

# 新竹市第四十四屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：化學

組 別：國小組

作品名稱：不同醬料污漬與水溶液反應及施作容器效能比較之研究

關 鍵 詞：雙氧水、介面活性劑、環境保護

編 號：

# 摘要

本研究旨在利用校園既有藥品開發高效且環保之衣物去漬方案。實驗透過數位影像分析量化除汙率，證實汙漬之物理形態（水性、稠狀、油性）為影響清潔效率之主軸。而單一藥劑如雙氧水雖具備強氧化褪色力，卻難以穿透油性分子層。

針對此困境，研究驗證雙氧水與洗碗精之複合配方（2:1），利用「氧化作用」與「界面活性劑之乳化作用」產生協同效應，成功破壞並移除各類醬料汙漬。在工具優化測試中，數據顯示筆刷型雖具備最強物理摩擦力，但滾珠型容器在環境保護與精準減量上更具科學價值。滾珠型能實現點對點給藥，平均消耗量僅 0.2gw，相較噴霧型大幅減少藥劑浪費與環境暴露風險。成功整合校園化學資源與減量施作技術，開發出兼具高效能與永續價值之去漬優化方案。

**關鍵字：**雙氧水、介面活性劑、環境保護

# 目次

壹、	前言.....	4
一、	研究動機.....	4
二、	研究目的與問題.....	4
三、	文獻回顧.....	5
貳、	研究設備與器材.....	6
參、	研究過程與方法.....	7
一、	研究流程與設計.....	7
二、	資料蒐集與分析.....	10
三、	研究信實度.....	11
四、	研究倫理.....	11
肆、	研究結果.....	12
一、	不同水溶液對不同醬料汙漬的去汙成效.....	12
二、	不同容器去汙效果與環保效能之結果.....	12
伍、	討論.....	13
一、	汙漬物理形態對除汙效率之影響.....	13
二、	氧化作用與乳化作用之協同效應.....	13
三、	施作工具之優化與永續價值.....	14
陸、	結論與建議.....	15
一、	研究結論.....	15
二、	研究建議.....	15
柒、	參考文獻.....	16
一、	中文部分.....	16
二、	英文部分.....	16

## 表次

表 2-1 實驗設備與器材 .....	6
表 3-1-1 施作容器之數據 .....	9
表 3-1-2 各水溶液對醬油之清潔力差異比較 .....	10
表 4-1 各類水溶液去漬率彙整 .....	12
表 4-2 容器去污率比較 .....	13

## 圖次

圖 3-1 實驗流程 .....	7
圖 3-1-1 文獻探討 .....	8
圖 5-3-1 筆刷型物理摩擦在筆刷上 .....	14
圖 5-3-2 噴霧型無法精準噴灑藥劑 .....	14

# 壹、前言

## 一、研究動機

在校園生活中，衣物偶因用餐不慎沾染醬液汙漬。而市售去漬產品雖效果顯著，但其多由特定比例的界面活性劑與專利酵素組成，對於學生而言，其化學原理較為深奧且相關成分不易取得。我們在自然科學課程中學習到多種性質明確的化學藥品，進而引發研究好奇，想利用實驗室既有資源，找出最高效且原理清晰的除汙組合。

## 二、研究目的與問題

### (一) 研究目的

1. 探討不同性質化學水溶液之除汙效能：

透過初步實驗篩選自然科學教室中之既有藥品，觀察其對水性、稠狀與油性醬料汙漬的化學反應與清潔能力。

2. 驗證氧化作用與乳化作用之協同效應

探討過氧化氫與界面活性劑複合後，是否能透過氧化機制與乳化機制的結合，提升對複雜汙漬的除汙效能。

3. 利用影像技術能量化去汙效果

透過拍攝實驗樣本照片，運用數位影像處理技術分析灰階數值，將視覺除汙現象轉化為客觀的去汙率數據。

4. 尋求精準給藥之環保方案

對比不同物理施作容器，目標在維持除汙效能的同時，尋求最能減少藥劑消耗量的環保施作工具。

### (二) 研究問題

1. 不同水溶液對於不同性質汙漬的除汙效果為何？
2. 氧化作用與乳化作用協同於汙漬時，除汙效果如何？
3. 容器的特性是否會影響除汙率？
4. 哪一種施作工具能實踐環境保護？

### 三、文獻回顧

#### (一) 除汙化學機制探討

根據劉廣定（2013a）於《科學月刊》的論述，衣物清潔屬於「永續化學與生活」的重要環節。有效的洗滌過程必須先降低水的表面張力，使洗滌液能順利浸潤並滲透織物纖維。此外，趙坤山與張效銘（2006）指出，洗劑分子必須具備優良的滲透速率與擴散能力，方能確保化學藥劑有效接觸並作用於纖維深層的汙垢。

#### (二) 溶液性質對清潔成效之影響

陳坤榮（2021）的研究證實，界面活性劑的物理化學特性與最終的清潔效能呈現正相關。在實務觀察中，陳鉸裴等人（2004）透過實驗驗證了清潔劑的乳化效果，說明界面活性劑能將不溶於水的油脂汙垢「乳化」並分散於水中。這支持了本研究在配方中加入界面活性劑，以應對校園中含有油性成分汙漬的必要性。

#### (三) 去漬配方之篩選與對比

針對生活常見的汙漬，前人研究提供了多樣的測試基準。黃泳嘉等人（2008）在科展研究中，針對多種去漬物質進行了廣泛的效能對比，其結果顯示不同化學藥劑對特定汙漬的除汙效率有顯著差異。這項基礎研究說明了開發「自製複合配方」具備極大的實驗價值，透過調整藥劑比例，可望尋找到針對特定汙漬更具效率的清潔組合。

#### (四) 永續循環與精準給藥理念之落實

根據教育部（2023）發布之《永續循環校園指南》，校園內的所有活動應強調資源的「精準使用」與「廢棄物減量」。本研究在工具選擇上，採取局部施作的容器，避免化學物質的非必要損耗，即落實永續循環的精神。

## 貳、 研究設備與器材

本研究所使用設備與器材如下表2-1所示。

表 2-1 實驗設備與器材

品名	規格/說明	用途
化妝棉	100%棉花	模擬衣服的醬料污漬的載體
白色上衣	家中汰換掉的衣物(100%純棉)	醬料污漬的載體
醬油	味王	醬料污漬(水溶液狀)
烏醋	工研烏醋	醬料污漬(水溶液狀)
番茄醬	可果美	醬料污漬(稠狀)
甜辣醬	愛之味	醬料污漬(稠狀)
辣油	原味朝天椒	醬料污漬(油性)
淨水	過濾水(中性)	對照組及配置溶劑使用
鹽	氯化鈉	配置水溶液用(中性)
醋	乙酸	配置水溶液用(酸性)
小蘇打粉	碳酸氫鈉	配置水溶液用(鹼性)
肥皂粉	脂肪酸鈉	配置水溶液用(鹼性)
洗碗精	介面活性劑	配置水溶液用(介面活性劑)
雙氧水	過氧化氫	配置水溶液用(中氧化劑)
花露水	乙醇、香精、水	配置水溶液用(有機溶劑)
攪拌棒	玻璃	加快反應
滴管	塑膠製(一次性使用)	裝醬料或水溶液
旋轉筆	容量 5mL	施作容器(筆刷型)
滾珠瓶	容量 5mL	施作容器(滾珠型)
噴霧瓶	容量 5mL	施作容器(噴霧型)

電子秤	精確值 0.1g	秤取溶質重量
量筒	250mL	量取溶劑體積
iPad	型號 A2969，第十代	紀錄、計時

資料來源：本研究整理

## 參、研究過程與方法

### 一、研究流程與設計

本實驗流程分為三個階段(如圖 3-1)：準備階段、實驗階段、評估階段。準備階段包含研究方向與問題確定、蒐集相關文獻、擬定研究主題、撰寫研究計畫以及設計研究工具。實驗階段分為水溶液清潔力實驗與施作容器實驗，根據實驗結果紀錄實驗數據。評估階段主要將前導研究及正式研究資料進行整合，針對實驗數據進行討論，同時將資料分析結果再進行核對，最後彙整成研究成果。

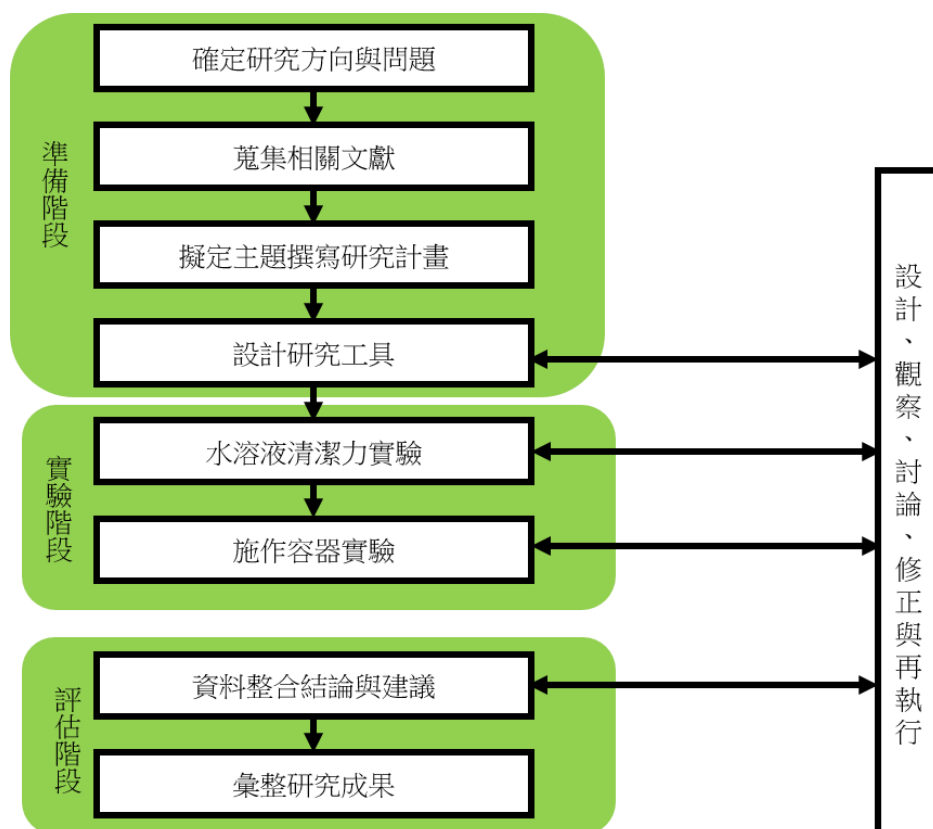


圖 3-1 實驗流程

圖片來源：本研究製作

## (一) 準備階段

本階段首先確認以局部去漬為研究核心，研究團隊透過查閱文獻，並將內容整理於雲端共用文件中方便彼此參閱(圖 3-1-1)。在確立氧化反應與界面活性劑乳化之理論基礎後，並參考永續循環精神擬定研究計畫與設計研究工具，作為後續實驗之科學依據。之後完成研究工具開發，包含配製初始相同溶質與溶劑的 1:1 比例配置水溶液，將其用來確認水溶液的清潔力，再根據文獻配置出結合型清潔液裝入滾珠型、噴霧型、筆刷型三種施作容器測試(表 3-1-1)。當中將會拍攝未汙染前承載物、汙染後承載物、清潔後承載物三張照片(表 3-1-2)，進行影像進行亮度數值採樣，並透過去汙率公式  $D(\%) = \frac{(\Delta E_{\text{清潔}} - E_1)}{(\Delta E_0 - \Delta E_1)} \times 100\%$  (Kalak & Cierpiszewski, 2015) 計算， $\Delta E$  為衣物清潔後平均值、 $\Delta E_1$  為衣物清潔前平均值、 $\Delta E_0$  為衣物未汙染平均值，使用 Gemini 3 Flash AI 影像分析。









圖 3-1-1 文獻探討

圖片來源：截取自本研究實驗記錄

表 3-1-1 施作容器之數據




測量類型	噴霧型	筆刷型	滾珠型
容器重量	7.6 gw	14.7 gw	23.8 gw
裝溶液後重量	12.5 gw	18.7 gw	29.4 gw
使用後重量	10.1 gw	18.4 gw	28.8 gw
平均消耗重量:	0.8 gw	0.1 gw	0.2 gw

		
未汙染衣物	已汙染衣物	已清潔衣物
		

資料來源；研究者整理

表 3-1-2 各水溶液對醬油之清潔力差異比較

實驗組(1mL)	未汙染基準	已汙染灰階	已清潔灰階	去漬率
肥皂水	242	105	228	89.80%
食鹽水	240	102	155	38.40%
小蘇打水	241	108	215	80.50%
花露水	239	105	162	42.50%
醋水	242	110	195	64.40%
雙氧水	240	108	232	93.90%
污染前化妝棉		汙染後化妝棉	清潔後化妝棉	
				

資料來源；研究者整理

## (二) 實驗階段

本階段依據流程圖執行「水溶液清潔力」與「施作容器」實驗，實驗過程中發現小蘇打粉因溶解度限制無法維持預先配比，故修正為 5%重量百分濃度以利施作；隨後根據文獻建議優化配方，將雙氧水與洗碗精以 2:1 的比例注入三種容器，再利用數位影像分析法看效果。

## (三) 評估階段

本階段統計並分析各項實驗所得之影像量化數據，對比三種施作工具與不同配比間的效能差異，驗證研究假設；最後總結研究發現，針對校園生活去漬需求提出兼顧除汙效率與環境永續的實務建議，並完成整體研究成果撰寫。

## 二、資料蒐集與分析

透過文獻分析法確立除汙理論，並於實驗中採集固定光源下之數位影像作為原始資料，利用影像處理軟體提取汙漬區域之數值變化，計算清洗前後之色度差

異百分比，以客觀數據評估不同配比與工具之除汙效能。

### 三、研究信實度

本研究透過標準化實驗流程、固定環境拍攝及影像分析，輔以每組實驗重複三次取平均值的循環驗證，確保研究數據具備高度的一致性與客觀性。

### 四、研究倫理

#### (一) 實驗過程之誠實性與嚴謹

本研究嚴格紀錄實驗結果。對於初期實驗中發現小蘇打水產生飽和現象之狀況，研究團隊如實記載並調整為 5%，而非隱匿數據或人工修改結果，以符合科學研究之誠實性。

#### (二) 安全性與環境責任

我們選用之實驗用品均為日常生活中安全、無毒之物質，確保實驗操作者與未來潛在應用者之健康安全。實驗後產生之廢水與殘渣，均依照校園實驗室安全規範進行妥善處理。

#### (三) 智慧財產與引用規範

本研究凡引用他人之觀點、理論或研究數據，均依據 APA 第七版格式註明出處，尊重原始創作者之智慧財產權。

## 肆、 研究結果

本研究成功開發出兼具高效與環保的去漬方案，證實雙氧水與洗碗精的複合配方配合滾珠型或筆刷型施作工具，能有效解決校園生活中的衣物汙漬問題，以下兩點為各類水溶液去污成效及不同容器去汙結果。

### 一、 不同水溶液對不同醬料汙漬的去汙成效

研究證實，汙漬的物理形態(水性、稠狀、油性)是影響清潔效率的主軸。實驗數據顯示，不同化學水溶液對各類汙漬的去漬率如下表 4-1 所示：

表 4-1 各類水溶液去漬率彙整

水溶液 (1mL)	醬油 (水性)	烏醋 (水性)	番茄醬 (稠狀)	甜辣醬 (稠狀)	辣油 (油性)
雙氧水	93.90%	95.40%	80.60%	77.50%	6.80%
肥皂水	89.80%	88.00%	66.40%	68.30%	45.60%
小蘇打水	80.50%	83.70%	51.20%	54.30%	7.90%
醋水	64.40%	81.70%	40.20%	43.70%	4.30%
花露水	42.50%	41.10%	19.70%	19.80%	14.80%
食鹽水	38.40%	36.60%	14.80%	19.20%	6.10%
洗碗精水	93.20%	90.10%	75.40%	69.70%	74.80%
淨水(對照)	40.10%	38.50%	10.40%	11.20%	2.50%

資料來源：本研究整理

### 二、 不同容器去污效果與環保效能之結果

在工具優化測試中，數據顯示(表 4-2)筆刷型具備最強的物理摩擦力，除汙最徹底，但其容器不可重複使用；而滾珠型則滾珠型能實現點對點給藥，相較噴霧型大幅減少了 90%的藥劑浪費與環境暴露風險。

表 4-2 容器去污率比較

容器類型	去污率	平均消耗量	觀察心得
噴霧型	58.8%	0.8mL	藥劑不集中且效率低落，造成浪費。
筆刷型	95.6%	0.1mL	刷毛具物理摩擦力，除汙最徹底。
滾珠型	86.0%	0.2mL	出水穩定且精準，適合環保減量。

資料來源：本研究整理

## 伍、 討論

### 一、 汙漬物理形態對除汙效率之影響

實驗數據顯示，汙漬的物理形態是決定清潔成效的關鍵因素。

#### (一) 水性汙漬

如醬油與烏醋，使用雙氧水可達到 93% 以上的去漬率，顯示氧化作用對此類色素效果顯著。

#### (二) 稠狀汙漬

如番茄醬與甜辣醬，去漬效率普遍降至 70% 至 80% 左右，顯示稠狀物質會阻礙藥劑滲透。

#### (三) 油性汙漬

單一藥劑如雙氧水對辣油的效果極差(僅 6.8%)，證明單一氧化機制難以穿透油性分子層。

### 二、 氧化作用與乳化作用之協同效應

針對氧化作用與乳化作用之協同效應，本研究發現單一藥劑如雙氧水雖具備強氧化褪色力，卻難以穿透油性分子層；透過將其與洗碗精結合，能利用氧化機制破壞色素並輔以乳化機制穿透油層，成功證實複合配方能有效提升對各類複雜及油性醬料汙漬的除汙效能。

### 三、施作工具之優化與永續價值

在施作工具的優化上，研究證實筆刷型容器憑藉最強物理摩擦力(圖 5-3-1)能達成最高的去污率 (95.6%)，而滾珠型容器則以穩定的點對點給藥技術將平均消耗量降至 0.2gw，相較噴霧型大幅減少藥劑浪費與環境暴露風險(圖 5-3-2)，成功落實精準減量與校園永續循環之精神。



圖 5-3-1 筆刷型物理摩擦在筆刷上

圖片來源：研究者拍攝

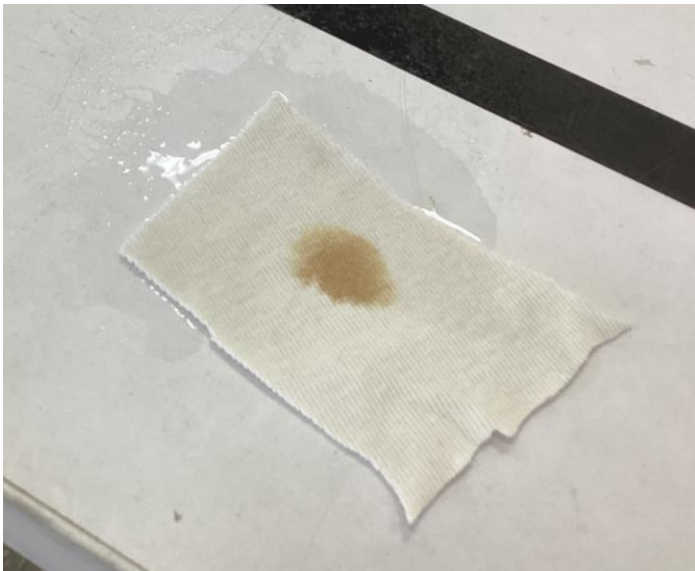


圖 5-3-2 噴霧型無法精準噴灑藥劑

圖片來源：研究者拍攝

## 陸、 結論與建議

### 一、 研究結論

#### (一) 汗漬形態決定去汗策略：

實驗證實汗漬的物理形態是影響清潔效率的主軸，單一藥劑如雙氧水雖對水性汗漬有強氧化褪色力，但面對油性汗漬時，必須輔以界面活性劑方能穿透分子層。

#### (二) 複合配方之優越性：

研究驗證雙氧水與洗碗精之複合配方，能透過「氧化作用」與「乳化作用」產生協同效應，有效破壞並移除包括油性辣油在內的各類複雜醬料汗漬。

#### (三) 工具優化兼顧效能與環保：

在去汗效果上，筆刷型工具以最強物理摩擦力達成 95.6% 的最高去漬率，但其容器為一次性消耗品；在環保減量上，滾珠型容器平均消耗量僅 0.2gw，且能重複使用，相較噴霧型大幅減少的藥劑浪費與環境暴露風險。

#### (四) 校園資源之整合應用：

本研究成功利用校園既有化學資源與減量施作技術，開發出兼具高效能與永續價值的衣物去漬方案。

### 二、 研究建議

#### (一) 藥劑濃度與配比優化

針對不同材質的衣物，未來可進一步測試雙氧水與洗碗精的最佳比例，以及針對特定汗漬調整小蘇打等輔助藥劑的濃度。

#### (二) 擴大汗漬與材質測試

後續研究可將測試對象擴展至原子筆墨水、咖啡或果汁等更多校園常見汗漬，並觀察不同布料材質對去漬率的影響。

## 柒、 參考文獻

### 一、 中文部分

陳鉸裘、張芷綾、蘇玲萱、葉崇佑（2004）。*去污了嗎--淺談清潔劑的乳化效果*〔未出版之研究作品〕。中華民國第44屆中小學科學展覽會。

陳坤榮（2021）。*洗衣精清潔力與界面活性劑特性關係之探討*〔未出版碩士論文〕。國立臺北科技大學。台灣博碩士論文知識加值系統。

教育部（2023）。*《永續循環校園指南》*。取自教育部永續校園全球資訊網：  
<https://proj.moe.edu.tw/esdtaiwan/>

國家教育研究院（2026a）。*國民小學自然科學五年級上冊*。翰林出版。

國家教育研究院（2026b）。*國民小學自然科學六年級上冊*。翰林出版。

黃泳嘉、江泰民、王冠文、張俊逸、鄭琪霓、蔡依秀（2008）。*還我本色--去漬法寶大蒐秘*〔未出版之研究作品〕。中華民國第48屆中小學科學展覽會。

趙坤山、張效銘（2006）。*化妝品化學*。台北市：高立圖書。

劉廣定（2013a）。*永續化學與生活—衣物清潔劑（一）*。科學月刊。  
<https://www.scimonth.com.tw/archives/6069>

劉廣定（2013b）。*永續化學與生活—衣物清潔劑（二）*。科學月刊。  
<https://www.scimonth.com.tw/archives/5922>

### 二、 英文部分.

Kalak, T., & Cierpiszewski, R. (2015). Correlation analysis between particulate soil removal and surface properties of laundry detergent solutions. *Textile Research Journal*, 85(18), 1884 – 1906. <https://doi.org/10.1177/0040517515578330>