进行提取纯化，结果表明提取工艺的最佳条件为水浴时间 29 min、丙酮浓度 54%、水浴温度 70.4℃，芦丁提取率为 79% [15]。周旭等人采用紫外可见分光光度法，通过浸渍法、水沸腾法、回流法、超声辅助法，提取槐米中的芦丁，结果表明超声辅助提取法提取率最高[16]。本文基于 CBL 理念，融合课程思政，将药物分析、仪器分析、药物化学、化学分析课程知识交叉融合，建立槐米中芦丁的提取与分析综合性实验，旨在提高学生的实践能力和综合素质，为高职院校的实验教学改革提供参考。

3. 实验教学设计与实施方案

3.1. 实验教学设计思路

CBL 的关键是设置具有吸引力且学生通过努力可以解决的难题，引导学生运用已学知识解决这些难题。对于职业院校而言，CBL 的设置与本科院校不同，本科院校注重研究发现型的挑战，而职业院校更加注重实践能力的挑战。传统药物分析综合实验教学中，由教师讲解实验目的、实验原理、实验步骤、实验注意事项、操作演示等，学生根据教师的实验方案进行实验操作，无法发挥学生的主观能动性，激发学生的学习兴趣，综合实践能力和创新思维难以提高。基于学生的学情，以槐米中芦丁的提取与分析为例，设计了 CBL 融合课程思政教育的药物分析综合实验(图 1)。

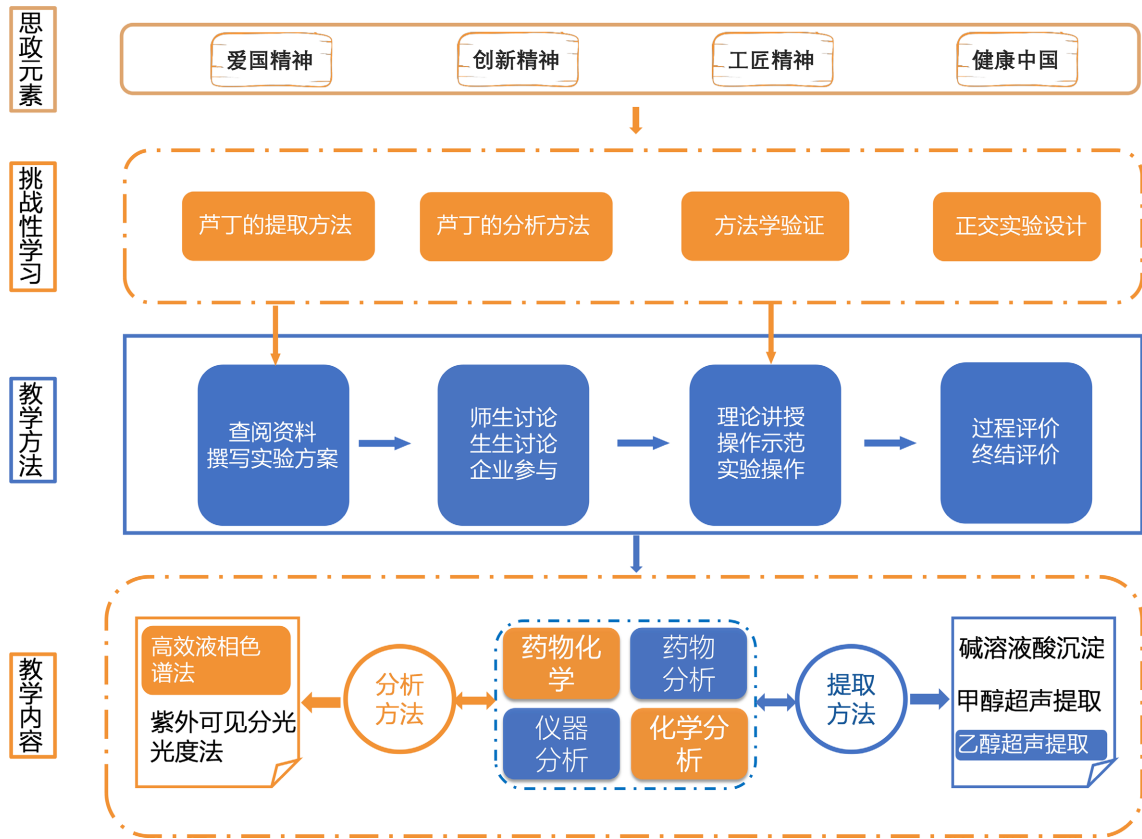


Figure 1. Instructional design for CBL
图 1. CBL 的教学设计

3.2. 实验教学实施方案

基于学生前期所学的化学分析、仪器分析、药物化学、药物分析等内容，课前在线上提出明确的 CBL 任务：(1) 实验前两周发布 CBL 任务，查阅文献资料，撰写芦丁的提取方法和分析方法实验方案，并要求学生提供的实验方案应当包含具体的实验步骤，可操作性强。(2) 利用两节课的时间，教师对实验方法的准确性、安全性、稳定性等问题进行点评。学生制定的实验方案大都来自于《中国药典》，未结合学校实际情况，教师要主动引导学生主动思考实验方案的可行性，比如槐米用量、标准曲线浓度范围、移液管量程等问题。通过师生讨论、生生讨论确定芦丁的提取方法和分析方法实验方案。并观看《中国药典》宣传片，培养学生的爱国精神；通过比较《中国药典》和期刊文献中芦丁提取和分析方法的异同，培养

学生的创新精神。再次提出 CBL 任务,学生根据教师提供的色谱图,设计芦丁分析方法学考察和正交实验方案,教师线上评阅。(3) 根据确定的实验方案,实施实验教学,实验教学中挑战性的问题是实验的操作规范,并对实验结果进行比较分析,进而塑造学生的工匠精神。实验结束,通过对药物质量进行评价,帮助学生树立健康中国的理念。

通过学生自主制定实验方案,可以培养学生查阅文献资料的能力,提高学生分析问题、解决问题的能力,学生的学习由被动变为主动。最终实验方案如下:(1) 芦丁的提取采用乙醇超声提取法,(2) 分析方法为高效液相色谱法(色谱柱、柱温、流动相、检测波长等),(3) 方法学考察(线性范围、准确度、精密度、稳定性等),(4) 正交试验,(5) 数据分析。实验过程中教师和实验教师要多关注学生的仪器操作、容量瓶的使用、移液管的使用等操作规范,及时解决学生在实验过程中遇到的问题。

4. 实验方案的实施

4.1. 实验方法

实验方法主要涉及色谱条件的确定,溶液配制以及色谱图测定,三部分内容。教师可以通过课前提出挑战性问题,让学生自主查阅文献资料,确定槐米中芦丁的提取条件、色谱条件并预习高效液相色谱仪的使用,并提交至学习通。课中,由教师演示标准操作,并要求学生在溶液配制过程中要规范操作。挑战性问题的提出,可以激发学生学习的主动性;规范操作可帮助学生提高操作技能。

4.1.1. 色谱条件

根据文献资料中的色谱条件,在安捷伦 1200 高效液相色谱仪上分离度小于 1.5。要求学生对色谱条件进行优化,并讲解色谱条件优化的原理。最终确定色谱条件:色谱柱:安捷伦 C18 柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm),流动相:A 甲醇,B 0.6%乙酸水,流动相的体积比 A:B(35:65),1 mL/min,检测波长:257 nm;进样量:10 μL,柱温:30℃。

4.1.2. 溶液的配制

对照品溶液:准确称取芦丁对照品 0.1 g,至 100 mL 容量瓶中,加 50%甲醇水至刻度,摇匀,得芦丁对照品溶液。

供试品溶液的制备:槐米粉碎,过 40 目药筛,准确称取槐米粉末 0.1 g,乙醇超声提取,转移至 100 mL 容量瓶中,加 50%甲醇水至刻度,摇匀,得供试品溶液。

4.1.3. 色谱图测定

对制备的对照品(图 2)和供试品进行测定,色谱图见图 3。芦丁对照品的保留时间为 13.025 min,芦丁提取物的保留时间为 13.049 min,说明采用乙醇超声提取液中含有芦丁。通过实验,可以帮助学生学会利用保留时间做定性鉴别。

4.2. 方法学考察

方法学考察是本实验的教学重点,也是教学的难点。教师可以采用做中学,学中做的方式开展教学。首先,学生要掌握线性关系、精密度、准确度、加标回收率的概念,并学会计算。教师可以将已有的数据在课前发布,并让学生计算结果,老师点评。其次,在教学中,教师要对掌握比较差的学生进行关注,通过分组的方式,让掌握较好的学生帮助掌握比较差的学生,既能提高教学效率又能锻炼学生团结合作能力。

4.2.1. 方法线性范围

精密称定 0.1 g 芦丁对照品,于 200 mL 容量瓶中,加 50%甲醇水至刻度,得对照品贮备液。分别

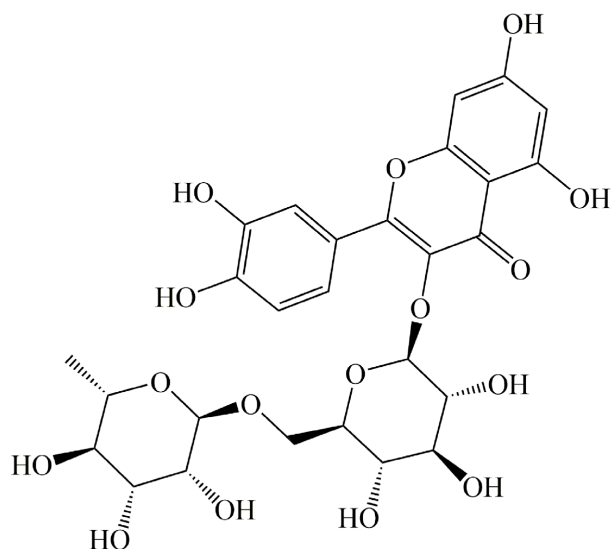


Figure 2. Rutin's structural formula

图 2. 芦丁的结构式

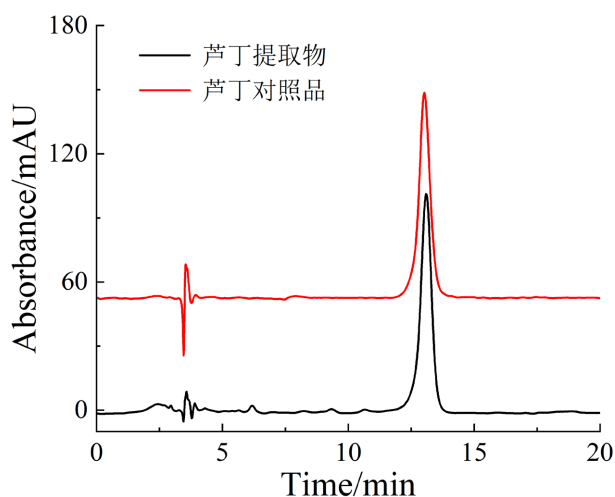


Figure 3. Chromatography of rutin extract solution and standard solution

图 3. 芦丁提取液和对照品溶液色谱图

精密吸取 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0 mL, 至 10 mL 容量瓶, 加 50% 甲醇水至刻度, 0.45 μm 微孔滤膜过滤, 得不同浓度的对照品溶液, 按色谱条件进行测定, 以浓度为横坐标, 峰面积为纵坐标, 绘制标准曲线, 回归方程、相关系数、线性范围见图 4。

实验结果表明, 芦丁在 0.0511~0.5110 mg/mL 浓度范围内具有良好的线性关系, 本方法可用于芦丁含量测定时样品浓度和样品峰面积具有良好的线性关系。通过线性关系的考察, 可以帮助学生进一步理解回归方程、相关系数和线性范围, 并学会合理设计线性浓度范围。

4.2.2. 精密度

取对照品溶液 5, 按色谱条件测定, 重复进样 6 次, 进样量 10 μL , 以峰面积为指标, 计算相对标准偏差(RSD), 结果见表 1。实验结果表明, 本方法用于芦丁含量测定时进样精密度良好。学生通过精密度实验, 对良好的精密度是分析方法具有较好准确度的必要条件理解更加透彻。

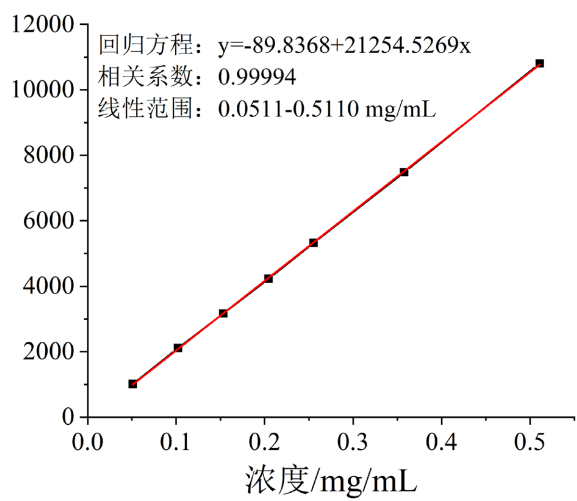


Figure 4. Regression equation correlation and linear range of rutin
图 4. 芦丁的回归方程、相关系数及线性范围

Table 1. Precision of methods
表 1. 方法精密度

进样次数	峰面积/mAU*s	RSD/%
1	5341.6587	0.34
2	5346.9370	
3	5354.5059	
4	5391.7012	
5	5361.3721	
6	5349.4023	

4.2.3. 稳定性

取供试品溶液，按色谱条件，分别于 0、2、4、6、8、10、12 h 进样，进样量 10 μ L，峰面积及计算的 RSD 见表 2。结果表明，供试品溶液在 12 h 内稳定。通过稳定性实验学生对稳定性的概念理解更加透彻，并与已学的药物化学、药物分析、仪器分析等知识联系起来，用于解决实际问题。

Table 2. Stability of the test article
表 2. 供试品的稳定性

时间/h	峰面积/mAU*s	RSD/%
0	4474.4087	0.23
2	4474.6298	
4	4480.0093	
6	4483.9038	
8	4492.5459	
10	4498.1846	
12	4498.5171	

4.2.4. 重复性

精密称取 6 份 0.1 g 槐米粉末，在相同条件下超声提取，50%甲醇水定容至 100 mL，按色谱条件进行测定，进样量 10 μ L。按标准曲线法以峰面积计算，结果见表 3。实验结果表明，分析方法重复性良好。学生在做重复性实验时易出现 RSD 值较大，原因是在对槐米提取液的后处理过程中操作误差导致的，教师要时刻提醒学生保证后处理的一致性。

Table 3. Repeatability of the test article
表 3. 供试品的重复性

编号	槐米质量/g	峰面积/mAU*s	含量/%	平均值/%	RSD/%
1	0.1086	4565.0269	20.16	20.14	0.88
2	0.1147	4847.9834	20.25		
3	0.1014	4200.5195	19.91		
4	0.1088	4626.6826	20.39		
5	0.1157	4873.8809	20.18		
6	0.1008	4189.1992	19.97		

4.2.5. 加标回收

精密称定槐米粉末 6 份，置于 100 mL 容量瓶中，分别加入对照品溶液，按供试品溶液制备方法制备，按标准曲线法以峰面积计算回收率，结果见表 4。芦丁的平均回收率 101.21%，RSD 为 1.01%，结果表明分析方法准确度良好。在做加标回收实验前，学生对加标回收实验的本质理解不够透彻；且加标实验影响结果的环节较多，学生容易出现误差。教师在教学中要引导学生规范操作，并分析可能出现误差的步骤，尽可能降低实验误差。

Table 4. Experimental results of labeling recovery
表 4. 加标回收实验结果

编号	称样量/g	含量/(mg/mL)	加入量/(mg/mL)	测得量/(mg/mL)	回收率/%	平均回收率%	RSD/%
1	0.1004	0.2014	0.1289	0.3321	100.77	101.21	1.01
2	0.1008	0.2014	0.1289	0.3341	102.63		
3	0.1027	0.2014	0.1289	0.3391	100.46		
4	0.1038	0.2014	0.1289	0.3381	100.15		
5	0.1051	0.2014	0.1289	0.3435	102.33		
6	0.1063	0.2014	0.1289	0.3442	100.93		

4.3. 正交实验

正交试验用于确定槐米提取芦丁的最佳工艺，学生对于该部分的理解较困难。教学中教师应当通过案例教学的方式，让学生充分理解什么是正交试验。学生自主设计本实验的正交试验，通过小组讨论、教师点评等方式确定最终正交试验方案。

根据文献资料，选取提取时间(A)、提取温度(B)、料液比(C)作为正交试验的三个因素，每个因素取三个水平，采用 L9(3⁴)正交表安排实验，实验结果见表 5。极差分析结果表明，槐米中芦丁提取率影响程度从大到小的顺序依次是提取温度、料液比和提取时间，最优工艺条件组合为提取温度 70℃、料液比 1:40、

提取时间 120 min。正交实验的设计可以帮助学生正确安排实验方法，并培养学生用正交实验的思路和方法，解决实际问题的能力。

Table 5. Orthogonal experiment plan and analysis
表 5. 正交试验设计和分析

编号	提取温度/℃	提取时间/min	料液比	含量/%
1	50	60	1:20	13.85
2	50	90	1:30	16.03
3	50	120	1:40	18.60
4	70	60	1:30	17.65
5	70	90	1:40	19.23
6	70	120	1:20	18.37
7	30	60	1:40	12.95
8	30	90	1:20	12.46
9	30	120	1:30	11.66
K1	16.16	14.82	14.89	
K2	18.42	15.91	15.11	
K3	12.36	16.21	16.93	
优水平	A2	B3	C3	
优组合	70	120	1:40	
Rj	6.06	1.39	2.04	
A > C > B				

4.4. 含量测定

槐米粉碎过 40 目药筛，精密称定 0.1 g 槐米粉末 3 份，置于 100 mL 容量瓶中，加入无水乙醇(料液比 1:40)，70℃，超声(40 KHz，400 W)提取 120 min。冷至室温，加 50%甲醇水至刻度，得供试品溶液。

按色谱条件，样品平行测定 3 次，以峰面积为指标，以标准曲线法测定其含量，测定结果见表 6。学生通过查阅资料，共提供了三种槐米中芦丁的提取方法，基于安全性、有效性和绿色理念等方面的考虑，最终选择了乙醇作为提取溶剂。通过实验，学生掌握了芦丁的化学性质，并对提取方法的原理理解的更加透彻。

Table 6. Experimental results of content determination
表 6. 含量测定的结果

序号	峰面积/mAU*s	含量/%	平均值/%
1	4528.8330	21.73	21.37
2	4487.1128	21.54	
3	4339.3135	20.84	

5. 教学评价

基于 CBL 的评价，分为过程性评价和终结性评价。过程评价阶段针对学生在实验方案设计和实施过

程中,发现问题、分析问题、解决问题、操作能力、团结协作、价值观等方面的评价。教师在进行过程性评价时,应针对不同评价内容,采用灵活多样的方式进行评价。终结评价阶段是对综合实验的结论性评价,注重学生的发展和素质的培养。教师在做终结性评价时,要结合职业教育特点和行业企业需求,进行综合性评价,并根据评价的结果进行教学改进。槐米中芦丁的提取实验的过程性评价和终结性评价目标见表7。基于CBL的槐米中芦丁提取综合实验的教学,学生对知识的掌握、技能操作、查阅文献资料、解决问题的能力 and 职业素质均有所提高。

Table 7. Teaching evaluation objective
表 7. 教学评价目标

序号	挑战性任务	过程性评价目标	终结性评价目标
1	槐米中芦丁提取方法	1: 诊断学生查阅文献资料的能力。 2: 诊断学生对已掌握知识的运用能力。 3: 诊断学生爱国主义精神的塑造。	1: 学生是否具备健康中国、工匠精神、爱国主义的认同感。 2: 学生是否具备创新能力、分析能力、团队协作能力。
2	芦丁的分析方法	1: 诊断学生对分析方法原理的理解能力。 2: 诊断学生对分析方法准确度的判断能力。 3: 诊断学生创新精神的塑造。	3: 学生是否具分析方法学考察、正交试验设计、规范操作、数据分析判断能力。
3	分析方法的方法学验证	1: 诊断学生对方法学的综合应用能力。 2: 诊断学生规范操作能力。 3: 诊断学生工匠精神的塑造。	

6. 结语

挑战性任务的提出是本次实验设计的最大困难,教师要做好学情分析,以学生综合发展为目标,学生掌握的知识为载体,激发学生的内驱力,最终指向高素质技术技能人才的培养。基于CBL理念,采用超声辅助法,选用低毒性的乙醇作为提取溶剂,通过考察方法学验证、提取工艺、含量测定,建立槐米中芦丁的提取与分析综合性实验。教师在实验教学评价中,既评价知识、技能和智力等认知领域,又要评价价值观、责任感、意志、品德及个性形成等情感领域。结果表明,CBL教学方法能够充分发挥学生的主观能动性,让被动学习变为主动,积极参与到实验教学中,实现素质和能力的全面发展。

基金项目

重庆市教育委员会教育教学改革研究项目重大项目:“三教”改革背景下《药物分析》课程思政教学改革探究与实践(Z23102)。

参考文献

- [1] 徐洵. 现代高职教育实习实训基地协同建设研究[J]. 教育理论与实践, 2022, 42(33): 29-33.
- [2] 曹登华. 基于职业教育类型特点的实训教学改革[J]. 天津职业大学学报, 2023, 32(6): 71-75.
- [3] 韩薇, 耿翔, 李梅. 高职药物分析实训课程改革与实践[J]. 山西卫生健康职业学院学报, 2023, 33(5): 165-167.
- [4] 王慧玉, 张杰, 刘婷婷, 等. 混合式模式下药物分析实验课程渐进融入思政教学的探索[J]. 药学教育, 2023, 39(3): 38-42.
- [5] 林健. 面向“六卓越一拔尖”人才培养的挑战性学习[J]. 清华大学教育研究, 2020, 41(2): 45-57.
- [6] 金青, 何虹. 应用型地方高校课程挑战性学习模式设计与实践[J]. 中国职业技术教育, 2019(26): 33-40.
- [7] 孙宏斌, 冯婉玲, 马璟. 挑战性学习课程的提出与实践[J]. 中国大学教学, 2016(7): 26-31.
- [8] 杨伟, 唐璞, 骆无穷, 等. 基于工程类专业基础课的挑战性课程教学方法讨论[J]. 高教学刊, 2019(21): 86-88, 92.

-
- [9] Jung, C.H., Zhou, S., Ding, G.X., Kim, J.H., Hong, M.H., Shin, Y., *et al.* (2006) Antihyperglycemic Activity of Herb Extracts on Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **70**, 2556-2559. <https://doi.org/10.1271/bbb.60238>
- [10] Wang, H., Lin, F., Wu, Y., Guo, W., Chen, X., Xiao, C., *et al.* (2023) Carrier-Free Nanodrug Based on Co-Assembly of Methylprednisolone Dimer and Rutin for Combined Treatment of Spinal Cord Injury. *ACS Nano*, **17**, 12176-12187. <https://doi.org/10.1021/acsnano.3c00360>
- [11] Zhao, T., He, F., Zhao, K., Yuxia, L., Li, H., Liu, X., *et al.* (2023) A Triple-Targeted Rutin-Based Self-Assembled Delivery Vector for Treating Ischemic Stroke by Vascular Normalization and Anti-Inflammation via ACE2/Ang1-7 Signaling. *ACS Central Science*, **9**, 1180-1199. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.3c00377>
- [12] Elberry, A., Mufti, S., Al-Maghrabi, J., Ghareib, S., Mosli, H., El-Halawany, A., *et al.* (2020) The Protective Effect of *Sophora Japonica* on Prostatic Hypertrophy and Inflammation in Rat. *Inflammopharmacology*, **28**, 1525-1536. <https://doi.org/10.1007/s10787-020-00723-5>
- [13] Rashid, H., Rasool, S., Ali, Y., Khan, K. and Martines, M.A.U. (2020) Anti-Cancer Potential of Sophoridine and Its Derivatives: Recent Progress and Future Perspectives. *Bioorganic Chemistry*, **99**, Article 103863. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.103863>
- [14] 中国药典委员会. 中国药典[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [15] 张朝阳, 马明, 李金霖, 等. 以丙酮为溶剂提取纯化槐米中芦丁的工艺研究[J]. 化学研究, 2024, 35(1): 29-39.
- [16] 周旭, 陈红. 槐米中芦丁的提取及应用研究[J]. 山东化工, 2023, 52(19): 64-66.