

## 文莱留学生分析化学课程全英文教学探索与实践

于娇娇\*, 颀林, 刘继超, 汪永丽

兰州石化职业技术大学石油化学工程学院, 兰州 730060

**摘要:** 在“一带一路”倡议下, 国内职业院校接受国(境)外留学生逐年增加。如何提高留学生教学质量, 已经成为职业院校普遍面临和亟待研究的重要课题。笔者有幸承担了中国-文莱“1+1+1”恒逸石化技术人才联合培养项目文莱学生分析化学课程的教学工作, 并获得了一些经验和体会。本文对这个过程中面临的问题以及进行的探索和实践进行了总结, 希望能够为其他院校全英文教学的教师提供参考, 以期培养出更多技能型国际化人才, 为企业“一带一路”发展提供人才支撑。

**关键词:** 留学生; 分析化学; 全英文教学

**中图分类号:** G64; O6

## Exploration and Practice of Full-English Teaching of Analytical Chemistry for Brunei International Students

Jiaojiao Yu\*, Lin Xie, Jichao Liu, Yongli Wang

College of Petrochemical Engineering, Lanzhou Petrochemical University of Vocational Technology, Lanzhou 730060, China.

**Abstract:** Under the Belt and Road Initiative, the number of international students in domestic vocational colleges has been increasing annually. Improving the teaching quality for these students has become an important and urgent issue for these institutions. The author had the opportunity to teach Analytical Chemistry for the Brunei students in the China-Brunei “1+1+1” Hengyi Petrochemical Technology Talent Joint Training Program and gained valuable experience. This paper summarizes the challenges faced during this process, as well as the explorations and practices undertaken to address them. The aim is to provide useful references for teachers conducting full-English instruction at other institutions, with the goal of cultivating more skilled, internationally-minded talent to support the development of enterprises under the Belt and Road Initiative.

**Key Words:** International students; Analytical chemistry; Full-English teaching

2018年恒逸实业(文莱)有限公司、兰州石化职业技术大学以及文莱技术教育学院共同签署了一项合作协议, 合作开展为期5年的“1+1+1”分段式石化技术应用型人才培养项目(IBTE)。该项目旨在通过跨国合作教学的方式, 为恒逸实业(文莱)有限公司培养具备高素质、高技能的石化技术人才。

恒逸实业(文莱)有限公司在文莱及周边国家每年招收一届学员。每届学员的培养周期为三年。分为三个阶段: 第一年, 学员在文莱技术教育学院进行基础理论知识的学习。第二年, 学员来到中国, 在兰州石化职业技术大学进行专业理论和实践技能的学习。第三, 学员在恒逸实业(文莱)有限公

司进行岗位实习。截至2024年，五届学员已顺利完成在中国的学习阶段。

分析化学是IBTE项目第二阶段的课程之一，对于培养学员们的实验操作能力、问题解决能力、科学研究方法以及职业素养具有重要作用。经过五年的教学实践与改进，分析化学(英文)已成为一门同时具备知识性和实践性，并具有鲜明职业教育特色的课程。

## 1 文莱留学生教学中面临的问题

### 1.1 教学目标有区别

普通的学历教育旨在通过系统的教学帮助学生建立起完整的知识体系，掌握课程涵盖的基础知识、基本原理、分析方法、实验技能、实验规范以及相关注意事项。而IBTE项目则更侧重于职业培训，其目标是在较短的时间内使学员掌握与岗位工作直接相关的基础知识、专业技能和标准，并且培养他们的安全意识、规范意识和职业素养。这要求教学内容不仅要紧密贴合实际工作需求，还要注重实践操作能力、创新能力和职业素质和职业道德的培养。

### 1.2 学习模式有差异

由于之前接受的教育模式存在差异，文莱留学生的学习特点与本校的中国学生截然不同。中国学生通常在课堂上表现出较高的纪律性，习惯于被动接收知识，较少主动提问，但他们会积极配合教师的教学安排。而文莱留学生在课堂上表现得更为活跃，遇到问题时倾向于主动提问，并且喜欢通过讨论来解决问题。此外，部分文莱留学生在课堂纪律方面表现较弱，偶尔会出现迟到、旷课以及在课堂中随意走动的情况。不过，文莱留学生对待作业的态度非常认真，很重视作业的质量。

### 1.3 缺乏合适的英文教材

在IBTE项目中，分析化学课程共计50学时，包括基础理论讲授和实践操作。由于学员来自文莱及其周边国家，背景复杂，受教育程度各异，最终目的是进入恒逸实业(文莱)有限公司工作，因此教材的选择至关重要。我们需要根据学员的具体情况和工作岗位的需求来合理挑选教材。为此，我们参考了多本教材，包括：(1) *Analytical Chemistry and Quantitative Analysis*, 作者: David S. Hage、James D. Carr, 出版社: Prentice Hall; (2) *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 作者: Douglas A. Skoog、Donald M. West、F. Jame Holler、Stanley R. Crouch, 出版社: Brooks Cole; (3) *Principles and Practice of Analytical Chemistry*, 5th Edition, 作者: F. W. Fifield、D. Kealey, 出版社: Wiley; (4) *Analytical Chemistry for Technicians*, 作者: John Kenkel, 出版社: CRC Press; (5) *Quality Assurance in Analytical Chemistry*, 作者: B. W. Wenclawiak、M. Koch、E. Hadjicostas, 出版社: Springer; (6) 《分析化学》(双语版), 魏云霞、马明广编, 化学工业出版社; (7) 《分析化学实验》(英汉双语教材), 黄应平主编, 华中师范大学出版社; (8) *Quantitative Chemical Analysis*, 作者: 李娜, 北京大学出版社; (9) *Analytical Chemistry*, 作者: Priti Malhotra, 出版社: Springer。

通过对这些教材的深入学习，我们发现它们的知识结构完整，内容详实严谨，包含丰富的实际案例。然而，这些教材在编写上更偏重于纯理论教学或实验教学，比较适合教学更系统的学科教育，与教学时间短且侧重技能培训和知识应用的职业教育契合度较低。

## 2 教学问题的解决方案

针对文莱留学生在分析化学课程中遇到的具体挑战，我们设计并实施了理实一体的模块化教学体系。该体系以“认知-理解-实践-提高”为指导主线，将理论与实践紧密结合，来快速提升学生的学习效果。同时，引入混合式教学模式，结合传统课堂与翻转课堂的教学优势，进一步优化了教学方法。此外，还建立和完善了评价机制，确保能够对教学过程进行全面、有效的评估。具体教学策略的实施框架详见图1。

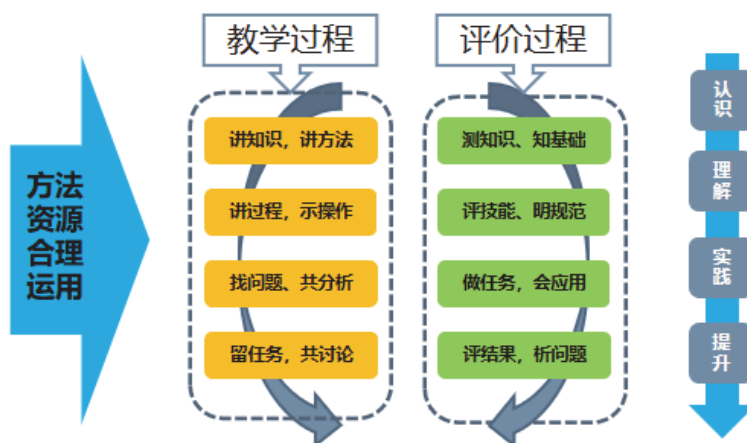


图1 教学策略

### 2.1 创新教学模式，自编理实一体化教材

分析化学是一门知识面很广、应用性很强的课程，其理论与实践联系非常紧密。基于企业岗位的工作内容、分析化学的学科特点以及学生“必需、够用”的学习需求，按照教学内容由浅入深的原则，将理论与实践教学内容有机结合起来，对课程进行精炼设计<sup>[1]</sup>。采用理实一体化的教学模式，自编教学讲义，实施模块化项目化教学。表1展示了IBTE项目全英文分析化学课程的教学内容，共包含7个模块、14个项目和49个子任务，涵盖了化学分析、电化学分析、光谱分析和色谱分析等内容。

表1 课程教学内容

模块	项目	任务	学时
Introduction	What is Analytical Chemistry?	Task 1: Definition	2
		Task 2: Applications of Analytical Chemistry	
		Task 3: Classification of Analytical Chemistry	
		Task 4: The Analytical Process	
		Task 5: SI units	
Errors and Data Treatment	Errors	Task 1: Types of Errors	6
		Task 2: Accuracy and Precision	
		Task 3: Methods of Expressing Accuracy	
		Task 4: Methods of Expressing Precision	
	Data Treatment	Task 1: Significant Figures	
		Task 2: Computation Rules	
		Task 3: Rejection of Outliers	
		Task 4: Processing and Analysis of Experimental Results	
Fundamentals of Titrimetric Analysis	Basic Theory of Titration Analysis	Task 1: Concepts Related to Titrimetric Analysis	8
		Task 2: Classification of Titration Methods	
		Task 3: Stoichiometric Relationships in Titrimetry	
		Task 4: Acids, Bases and pH	
	Basic Skills in Titration Analysis	Task 1: Mass Measurement Techniques	
		Task 2: Volume Measurement Techniques	
		Task 3: Determination of pH	

(待续)

(续表1)

模块	项目	任务	学时
Titrimetric Analysis	Acid-base Titrations	Task 1: Preparation of Standard Solutions	14
		Task 2: Titration curves	
		Task 3: Acid-Base Indicators	
		Task 4: Preparation of Hydrochloric Acid Standard Solution and Determination of Industrial Formaldehyde Content	
		Task 5: Preparation of Sodium Hydroxide Standard Solution and Determination of Acetic Acid Content for Industrial Use	
	Complexometric Titrations	Task 1: Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and Its Coordination Reaction	
		Task 2: pH Effects on Titration	
		Task 3: Metallochromic Indicators	
		Task 4: Preparation of EDTA Standard Solution and Continuous Determination of $\text{Bi}^{3+}$ and $\text{Pb}^{2+}$ Content	
	Redox Titrations	Task 1: Redox Reaction	
		Task 2: Redox Titration Curves and Indicators	
		Task 3: Preparation of $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ Standard Solution and Determination of $\text{Fe}^{2+}$ Content	
Ultraviolet and Visible Spectrophotometry	Principles of UV-Vis Spectrophotometry	Task 1: Absorption Spectra	6
		Task 2: Beer-Lambert Law	
		Task 3: Display Reactions	
	Experimental Techniques in UV-Vis Spectrophotometry	Task 1: Instrument Structure and Operation Methods	
		Task 2: Optimization of Experimental Conditions	
		Task 3: Determination of Trace Iron Using Spectrophotometry with <i>O</i> -Diazophenanthrene	
Gas Chromatography (GC)	Principles of Gas Chromatography	Task 1: Chromatograms and Terminology	8
		Task 2: Column Efficiency and Separation Degree	
		Task 3: Optimization Methods for Separation Conditions	
		Task 4: Quantitative Analytical Methods	
	Experimental Techniques in GC	Task 1: Basic Structure and Operation Methods of GC	
		Task 2: Determination of Benzene Series Compounds	
High Performance Liquid Chromatography (HPLC)	Principles of HPLC	Task 1: Stationary Phase and Mobile Phase in Liquid Chromatography	6
		Task 2: Optimization Methods for Separation Conditions	
	Experimental Techniques in HPLC	Task 1: Basic Structure and Operation Methods of High Performance Liquid Chromatography	
		Task 2: Analysis of <i>p</i> -Hydroxybenzoate Mixtures	

在理实一体的模块化教学模式中,理论知识与实验操作紧密融合。学生在掌握理论知识的同时,能够直观地了解这些知识在实际中的应用方式。这种教学方法将抽象的理论与具体的实践活动相融合,使学习过程更加丰富和有趣,有助于激发学生的主动性和积极性。同时,理实一体的模块化教学加强了理论与实践的联系,有助于学生深入理解和掌握知识,提升他们对技能的重视程度,并增

强解决实际问题的能力。此外,在这种教学模式下,许多任务通常需要通过小组合作来完成,这对培养学生的团队协作、沟通交流和创新思维等职业素养具有重要意义。

## 2.2 优化教学方式<sup>[2]</sup>, 实行混合式教学

我国的教育体系更多地采用传统的讲授式课堂,教师通过讲解和演示等方法向学生传授知识。讲授式教学有助于学生在短时间内获取大量信息,对于专业知识的系统化学习更高效,但同时也存在以下缺点:(1) 学生主要是被动接受知识,缺乏主动参与和互动的机会,可能导致学习兴趣下降。(2) 在教学过程中难以照顾到每个学生的不同学习需求和进度,容易造成部分学生跟不上或感到无聊。(3) 单纯依赖听讲和笔记,学生对知识的记忆和理解可能不够深刻。

相比之下,文莱留学生的教育背景则更倾向于翻转式教学<sup>[3]</sup>。在这种模式中,教师会在课前提供丰富的学习材料,如微课(图2(a))、仿真(图2(b))、视频、动画等。引导学生提前自学。课堂上,教师通常会提出问题,组织学生进行互动讨论。在小组讨论中,学生积极参与、畅所欲言,教师则适时介入、解答疑惑,最终帮助学生解决问题。但翻转式教学模式课堂教学组织和管理难度较高,各小组的进度很难一致,常常导致教学内容不能按计划完成。

根据IBTE项目的人才培养目标,结合文莱留学生的学习特点,我们采用讲授式和翻转式相结合的混合式教学模式,旨在充分发挥两种教学方式的优势,提高教学效果和学生的学习体验。课程开始时,让学生自由分组,每组3-4人。每次课前,教师会发布形式多样的学习资料,帮助学生自主学习基础知识。在课堂教学中,教师首先通过讲授法讲解关键概念和重难点内容,并在讲授过程通过案例分析、视频、仿真、动画等方式,帮助学生更好地理解和应用知识。讲授结束后,教师通过课堂小测验、头脑风暴等方式,及时了解学生的学习情况,对学生的难点给予及时反馈和指导<sup>[4]</sup>。每个模块学习结束后,组织小组讨论,鼓励学生自主梳理知识点并绘制思维导图,自主分析评价项目实验结果,鼓励各组分享学习成果,提出问题,进行互动交流。



图2 教学资源

(a) 滴定分析微课; (b) HPLC仪器结构虚拟仿真

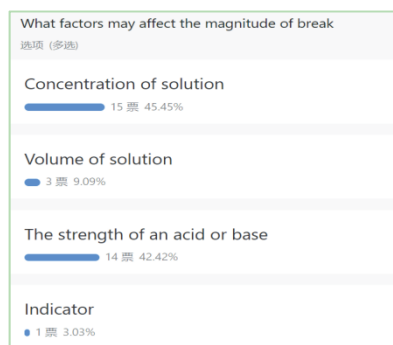
混合式教学模式通过丰富的学习资源和多样化的教学方法,能够有效激发学生的学习兴趣 and 积极性。通过小组合作和讨论,不仅培养了学生的团队合作和沟通交流能力,还提升了他们的批判性思维。这种教学模式使课堂教学既高效有序,又充满趣味性和挑战性,从而显著增强了文莱留学生的学习体验感和课堂充实感。

## 2.3 完善评价机制, 保障教学质量

在文莱留学生分析化学课程教学中,采用多种评价方式,以全面评估学生的学习效果。对理论知识,采用“课堂表现+线上测试+小组作业+试卷考核”的方式进行评价。对实践技能,采用“课堂表现+技能考核+实训报告”的方式进行评价。这种多元化的评价机制为保障教学质量提供了强有力的支持,并具有以下特点。

### 2.3.1 及时反馈与评价

“线上测试”和“技能考核”的作用是及时反馈。教师在讲授完主要知识点后，通过在线平台发布课堂小测试，能够及时了解学生的掌握情况，从而调整教学策略，针对学生的学习难点进行讨论分析和强化巩固。在项目实验中，教师会根据技能评分表对学生的操作规范性进行评分，并及时总结学生的常见错误，并进行纠正。这种方式确保了学生能够及时获得反馈，及时改进学习方法。



(a)

Items	Matters need attention	Score
Leakage check	2 mins 180°	1
Rinse the burette	5 ~ 10 mL, level, turn, flow from pointed part for a while. 3 times	1
Add the solution	Tilt the burette and reagent bottle, 1-2cm higher than the zero line Degassing bubble	1
Adjust zero	The liquid level of solution is tangent to zero line	1
Titration	Fast drop, slow drop 1/4 drop	1
Read the volume	30s Keep vertical Line of sight level with the lowest point of the liquid	1

(b)

图3 及时评价方式

(a) 线上测试; (b) 技能考核

### 2.3.2 综合考查与评价

“小组作业”和“实训报告”的作用在于综合考查学生的阶段学习成果，进行全面评估。例如，在评价学生对第二模块“Errors and Data Treatment” (表1)的掌握情况时，学生的小组作业是“重铬酸钾测定二价铁含量”的实训报告计算练习。作业提供了滴定分析的原始数据和各项数据之间的计算关系式，学生需要根据这些信息完成整个报告的计算。这项作业不仅能够综合考查学生对有效数字运算规则和修约、化学计量关系、精密度和准确度等内容的理解与掌握，还能帮助学生了解这些知识在具体实践中的应用，提升实验结果处理与分析的规范性和准确性。

在理实一体的模块化教学模式下，每个项目实验的实训报告不仅能展示学生对技能操作的熟练程度，还能反映出他们对模块理论知识的掌握情况。通过这种综合评价方式，教师能够全面了解学生对内容的掌握深度，从而有针对性地进行强化和巩固。

Table 1. Weighing of reference reagents		1	
Item:	Test Repetition		
Weight of Potassium Dichromate	Mass before pouring the sample/g	A	
	Mass after pouring the sample/g	B	
	Weight of Potassium Dichromate/g	C=A-B	
Volumetric Calibration of Volumetric Flasks	Specification	250mL	25mL, 1mL
	Marked Volume/mL	D	G, G <sub>1</sub>
	Corrected Value/mL	E=F-D	H=I-G, G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>
	Actual Volume/mL	F	I, I <sub>1</sub>

Table 2. Determination of iron samples		1	2	3	Blank
Item:	Test Repetition				
Concentration of Potassium Dichromate Solution c(K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) (mol/L)					
$c = \frac{m}{V \times 49.03} \times 10^{-3}$					
Determination of iron sample:	Initial Burette Reading/mL	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>
	Burette End Reading/mL	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>
	Strait volume/mL	M=L <sub>1</sub> -K <sub>1</sub>	M=L <sub>2</sub> -K <sub>2</sub>	M=L <sub>3</sub> -K <sub>3</sub>	M=L <sub>4</sub> -K <sub>4</sub>
	Volume Correction/mL	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>
	The Actual Titrant Volume/mL	R=M <sub>1</sub> +N <sub>1</sub>	R=M <sub>2</sub> +N <sub>2</sub>	R=M <sub>3</sub> +N <sub>3</sub>	R=M <sub>4</sub> +N <sub>4</sub>
	The volume consumed by deionized water/mL	$S = R_{10} \times \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}{3}$			
	c (Fe <sup>2+</sup> ) (mol/L)	$T_1 = \frac{c \times V_0 \times (R_1 - S)}{V_1}$	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
	$\bar{c}$ (Fe <sup>2+</sup> ) (mol/L)	④			
	Relative Range/%	⑤			

Table 1. Weighing of reference reagents		1	
Item:	Test Repetition		
Weight of Potassium Dichromate	Mass before pouring the sample/g	33.4970	
	Mass after pouring the sample/g	32.8894	
	Weight of Potassium Dichromate/g		
Volumetric Calibration of Volumetric Flasks	Specification	250mL	25mL, 1.00
	Marked Volume/mL	250.00	25.00
	Corrected Value/mL		
	Actual Volume/mL	249.56	24.975

Table 2. Determination of iron samples		1	2	3	Blank
Item:	Test Repetition				
Concentration of Potassium Dichromate Solution c(K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) (mol/L)					
Initial Burette Reading/mL					
Burette End Reading/mL					
Strait volume/mL					
Volume Correction/mL					
The Actual Titrant Volume/mL					
The volume consumed by deionized water/mL					
c (Fe <sup>2+</sup> ) (mol/L)					
$\bar{c}$ (Fe <sup>2+</sup> ) (mol/L)					
Relative Range/%					

图4 小组作业——实训报告计算练习

### 2.3.3 多层次多角度考查与评价

在文莱留学生分析化学课程教学中,通过“课堂表现”评价学生的课堂积极性和纪律性,通过“线上测试”和“技能考核”考查学生对基础知识和基本技能的掌握,通过“小组作业”和“实训报告”考查学生对理论知识和实验项目的深入理解,最后通过试卷考核评价学生对课程的整体掌握情况。通过这种多层次、多角度的评价体系,一方面能激发学生的学习兴趣 and 主动性,提升学生学习的能力,另一方面教师能够全面了解学生在各个方面的学习进展,确保教学效果<sup>[5]</sup>。

表2 分析化学课程成绩构成

评价方式	次数	成绩占比
课堂表现	—	10%
在线测试	21	10%
小组作业	6	10%
技能考核	6	10%
实训项目	11	20%
期末考试	1	40%

## 3 结语

我校分析团队针对IBTE项目的人才培养需求和文莱留学生的学习特点,通过创新教学模式、优化教学方式、完善评价机制,建立了具有职业教育特色的理实一体化分析化学国际化课程<sup>[6]</sup>。在过去5年内,我们成功完成了IBTE项目5批文莱留学生的分析化学课程教学任务。经过5年实践与优化提升,学生的平均成绩也逐渐提升并保持稳定。

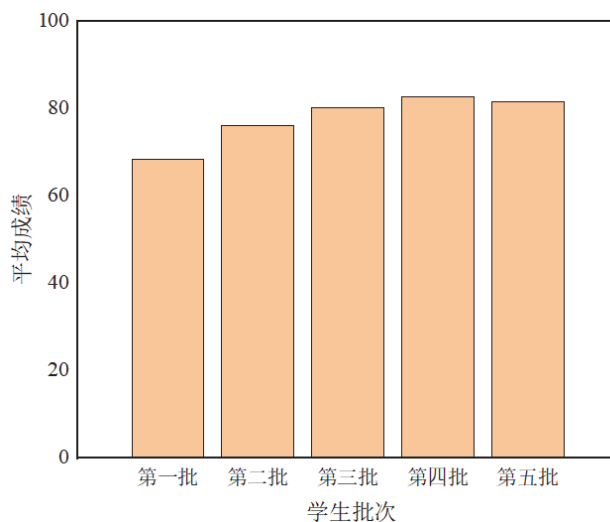


图5 文莱留学生分析化学课程平均成绩

分析化学课程不仅提升了文莱留学生的分析专业技能和综合素质,也得到了恒逸实业(文莱)有限公司的高度肯定。目前,兰州石化职业技术大学与恒逸实业(文莱)有限公司继续深化合作,在文莱开展境外办学项目(PB)。工业分析技术专业是PB项目的境外办学专业之一。我校分析团队为PB项目制订了工业分析专业的人才培养方案和课程标准,实现了教学标准的国际化输出。此外,团队经过精心整理和编写,出版了《化学分析(中英文对照版)》和《仪器分析(中英文对照版)》两本双语教材,为其他高校的留学生分析化学教学提供参考。

参 考 文 献

- [1] 鲁鹏, 吴敏, 王志伟, 田霄飞, 安巧芝. 包装工程, **2022**, *43* (S2), 24.
- [2] 田沛, 段廷玉, 李春杰, 李彦忠, 俞斌华, 袁明龙, 张兴旭, 宋秋艳, 古丽君, 夏超, 等. 草业科学, **2020**, *37* (5), 1010.
- [3] 项舟洋, 高文花, 任俊莉. 化工高等教育, **2024**, *41* (5), 58.
- [4] 林培玲, 肖春辉, 白艳红, 唐玉海, 张向荣. 化学教育(中英文), **2021**, *42* (20), 91.
- [5] 蒋将. 中国油脂, **2021**, *46* (11), 158.
- [6] 杨媛, 张剑, 双少敏. 大学化学, **2025**, *40* (5), 238.