

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

最佳(鄉土)教材獎

081534

鳳毛「菱」角

學校名稱：高雄市左營區舊城國民小學

作者：	指導老師：
小四 李承昱	蕭妃茹
小四 陳頤慧	張秀足
小四 陳彥汝	
小四 謝沐頡	
小四 張孟澄	
小四 洪祥瑋	

關鍵詞：菱角、染布、天然媒染劑

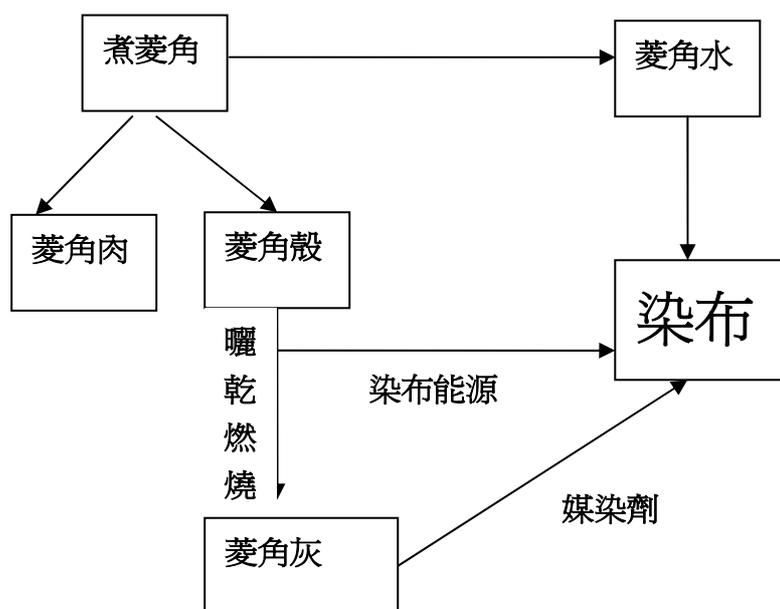
鳳毛「菱」角

摘要：

本研究之主要目的為探討菱角汁可否用來當植物染材料，及菱角灰可否用來當天然媒染劑，以促使農業副產品再次的利用。菱角可以做多元的利用，菱角汁可用來染布，菱角殼可以燃燒當燃料，灰可以用來當媒染劑。

由研究結果發現菱角汁可用來染布，染布效果以染間媒染法效果最佳，可以電鍋染布來代替傳統染布方式，增加方便及安全性。而菱角灰溶在醋酸中可以當媒染劑，增加染色效果。利用不同酸鹼值可以改變菱角水的顏色進而改變染布的顏色。在最後的研究中發現若染汁的添加物與媒染劑的溶液產生酸鹼中和，那會影響媒染的效果。

本研究內容可以擴展用來發揚左營的鄉土產物，也可朝向染布藝術創作的方向來努力，增加經濟及觀光的发展。

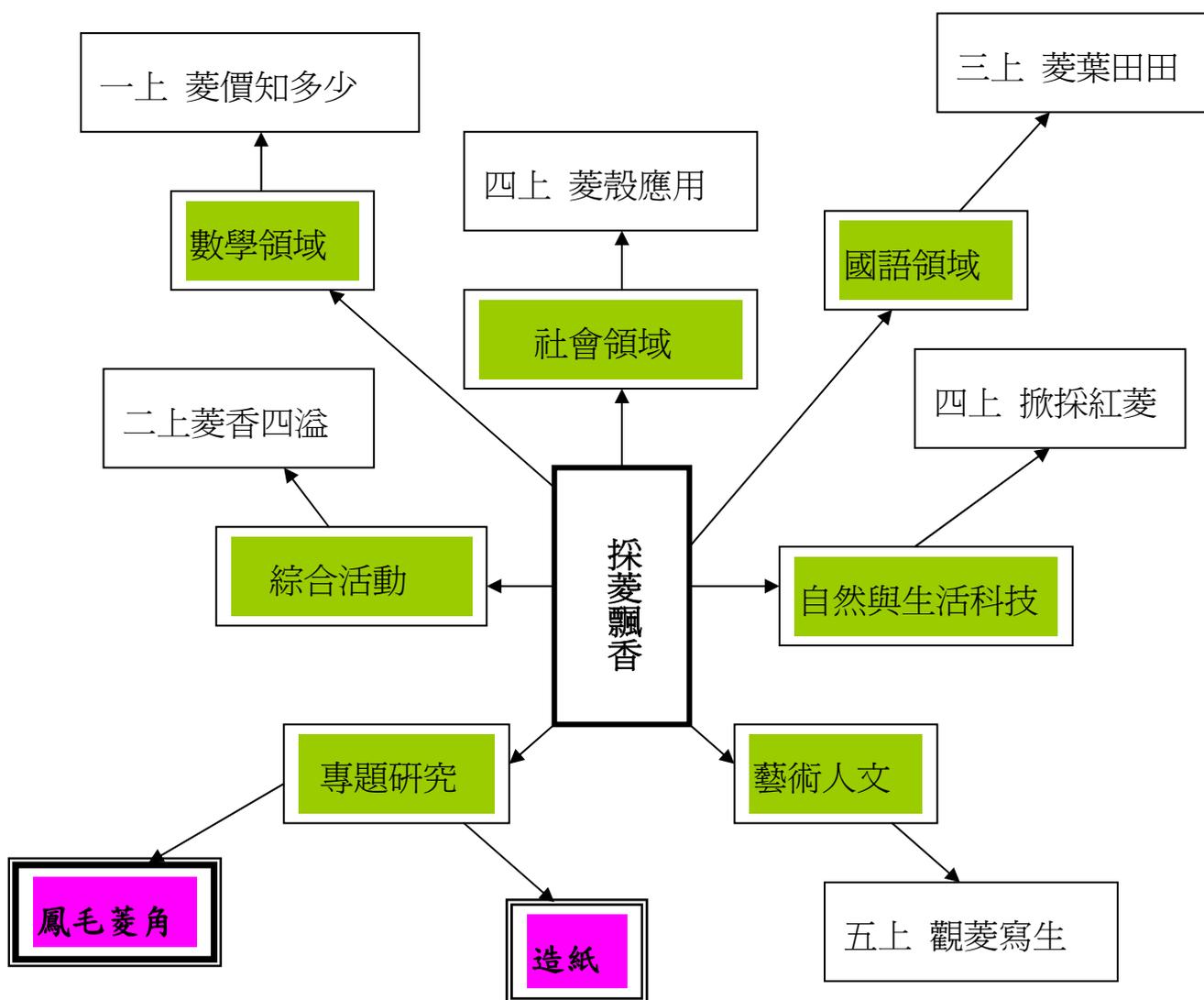


壹、研究動機

兩年一度的鄉土活動「採菱飄香」，大家捲起褲管下田採收泥土中的金元寶~菱角，摘下的菱角洗乾淨下鍋煮成菱角點心時，發現鍋內留下深紫色的「菱角水」，我們想：「菱角水」可不可以拿來染布？於是我們就展開一場菱角研究之旅。（配合學校本位課程之鄉土教材~採菱飄香，康軒自然與生活科技六上第三單元水溶液及六下第三單元生物與環境，四上社會領域第二單元第五課家鄉環保）



課程架構圖



貳、研究目的

- 一、菱角及植物染之文獻探討
 - (一) 菱角小檔案
 - (二) 植物染布之探討
- 二、菱角水分析
- 三、染布方法對菱角水染布的影響
- 四、萃取菱角染汁的最佳比例
- 五、染布方式的改良研究
- 六、添加物對菱角水顏色及染布的影響
- 七、菱角灰之探討
- 八、菱角灰當媒染劑之研究
 - (一) 菱角灰在不同染法中染布的效果比較
 - (二) 菱角灰在不同溶液中媒染效果之研究
- 九、染布成品之探討

參、研究器材

- (一) 器材：電子秤、瓦斯爐、電鍋、量杯、燒杯、碼表、pH 值測試筆

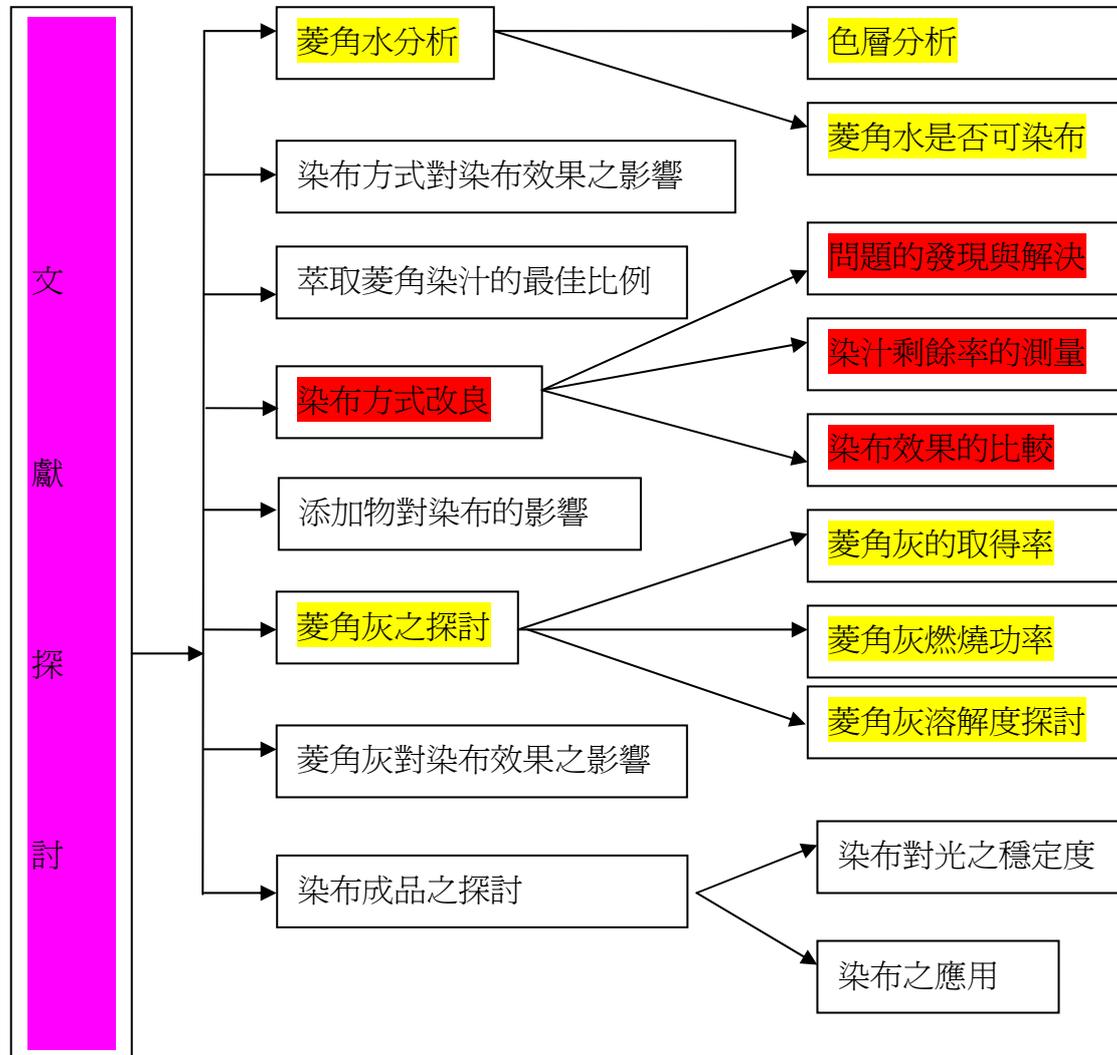


- (二) 藥品：明礬、小蘇打粉、檸檬汁、鹽、醋、菱角灰、菱角



貳、 研究過程或方法

一、 研究流程



二、 文獻探討

(一) 菱角小檔案

- 1、**菱角小檔案**：菱角又稱龍角、紅菱，由於含有豐富的澱粉質及許多人體必需礦物質及維生素，兼具特殊風味，口感十足。
- 2、**菱角的用途**：菱角用途廣泛，可直接蒸煮當零食、點心食用，可謂是最佳健康食品，或剝殼取種仁，用於日常三餐烹調料理，凡炸、炒、蒸、燴、甜湯、涼點、糕點，皆可入菜，是最佳調理之材。
- 3、**菱角在本校之地位**：菱角，又名為「水花生」，是左營一個重要的特色產物，也是高雄市遠近馳名的特產，隨著都市建設快速發展，市地重劃變更地目

後，地質 Q 的「爛泥巴」農地日漸減少，目前左營地區種植菱角的面積有限，本校退休老師提供菱角田，讓學生可體驗採菱樂。(參考學校本位課程~鄉土教學課程計劃)。

- 4、菱角本身除富含多種營養之外，其菱角不可食用部份例如殼或皮內經分析後知道含有鐵、鈣、鎂、鋇、鋅、硒、錳、鉻等離子(劉發勇，2004)。

(二) 植物染之文獻探討

1. 媒染劑的功用

使用含有金屬的媒染劑，所含的金屬不同，產生的色彩也會有所不同，下面為各種金屬媒染劑對色彩的功能(黃喜玫，2003)：

媒染劑	功能
鋁	染出效明度較亮、彩度較高的色彩。
鐵	染出灰黑色或暗色調顏色
銅	染出較飽和的暗色調，是效果很好的媒染劑。
鉀	碳酸鉀是和草木灰最接近的鹼劑，可以幫助多種染材溶解色素。

2. 查資料發現染布進行方式為下列幾種

- (1) 染前媒染法：媒染→染色→水洗、晾乾
- (2) 染後處理法：染色→後媒染→水洗、晾乾
- (3) 染間媒染法：染色→媒染→染色→水洗、晾乾
- (4) 一次共浴法：染色+媒染→水洗、晾乾

三、染布基本步驟



1.稱 300 公克的乾菱
角殼



2.加入 1000cc 的水，
用電鍋煮約 30 分鐘



3.過濾取出染汁



4.染布浸溼後，放入染
汁中，染 30 分鐘



5.取出染布，放入媒染
劑內浸泡 10 分鐘



6.重覆回鍋再染 30 分
鐘



7.取出沖洗



8.晾乾後，得到染布

伍、研究結果

研究一：菱角水的分析

- 1、取得的菱角水為深紫色，透過色層分析後發現菱角水內含有不同的色素，部份色素對水親和性高，部份對水的親和性較低。



- 2、將這些天然的色素水拿來直接染布，研究發現菱角水可以用來當天然染劑，進行染布。但因未加媒染劑，染好的布經沖洗後，顏色褪掉許多。



研究二：不同染布方式對染布效果之影響

瓦斯爐染布 30 分鐘

媒染劑：明礬（5 公克明礬，加入 1000cc 的水）

染布方式	照片	訪談結果	說明
染前媒染法		2	事先加入媒染劑，可以有效地幫助布抓取色素。
染後處理法		3	媒染劑只是將留在布上的色素再固定。

染間媒染法		(1) 顏色最深，最均勻	媒染劑除了固定布上的色素外，又可再回鍋抓取色素。
一次共浴法		4	1.媒染劑在水中已抓取染汁內的色素，布上可得到的色素較少。 2.染汁下面有白色沈澱物，染汁上方較澄清。

結果：不同染布方式產生的效果不同，其中以染間媒染法所得到的顏色最深，一次共浴法染出的效果最差。

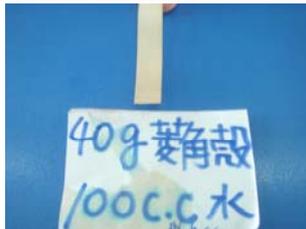
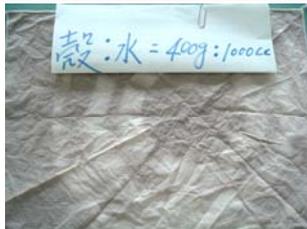
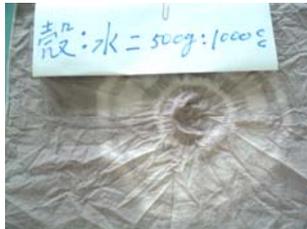
研究三：萃取菱角染汁顏色的最佳比例

瓦斯爐染布

染布方式：染間媒染法

媒染劑：明礬（5 公克明礬，加入 1000cc 的水）

	菱角殼重 ／1000cc 水	色層分析圖	染布效果
第一組	100 公克		
第二組	200 公克		
第三組	300 公克		

第四組	400 公克		
第五組	500 公克		

結果：色層分析中，以第三組看到的濾紙顏色最深，代表菱角水內的色素最多，而染布效果也發現第三組染出的布顏色最明顯，綜合以上結果發現以 300 公克的菱角殼配上 1000cc 的水的比例染布最佳。

研究四：染布工具的改良

問題一：從上面用瓦斯爐進行染布時，發現染布 30 分鐘後，鍋子內的汁液蒸發了，剩餘很少的汁液，無法再進行染布，所以我們想是否有其他工具可以降低染汁的蒸發？

解決方法一：尋找可以減少水份蒸發的鍋具，從學校工具室內找到早期各班用來裝水的鐵茶壺數個，用來染布因有壺嘴較小，可以減少染汁的蒸發。

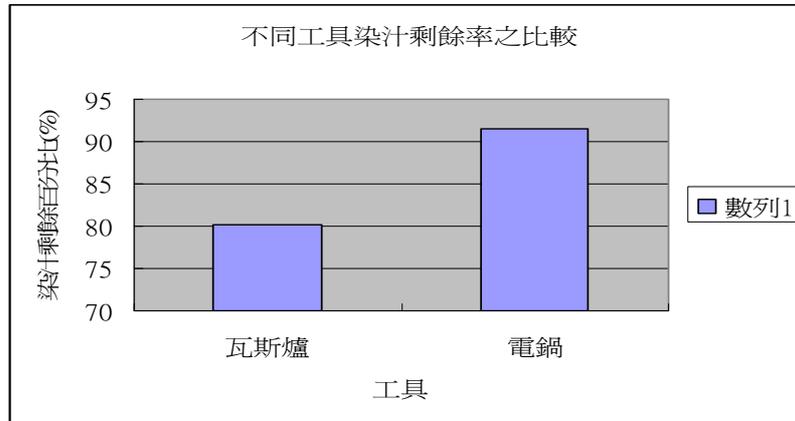
問題二：利用水壺和瓦斯爐進行染布時，雖然可以有效的減少水份的蒸發，但是因染布時間較久，有時遇到上課時間，沒有人看實驗，就要中斷實驗，所以我們就想是否有其他方式可以在較方便且安全的情況下進行染布。

解決方法二：利用電鍋在煮一段時間後會自動跳掉開關，停止染布，且較安全的性質，用電鍋來染布。



(一) 不同工具染汁剩餘率之比較

$$\text{剩餘比例} = \frac{\text{剩餘水重量}}{500} \times 100\%$$



結果：瓦斯爐可留下約 80.2%的水，電鍋可留下約 91.5%的水。因此使用電鍋除了可以減少水的流失，用來染布可以增加染汁的使用時間外，在染布的過程中不需要一直看著，在研究的過程中較不會耽誤上課，也比較安全。

(二) 瓦斯爐與電鍋染布效果的比較：

染布時間 30 分鐘

染間媒染法

	照片	訪談結果	說明
瓦斯爐		11 人認為染布效果好	顏色較偏咖啡色，有些地方顏色較淡。
電鍋		9 人認為染布效果好	顏色偏紫色，布上的顏色較均勻。

結果：利用電鍋染布一樣可以染出色澤明顯的布，故用電鍋染布是可行的。

研究五：不同添加物染汁對染布效果影響之研究

電鍋染布 30 分鐘

媒染劑：明礬（5 公克明礬，加入 1000cc 的水）

添加物	照片	照片
檸檬汁 pH=4.7	 <p>汁液較澄清</p>	 <p>顏色偏黃褐色</p>
小蘇打 pH=7.9	 <p>汁液濃稠，菱角殼煮完後，摸起來很軟。</p>	 <p>顏色偏鐵灰色</p>
鹽 pH=7.2	 <p>菱角殼與水煮的相似，沒多大的變化。</p>	 <p>顏色偏深褐色</p>
糖 pH=7.3	 <p>菱角殼與水煮的相似，沒多大的變化。</p>	 <p>顏色偏淺褐色</p>

結果：

- 1、由實驗發現添加不同物質所煮出的菱角汁顏色也不同，其中以添加檸檬汁所得到的顏色較偏紫色，而小蘇打所得到的顏色偏黑色。
- 2、在加入檸檬汁的染汁中染出的布，色彩偏紫色，彩度較高，而在小蘇打染汁中顏色偏鐵灰色。

研究六：菱角灰之研究

(一) 菱角中取得菱角灰的百分比
 結果：由菱角殼燒成灰後，只剩下
7.03%，可以有效的減少垃圾的
 體積。



(二) 菱角殼燃燒功率之比較
 50ml 的水，加熱 6 分鐘

	菱角殼	木炭
平均水溫差	31.8 °C	32.5°C



結果：由燃燒功率的比較發現在菱角殼燃燒功率與木炭接近，所以可以善加利用
 此能源，例如煮染汁。

(三) 菱角灰在不同溶液中的溶解度
 做法：將 **0.1 公克**的菱角灰溶在 **50ml** 的溶液中

	水		醋		小蘇打粉	
	未加熱	加熱	未加熱	加熱	未加熱	加熱
溶解重量	0.057	0.08	0.08	0.33	0.275	0.425
溶解度 (公克/100 毫升)	0.114%	0.16%	0.16%	--	--	--

結果：1.由實驗結果發現菱角灰微溶於水，但在醋酸的溶解度較水好。
 2.菱角灰溶在醋中加熱及小蘇打內因溶解的重量大於加入的菱角灰，所以
 結果有待更多的資料來解釋。

研究七：菱角灰在不同染法中染布的效果比較

染布方式	照 片	說 明
染前媒染法		布上有些地方有灰灰的顆粒。
染後處理法		顏色較均勻，沒有灰灰的顆粒殘留。
染間媒染法		顏色呈咖啡色澤，但有些小黑點
一次共浴法		顏色最淡

研究八：菱角灰在不同溶液中對染布效果的影響

媒染劑	染布效果	說明
菱角灰		沖洗後布上有些灰灰的黑點。
菱角灰溶在小蘇打水		染布顏色較深偏灰色
菱角灰溶在醋中		染布上沒有灰的黑點，顏色偏紫。

結果：由上可知菱角灰溶在酸性溶液中，媒染效果比溶在水中好，溶在鹼性溶液中媒染效果也比溶在水中好；其中菱角灰溶在酸性溶液媒染效果顏色較鮮明。

研究九：不同添加物之染汁與不同菱角灰媒染效果之比較

添加物 媒染劑	檸檬汁	小蘇打粉	糖	鹽
菱角灰				
菱角灰 +醋				
菱角灰 +小蘇 打粉				

結果：

- 1、添加檸檬汁之染汁配上菱角灰溶在醋中的媒染劑，染出的布顏色鮮明且均勻。
- 2、添加小蘇打粉的染汁配上以菱角灰溶在醋中的媒染劑，染出的顏色非常淡，接近染布原來的效果。

研究十：染布成品之探討

(一) 染布對光的穩定度 (照陽光 3 個月)

染後處理法	染前媒染法	染間媒染法
		

結果：

由照光結果發現染布照光後，顏色褪掉許多。表示染布對光的穩定度不理想。

(二) 染布藝術：

1、搭配不同植物進行植物染



說明：先用洋蔥染第一次後，泡在菱角灰內，再放入菱角染汁中染第二次。



說明：先用福木染第一次後，泡在菱角灰內，再放入菱角染汁中染第二次。

2、不同的綁布方式改變染布的圖案



說明：利用橡皮筋綁布



說明：利用冰棒棍改變染布的圖案

(三) 染布應用



說明：當頭巾頗有頭目的感覺



說明：拿來當領巾為衣服增添一份自然風，當手帕也不錯喔，還可以加工做成獨一無二的筆袋、手機袋。

陸、討論

一、實驗注意事項及改良過程

- 1、染布時，若用瓦斯爐，水滾之後要關小火，不然水很容易就蒸發乾了。
- 2、利用電鍋染布可以有效的保留染汁，對染間媒染法中要重覆兩次染布，比較不會發生染汁不足的現象。此種方式對年紀較小的學童，安全性比較高。
- 3、在燒菱角灰時要注意用火安全，在旁邊準備好溼抹布及一桶水，以備不時之需。燃燒時要配戴口罩，以免危害自己的身體健康。
- 4、染布效果的好壞會因人而異，故我們採用訪問方式來判斷染布效果。我們將染好的布貼好，讓受訪人只選出效果最好和效果最差的，並口頭詢問原因。（訪談對象共 20 人，其中 10 人是老師，5 人是六年級，5 人是四年級學生）。

二、研究結果討論

研究一

- 1、由色層分析發現菱角水中含有大量的色素，某些色素對水親和性不佳，不容易被水帶走，這些色素若染在布上，也較不容易在洗布的過程中流失掉。
- 2、用菱角水染布若不加媒染劑，染布在水洗後就容易褪色了，染布效果不佳，所以加媒染劑是很重要。因為纖維與染布間缺乏親和力，色素無法直接固著在染布上，所以媒染劑是扮演兩者間的媒介，因媒染劑對纖維具有親和力，可在纖維中生成與染料結合的物質。

研究二

- 1、由結果發現以染間媒染法所得到的染布顏色較深，因為媒染劑除了先固定染布第一次染上的色素外，又可再回鍋抓取更多的色素，所以得到的染布顏色較深。
- 2、由一次共浴法染布所得到的顏色較淺，因為媒染劑在溶液中優先抓取溶液中的色素，導致染布上附著的色素較少，故顏色較淺。

研究三

- 1、由色層分析發現 300 公克菱角殼配上 1000ml 的水所萃取的染汁色素最多。菱角殼若超過 300 公克，因為水無法完全覆蓋住菱角殼，所以部份菱角殼的色素無法完全萃取。
- 2、染布效果也是以 300 公克菱角殼配上 1000ml 的水比例效果最鮮明。

研究四

- 1、使用電鍋來染布，因電鍋加蓋，水份不易蒸發，故可以保留較多的染汁，若要重複染布時，比較不會發生染汁不足，或是燒焦的可能。這種方式對小學生而言是較安全的染布方式。
- 2、由染布效果的研究中發現使用電鍋來染布效果比瓦斯爐更均勻，故用來當做染布的工具是可行的。

研究五

- 1、添加不同物質所煮出的菱角汁顏色也不同，其中以添加檸檬汁所得到的顏色較偏紫色，而小蘇打所得到的顏色偏黑色。由此可知菱角水在 pH 值越小時，顏色偏紅色；pH 值越大時，顏色偏深色，與紫色高麗菜類似，所以菱角汁可以用來當天然酸鹼指示劑。
- 2、以明礬當媒染劑，在不同酸鹼值下的菱角汁所染出的顏色都不相同，所以可以利用菱角汁在不同酸鹼值下顏色不同來調整染布的色澤。

研究六

- 1、將菱角殼曬乾燒成灰後，只剩下 7.03% 的重量，若將收集來的菱角殼燒成灰，不僅可以用來當燃料，又可以有效利用此項資源。
- 2、菱角殼因表面積大，所以燃燒時很容易，燃燒功率與木炭接近，可以用來煮水或是取代烤肉時的木炭，經訪問後發現有些人確實會利用菱角殼來燒開水。
- 3、將菱角灰溶解在水中，溶解度不大，但是溶解在醋酸中，溶解度提高，在溶解的過程中，產生了醋酸鐵、醋酸鎂、醋酸鉻等化學物質，查資料發現這些都是媒染劑的成份。
- 4、菱角灰溶解在醋酸中加熱，以及溶在小蘇打中，得到的剩餘物比原始的菱角灰多，可能是在溶解的過程中產生了新的物質或是小蘇打粉所產生的誤差。

研究七

- 1、菱角灰可以用來當媒染劑，而其染出的顏色偏鐵灰色，表示菱角灰內含的鐵離子發揮了功用，所以用菱角灰來取代化學媒染劑，可達到環保及資源再利用的目的。

研究八

- 1、因菱角灰不易溶解在水中，比較容易溶解在醋酸的溶液中，透過染布效果的比較，發現菱角灰中的金屬離子在酸性溶液中較能發揮媒染的功能。

研究九

- 1、添加檸檬汁之染汁配上菱角灰溶在醋中的媒染劑，染出的布顏色鮮明且均勻。因菱角水在酸中偏紅色，再加上菱角灰與醋作用，部份金屬離子可溶在酸性溶液中，故媒染效果最佳。
- 2、添加小蘇打粉的染汁配上以菱角灰溶在醋中的媒染劑，染出的顏色非常淡，接近染布原來的顏色。可能是因為染汁和媒染劑產生酸鹼中和，使得染汁顏色變淡，因此染布效果不佳。
- 3、利用菱角灰當媒染劑在不同的酸鹼值的染汁中，染出的布顏色均不相同。研究九發現儘量不要讓染汁和媒染劑產生酸鹼中和，才不會讓染布顏色變淡。

研究十

- 1、將染好的布放在陽光下照射 3 個月後，發現布褪色了，因此菱角水染出的布對紫外線的穩定度不高。
- 2、除了對光的穩定度外，也可探討對清潔劑的穩定度，在了解布的特性之後，

可以進行改良，提高布的穩定度及實用價值。

3、染好的布可以做多方面的應用，例如做頭巾，領巾、筆袋等用途，也可朝向染布藝術來發展。

柒、結論

由實驗發現菱角可以多方面利用，菱角汁可以用來當植物染的原料，其中以300公克的菱角殼配1000ml的水煮出的染汁顏色最佳，又以染間媒染法所得到的染布效果最佳。除了使用瓦斯爐外，電鍋可以在安全及方便的情況下代替傳統染布方式。利用酸鹼值可以改變染汁的顏色。而菱角灰溶在醋酸加熱，可以用來當媒染劑。但是如果染汁溶液與媒染劑溶液產生酸鹼中和的話，則會使染布效果變差。染好的布有一股自然風的感覺，可以做多元的利用。

捌、參考資料及其他

一、實驗活動照片



說明：菱角殼燃燒時要注意安全，及自己的健康，口罩及水都要準備好。



說明：菱角灰溶解度的實驗，需要很細心，因為常常一不小心就要重來實驗。



說明：感謝老師們對我們研究的協助，幫我們評評理，看哪一張最漂亮。



說明：燒菱角灰時，一開始就弄得灰頭土臉的，雖然燒不起來，但澆不熄我們研究的熱忱。

	
<p>說明：燒菱角灰的裝置，現成的烤肉架、奶粉罐都不好用，還是這個蚊香盒最適合。</p>	<p>說明：試圖用粉筆來進行色層分析，不過效果不理想。</p>

二、未來展望

- 1、由於我們才四年級，所以對於一些強酸強鹼的溶液操作上有安全的考量，未來可以再將菱角灰溶解在強酸強鹼的溶液，也許媒染效果會不一樣。
- 2、菱角水染布後，也可再針對染布在不同清潔劑中的褪色效果，或是不同浸泡時間，或是水溫，或是紫外光對染布的影響等進行研究。

三、研究心得與致謝

- 1、這次科展我學到了我以前不知道的知識，並且我也瞭解了我的故鄉「左營」是個土質肥沃的「好所在」，才能培養出菱角這麼好的食品，既可以吃；吃剩的殼，也可以用來染布，染完的菱角殼，又可以燒成灰當媒染劑小小一顆菱角就有這麼多的功能，我真的是太驚訝了。
- 2、這次的實驗遇到了許多問題，有的有解決，有的還在等待更好的解決方式。其中最大的問題就是菱角的採收有時間限制，就在我們到處要不到菱角殼時，其中一位研究伙伴的父親從家中的貯藏室搬來三大袋乾菱角殼，竟然是研究伙伴母親在生前用來醫病的，想不到幫我們解決了大問題，我想這對研究伙伴的意義又更深一層了。

四、參考資料

- 1、劉發勇（2004），台灣菱角萃取物之金屬元素及抗氧化性分析，屏東科技大學，未出版，屏東市。<http://etds.ncl.edu.tw/theabs/index.jsp>
- 2、黃喜玫（2003）天然媒染劑應用於植物染可行性之研究，樹德科技大學，未出版，高雄。

- 3、水面下黑武士-左營菱角<http://librarywork.taiwanschoolnet.org/cyberfair2007/>
- 4、康健雜誌（2007）7月1日。拈花惹草，染出自然美。第36至43頁
- 5、化學化工百科辭典，曉園出版社
- 6、天「染」之別～樹葉色素之染色研究，中華民國第四十六屆中小學科學展覽
- 7、染化資訊網站 <http://www.dfm.com.tw/fn-index.htm>

【評語】 081534

1. 研究主題、材料具鄉土性。材料易得，控制變因佳。價值性稍高，菱角煮熟可食用，汁可染布，灰可當媒染劑。
2. 學術價值不高。染色未作照光脫色實驗。
3. 控制溫度(100°C)30 分鐘染布時間(電鍋)不正確。