

# 提取植物色素制作酸碱试纸的学生课外探究活动

张铭宣, 王雯钰, 薛嘉浩, 张月娟, 于婷乔, 刘艺芳\*

北京农业职业学院通识教育学院, 北京

收稿日期: 2025年4月29日; 录用日期: 2025年7月6日; 发布日期: 2025年7月14日

## 摘要

为满足高端技术技能人才贯通培养试验项目学生的知识学习与能力提升需求, 文章设计和探究了以植物为原材料制备酸碱指示剂的实验。该实验以酒精为提取剂, 从生活中常见的蔬菜、鲜花里提取色素, 以此制备酸碱指示剂, 并检测色素提取液在不同pH溶液中的变色情况, 以及对常见酸、碱溶液的显色效果。研究发现, 紫甘蓝、紫色康乃馨和红玫瑰的色素提取液指示效果较为理想, 适合用作酸碱指示剂。因此, 选取效果较好的紫甘蓝和红玫瑰色素提取液制备酸碱试纸, 并探究色素提取液种类、试纸类型和烘干方式对试纸显色效果的影响, 得到了令人满意的结果。通过色素提取实验, 学生有效掌握了科学知识, 显著提升了学生的实验技能与科学合作探究能力, 促进学生树立严谨的科学态度。本研究为相关领域的教学实践提供了有益参考。

## 关键词

植物色素, 酸碱指示剂, 试纸, 学生探究

# Student Extracurricular Exploration Activities on Making Acid-Base Test Paper with Plant Pigment

Mingxuan Zhang, Wenyi Wang, Jiahao Xue, Yuejuan Zhang, Tingqiao Yu, Yifang Liu\*

General Education College, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing

Received: Apr. 29<sup>th</sup>, 2025; accepted: Jul. 6<sup>th</sup>, 2025; published: Jul. 14<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

To meet the knowledge acquisition and skill enhancement needs of students in the pilot project for

\*通讯作者。

文章引用: 张铭宣, 王雯钰, 薛嘉浩, 张月娟, 于婷乔, 刘艺芳. 提取植物色素制作酸碱试纸的学生课外探究活动[J]. 林业世界, 2025, 14(3): 376-384. DOI: 10.12677/wjf.2025.143046

training high-end technical and skilled talents in our college, an experiment was designed and explored to prepare acid-base indicators using plants as raw materials. Using alcohol as the extraction solvent, pigments were extracted from common vegetables and flowers in daily life to prepare acid-base indicators. The color changes of the pigment extracts in solutions of different pH levels, as well as their color reactions to common acidic and alkaline solutions, were tested. The study found that the pigment extracts from purple cabbage, purple carnations, and red roses exhibited ideal indicator effects, making them suitable for use as acid-base indicators. The more effective extracts from purple cabbage and red roses were selected to prepare acid-base test strips. The influences of the type of pigment extract, the type of test paper, and the drying method on the color reaction of the test strips were investigated, yielding satisfactory results. Through the pigment extraction experiment, students effectively mastered scientific knowledge, significantly improved their experimental skills and collaborative scientific inquiry abilities, and developed a rigorous scientific attitude. This study provides valuable references for teaching practices in related fields.

## Keywords

Plant Pigment, Acid-Base Indicator, Test Paper, Student Inquiry

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

酸碱指示剂是指根据其颜色的变化来指示溶液 pH 值的物质,一般为有机弱酸或弱碱[1],其共轭酸碱具有不同的结构[2],当溶液的 pH 发生改变时,共轭酸碱结构相互发生转变,从而引起溶液的颜色发生改变[3],常用的酸碱指示剂有酚酞、石蕊、甲基橙等[4]。自然界中有些植物的根、叶、花、果实及皮中含有植物色素,采用一定的方法将色素提取出来,可作为酸碱指示剂的应用[5]。不同材料制备酸碱指示剂时其最佳提取溶剂和保质期不同[2],有研究者对花瓣提取液指示剂热稳定性进行了探究并与合成指示剂做了应用比较[6],色素大规模提取困难,设计实验对紫甘蓝色素提取工艺进行优化,并制备 pH 试纸探索其应用可能性[7]。本研究在其基础上对比研究了一些条件参数对色素 pH 试纸效果的影响。

本研究带领着学生以生活中一些常见的花卉和蔬菜为原料,提取其有机色素进行实验探究,加深学生对酸、碱及指示剂的认知[8]。我们利用其作为酸碱指示剂在不同 pH 值系列溶液中进行了系统的测试,观察显色情况,并测试了提取液对常见酸碱盐溶液的显色效果,为后续研究提供依据。植物色素提取液作为酸碱指示剂,不易保存和携带,因此在此基础上,选取显色指示效果好的提取液进行 pH 试纸制作,其为研究方便存储及使用的试纸。然后对影响色素 pH 试纸优良的几点因素进行探究,包括效果较好的色素提取液、合适的滤纸类型和干燥方式等。最后优化制作条件,制作出一套色素酸碱试纸,并测试了该试纸对不同 pH 值系列溶液的指示情况。

在基础教育的课程改革的进程中,科学探究与研究性学习已成为推动教学方式变革的重要突破口[3]。作为以实验为基础的自然学科,生物学与化学在农职院高端技术技能人才贯通培养项目中占据重要地位。实验探究不仅是基础课程的核心内容,更是培养学生主动获取知识、提高其分析问题及解决问题的关键实践环节[5]。值得注意的是,该项目学生升入专业教育阶段后,多选择食品安全检测技术、生物应用技术和动物医学等专业,这些专业领域均以生物化学知识为基石,其中实验探究能力尤为重要。本研究设计“植物色素提取与酸碱试纸制备”的探究课题,通过多阶段实验:首先筛选适宜的植物原料,系统探究植物酸碱指示剂的制备工艺;继而建立指示剂 pH 值与显色变化的对应关系;最终优化条件指导学生自

制色素试纸。该实践使学生加深了对溶液酸碱性的认识,掌握了一些基础实验原理和方法,系统训练了学生科学探究过程,培养了学生勇于探究和实事求是的科学态度[1]。研究表明,基于真实科研情境的探究式学习能有效激发学生的探究兴趣与创新思维[10],显著提升其实践能力与科学素养。

## 2. 材料和方法

### 2.1. 探究活动安排

2024年6月~11月,北京农业职业学院北苑校区化学实验室,高端技术技能人才贯通培养试验项目二年级学生3人,指导教师2人。

### 2.2. 材料、试剂和仪器

实验材料:选取新鲜紫甘蓝[7]、红玫瑰[6]、紫康乃馨、百合、幸福花等。

实验试剂:乙酸、无水乙醇、盐酸、氢氧化钠、氨水、蒸馏水,均为国产分析纯,蒸馏水均为二重蒸馏水。

实验仪器:研钵、胶头滴管、滤纸、纱布、量筒、容量瓶、玻璃棒、点滴板、试剂瓶、移液枪。

### 2.3. 探究方法

#### 2.3.1. 提取植物色素

学生准确称取紫甘蓝、红玫瑰花瓣3克,用蒸馏水将花瓣清洗干净,用滤纸擦干水分,剪成大小适合的碎片,然后放入干净的研钵中,倒入15 mL的50%无水乙醇,浸泡30 min,期间不断研磨,然后用纱布过滤[11],取滤液作为指示剂备选液。

#### 2.3.2. 制备植物色素酸碱试纸

把几种不同类型的纸剪成1 cm宽的长条状,把纸条浸到制备好的指示剂中浸泡一定时间,然后取出放入培养皿中,采取不同方式弄干纸条[12],见表1。注意弄干试纸的地方一定要没有酸、碱或其他可能影响试纸和其效力的挥发物。然后将做好的试纸放在密闭的容器里。

Table 1. Factors of pH test paper exploration parameter table  
表 1. pH 试纸探究因素参数表

试纸类型	干燥方式
定性滤纸	阴干
定量滤纸	烘干
复印纸	

#### 2.3.3. pH 系列溶液的配制

取出洁净干燥的试剂瓶,依次写上pH值(1~14),学生用容量瓶根据表2的配制方法[11]配制pH值为1~14的溶液,将配制好的系列pH值溶液分别装入做好标记的50 mL试剂瓶中备用。

#### 2.3.4. 自制色素酸碱指示剂的应用

1) 自制植物色素指示剂在不同pH条件下的显色情况

取干净且干燥的白色点滴板,编号排放,在点滴板的孔中,依次滴入pH值1~14系列溶液各200微升,然后向每一孔穴中滴入100微升同一色素提取液,最后一个空穴中只滴入100微升同一色素提取液,用细玻璃棒搅拌,搅拌顺序为:从pH值7~1,洗净玻璃棒,再从pH值8~14,观察溶液颜色变化,选取显

色指示效果好的提取液进行后续试验。

**Table 2.** Preparation of pH series solutions

**表 2.** pH 系列溶液的配制

量取所需溶液的毫升数(浓度均为 1 mol/L)					
NaOH	NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	CH <sub>3</sub> COOH	HCl	H <sub>2</sub> O	pH 值
			2	18	1
			0.2	19.8	2
		1.2		18.8	3
2.6		17.4			4
7.8		12.2			5
9.8		10.2			6
	10	10			7
	10.2		9.8		8
	12.2		7.8		9
	17.4		2.6		10
	1.2			18.8	11
0.2				19.8	12
2				18	13
20					14

## 2) 自制植物色素指示剂在常用酸碱溶液中的显色情况

氢氧化钠、盐酸、醋酸和氨水都是常用的酸和碱，在白色点滴板的孔穴中分别滴入 0.1 mol/L 盐酸、0.1 mol/L 氢氧化钠、0.1 mol/L 醋酸和 0.1 mol/L 氨水各 200 微升，再滴入 100 微升自制植物指示剂，观察溶液显色情况。

### 2.3.5. 自制色素酸碱试纸的应用

#### 1) 自制色素酸碱试纸检测系列 pH 溶液

取制好的同一色素酸碱试纸编号排列，分别滴加 pH 值 1~14 系列溶液各 1 滴，然后记录试纸的颜色变化，制作一套色素酸碱试纸。

#### 2) 自制色素酸碱试纸对常用酸碱盐溶液的指示情况

盐酸、醋酸、氨水、氢氧化钠都是常用的酸和碱，将上述药品分别配成 0.1 mol/L 的溶液，取制好的同一色素酸碱试纸编号排列，依次滴加上述溶液，学生观察并记录试纸的颜色变化。

## 3. 探究结果与分析

### 3.1. 自制植物色素指示剂在不同 pH 条件下的显色情况

取新干燥的点滴板编号排放，并在点滴板 14 个孔中分别滴入 pH 值 1~14 系列溶液各 200 微升，再

向每一孔穴中滴入 100 微升同一色素提取液，用细玻璃棒按顺序轻轻搅拌，观察溶液颜色变化。将颜色与中国色卡进行比对，记录颜色名称。图 1 分别依次记录了百合、幸福花、紫色康乃馨、红玫瑰、紫甘蓝植物色素提取液的显色情况。

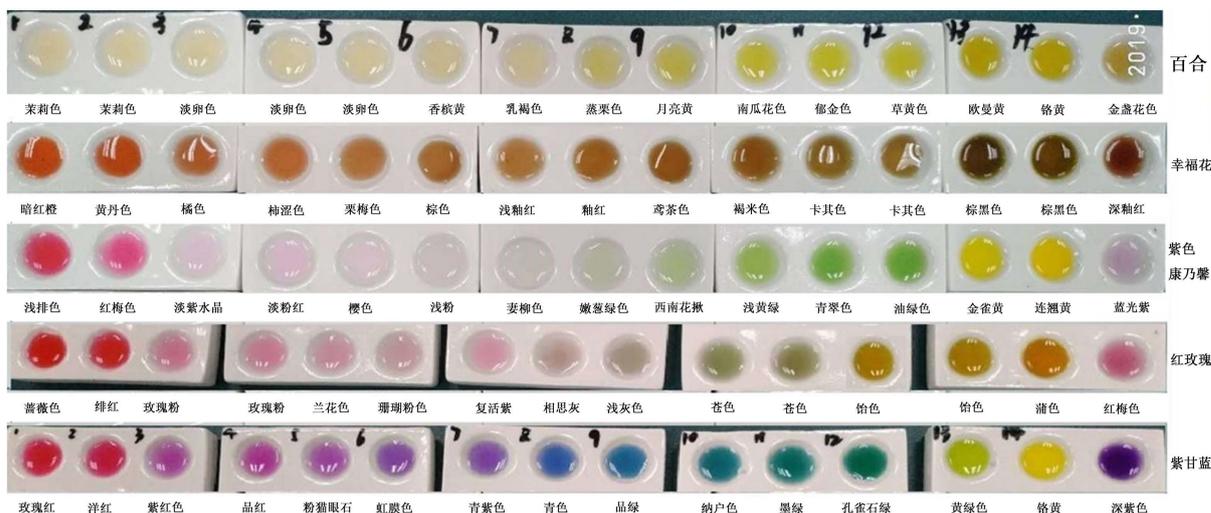


Figure 1. Color of pigment extract in pH 1~14 solution

图 1. 色素提取液在 pH 1~14 溶液中的颜色情况

从图 1 得知，用酒精提取的百合花、幸福花、紫色康乃馨、红玫瑰、紫甘蓝色素原液依次呈现金盏花色、深釉红色和深紫色。从幸福花提取的色素在 pH 1~14 溶液中的颜色与原液颜色相差不大，颜色变化不明显，作为指示剂效果很差；从百合提取的色素在 pH 1~14 溶液中的颜色总体呈现黄色系，在酸性溶液中颜色较浅，在碱性溶液中颜色稍深，颜色变化不明显，作为指示剂效果一般；紫色康乃馨提取的色素在一定 pH 值范围内都呈现不同的颜色，酸性溶液中颜色为粉红色系，碱性溶液中为绿、黄色系，而且中间颜色稍有突变，现象较为明显，做指示剂效果较好；从红玫瑰提取的色素在一定 pH 值范围内都呈现不同的颜色，酸性溶液中颜色为红色系，碱性溶液中为黄色系，而且中间出现颜色突变，现象明显，做指示剂效果较好；从紫甘蓝提取的色素指示剂在 pH 1~14 溶液中呈现不同的颜色，酸性溶液中颜色为红色、紫色系，碱性溶液中为绿色、黄色系，而且中间出现颜色突变，现象明显，做指示剂效果很好。对比实验结果，紫甘蓝色素提取液和红玫瑰色素提取液在 pH 系列溶液中的颜色指示效果较好，且紫甘蓝色素提取液的指示效果要优于红玫瑰的色素提取液。

### 3.2. 自制植物色素指示剂在常用酸碱溶液中的显色情况

取新干燥的点滴板，并在点滴板孔中依次滴入 0.1 mol/L 盐酸、0.1 mol/L 氢氧化钠、0.1 mol/L 醋酸和 0.1 mol/L 氨水各 200 微升，再滴入 100 微升自制植物色素酸碱指示剂，观察它们在常温下的显色情况，将颜色与中国色卡进行比对，记录颜色名称。图 2 记录了几种植物色素在常见酸碱溶液中的显色情况。

从图 2 得知，盐酸、醋酸、氨水和氢氧化钠溶液，其 pH 值依盐酸、醋酸、氨水、氢氧化钠逐渐增大 [1]，从图 2 中可以看出，这些色素酸碱指示剂在这些常见的酸碱溶液中的显色状况和图 1 所显示的基本一致。百合花及幸福花的色素提取液在盐酸、醋酸、氨水和氢氧化钠溶液中颜色没有明显的变化，不能区分开酸碱盐；紫色康乃馨、红玫瑰、紫甘蓝的色素提取液在盐酸、醋酸、氨水和氢氧化钠溶液中都呈现不同的颜色，作为酸碱指示剂效果较好。

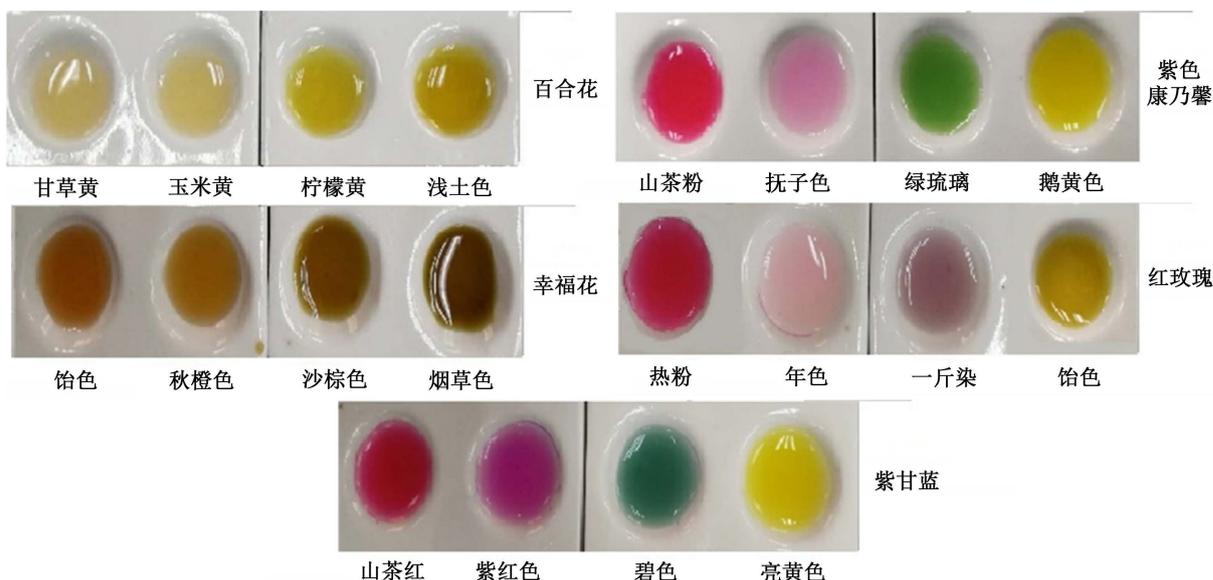


Figure 2. Color of self-made acid-base indicator in common acid-base solution

图 2. 自制酸碱指示剂在常见酸碱溶液中的颜色情况

百合花、幸福花、紫色康乃馨、红玫瑰、紫甘蓝含有一定的植物色素，用 50% 的酒精将色素提取出来，作为酸碱指示剂，然后检测了色素提取液在不同 pH 溶液中的变色情况，结果如图 1 所示，发现紫甘蓝的色素提取液的指示效果最好，在不同的 pH 溶液中颜色变化明显，其次是红玫瑰、紫色康乃馨的色素提取液，在 pH 系列溶液中颜色变化较明显，其中红玫瑰的色素提取液的指示效果优于紫色康乃馨的色素提取液；百合花、幸福花的色素提取液的指示效果最差，在不同的 pH 溶液中颜色没有明显的变化。在此基础上，又检测了色素指示剂对常见酸碱溶液的显色情况，图 2 显示结果和图 1 所显示的基本一致，百合花及幸福花的色素提取液不能区分开这几种常见的酸碱盐，紫色康乃馨、红玫瑰、紫甘蓝的色素提取液可以根据显现出的颜色区分开这几种盐。综上，选取效果较好的红玫瑰、紫甘蓝色素提取液去制备酸碱试纸。

### 3.3. 色素酸碱试纸检测系列 pH 溶液

取分别经过红玫瑰色素提取液和紫甘蓝色素提取液浸泡后，并采取不同方式已经干燥好的试纸，将其编号排列，分别滴加 pH 值 1~14 系列溶液各 1 滴，观察并记录颜色变化，结果如图 3 所示。

根据图 1、图 2 的实验结果，选取了显色效果较好的红玫瑰、紫甘蓝色素提取液去浸泡试纸，其中紫甘蓝色素提取液在 pH 系列溶液中的颜色指示效果要优于红玫瑰的色素提取液，但是观察试纸的显色结果发现，红玫瑰色素提取液浸泡的试纸酸碱指示效果要优于紫甘蓝色素提取液浸泡试纸的显色效果，红玫瑰色素浸泡的复印纸、定性试纸和定量试纸滴加 pH 系列溶液后整体显色都比紫甘蓝色素提取液浸泡的试纸更明显，且不论采取何种试纸、何种干燥方式，红玫瑰色素试纸一定 pH 值范围内都呈现不同的颜色，且颜色变化比紫甘蓝色素试纸突出，可见相比两种色素试纸，红玫瑰色素更适用于制备酸碱试纸。

本研究选取了三种类型的纸(复印纸、定性滤纸、定量滤纸)来做酸碱试纸研究，对比所有试纸显色结果发现，其中复印纸的效果最差，因其吸水效果最差，滴加 pH 系列溶液后，溶液呈水滴状并没有渗透到试纸中，所以显色很不明显，也不利于颜色观察，由此可见不适合用复印纸制备酸碱试纸；滴加 pH 1~14 溶液到定量试纸和定性试纸后，溶液很好地渗透到试纸中，在一定 pH 值范围内都呈现不同颜

色,且中间有颜色突变,适合用其去制备酸碱试纸,其中,紫甘蓝色素定性和定量试纸总体颜色从 pH 1~14 依次呈现浅粉-蓝绿-黄的变化,且紫甘蓝色素两种试纸颜色变化相似,显色效果区别不大,红玫瑰色素试纸颜色对酸性、中性、碱性溶液依次呈现粉红-浅粉-紫-蓝-绿-黄的变化,变化比紫甘蓝色素试纸突出,但红玫瑰色素的两种试纸显色效果区别并不大,因此定性滤纸和定量滤纸都较适合进行制备酸碱试纸的研究。



**Figure 3.** Color of pH 1~14 solution with self-made acid base test paper

**图 3.** 自制酸碱试纸对 pH 1~14 溶液的颜色情况

本文选取了两种干燥试纸的方法,一种置于室温自然阴干,一种置于烘干箱中烘干,经过自然阴干的紫甘蓝色素试纸对 pH 1~8 溶液颜色变化不显著,对碱性溶液显黄色,可以鉴别出碱性溶液,无法鉴别酸性和中性溶液,而烘干的紫甘蓝色素试纸,对酸性溶液显浅粉色,中性溶液显紫色,碱性溶液显绿、黄色,可以较好地地区别开酸碱溶液,因此对于紫甘蓝色素试纸采取烘干方式更为合适。自然阴干和烘干

的红玫瑰色素试纸对 pH 1~2 溶液显粉色, pH 3~5 显淡粉色, pH 6~8 显紫色, pH 9 显蓝紫色, pH 10~11 显蓝绿色, pH 12~14 显黄色, 两种试纸都可以很好地区别开酸碱溶液, 因此对于红玫瑰色素试纸采取烘干或阴干方式都可以。

#### 4. 结论

本文用酒精对百合花、幸福花、紫色康乃馨、红玫瑰、紫甘蓝提取出色素, 检测了色素提取液在系列 pH 溶液中的变色情况, 结果发现紫甘蓝、红玫瑰色素提取液的指示效果较好, 适合作为酸碱指示剂, 其中紫甘蓝色素提取液的指示效果好于红玫瑰色素提取液, 并测试了上述两种色素提取液对常用酸碱溶液中的显色情况, 结果保持一致。然后选取紫甘蓝、红玫瑰色素提取液制备酸碱试纸, 探究了色素提取液种类、试纸类型、烘干方式对自制酸碱试纸显色效果的影响, 结果发现红玫瑰色素提取液制备的酸碱试纸显色效果优于紫甘蓝色素提取液, 采用定性滤纸或定量滤纸对试纸检测酸碱溶液的效果没有影响, 紫甘蓝色素试纸更适合采取烘干方式, 而用红玫瑰色素提取液制作酸碱试纸时, 既可以采取自然阴干也可以用烘干的方式。

植物色素试纸的优势在于天然环保、低成本, 但还有一些方面需进一步提升。研究发现多数植物色素的变色区间较窄, 后续应筛选更多植物来研究其混合色素的协同变色效应; 天然色素受多因素影响稳定性差, 可考虑添加抗氧化剂或包埋技术, 延长植物色素试纸的保质期; 天然指示剂对低浓度酸碱变化不太明显, 未来可结合纳米材料或光学技术增强显色灵敏度, 推动天然试纸向高精度、多功能方向发展。

本探究活动分阶段地探索了植物酸碱指示剂的制备及植物酸碱指示剂 pH 值和颜色之间的变化关系, 并优化条件引导学生自制色素酸碱试纸。通过以实验探究为主的活动, 激发了学生的学习兴趣, 并且学生的学习方式有所转变[13], 开始以自我探索的方式更有效地去掌握知识, 对一些生物或化学实验的基本原理和方法有了更深刻的理解, 在这个过程中, 学生的实验操作技能及协作探究能力都得到了提升[14]。学生通过明确研究任务、查阅资料、实践操作, 体验了科学研究规范、求真、合作的科研精神, 提高了面对复杂情境时分析解决问题的能力[15]。学院通过这项探究活动培养了学生专业性思维和学科素养, 对后续本院贯通学生进行探究性学习有一定的指导意义。

#### 参考文献

- [1] 汪金虹, 李学强, 王会平. 用红心萝卜提取酸碱指示剂的研究[J]. 实验教学与仪器, 2018, 35(12): 42-44.
- [2] 吴云英, 徐浚芯, 朱玉芳, 等. 自制酸碱指示剂最佳指示效果的研究[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2022, 40(4): 15-22.
- [3] 罗先平, 陶鹏, 冯华荣. 化学教学中研究性学习的探索——自制植物酸碱指示剂及其变色范围的测试[J]. 高等函授学报: 自然科学版, 2004, 17(4): 35-39.
- [4] 郝玉娇, 朱启红. 植物色素制取酸碱指示剂的研究[J]. 重庆高教研究, 2010(6): 49-51.
- [5] 陈仕学, 张燊, 李奉仙. 超声波提取植物色素及酸碱指示剂的应用[J]. 广州化工, 2011, 39(17): 70-72.
- [6] 李耀仓, 马红霞, 金曾, 等. 花瓣提取液用作酸碱指示剂的探究[J]. 广州化工, 2018, 46(1): 107-109.
- [7] 白晓菲, 梁东明, 张艳红, 等. 紫甘蓝色素提取工艺优化及其酸碱指示剂性质[J]. 食品工业, 2022, 43(4): 67-71.
- [8] 杨凤娇, 王瑛, 陈娜, 等. 项目式教学在实验探究中的应用——以生活中的酸碱指示剂为例[J]. 云南化工, 2024, 51(5): 208-210.
- [9] 陈世廷. 探究式学习在高中化学教学中的应用策略[J]. 中国教育学刊, 2018(S1): 113-115.
- [10] 秦丽芳, 刘德明. 茶汁果汁菜汁花汁酸碱指示剂的制备和研究[J]. 洛阳师范学院学报, 2018(2): 26-29.
- [11] 王寿红. 几种植物色素作为酸碱指示剂的研究[J]. 北京教育学院学报(自然科学版), 2008(3): 29-33+45.
- [12] 吴晓红, 马英, 康志宁, 等. 利用黑枸杞自制酸碱指示剂的趣味化实验设计[J]. 教育与装备研究, 2018, 34(6): 82-84.

- [13] 七林竹玛, 李曼弯, 杨艳华, 等. 探究式学习培养初中生化学核心素养——以花瓣色素制取植物酸碱指示剂为例[J]. 云南化工, 2022, 49(6): 97-100.
- [14] 刘艺芳, 张月娟. “趣味生命科学”选修课的设计与实践[J]. 北京农业职业学院学报, 2019, 33(4): 85-90.
- [15] 孙艳涛, 陈升钰, 杨倩, 等. 基于STEAM理念制作环保再生纸与紫甘蓝pH试纸[J]. 中国现代教育装备, 2025(8): 20-23.