

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱：火龍果汁大暴走：吃我一口染你全家

一、摘要

本篇目的在探討火龍果汁作為天然染色劑在不同的濃度(30%、50%、70%)、媒染劑(白礬、藍礬、綠礬)、媒染劑濃度(0.3、0.5%、0.7%)與酸鹼度下對於染布的影響。實驗結果顯示火龍果濃度越高，則染布顏色結果越深，並且其中以70%最顯著，不過由於果汁原本的黏稠特性，濃度越高也易使染色不均勻。在媒染劑的實驗中，我們發現媒染劑的使用確實明顯的提升了染料的附著牢度，並且媒染劑的種類也大大地影響了實驗結果，其中以白礬的染色效果最好，其次為綠礬，顏色稍淡一些，染色結果最差的是藍礬，幾乎未能見到紫紅色，不過同時我們也發現其實無論媒染劑的濃度為何，染色結果都不太受影響。在酸鹼度的試驗中我們發現甜菜紅素確實在酸性環境中更為穩定，在弱鹼環境中則使染色結果顏色稍淡，也許是色素結構改變所致；未經酸鹼調整的條件則介於兩者之間。總結而言，我們認為火龍果作為天然染色劑具有一定的潛力，其染色能力可以透過調整濃度、選擇適當媒染劑及控制酸鹼度來優化。

二、探究題目與動機

在夏季大啖冰涼的火龍果，新鮮的火龍果鮮豔汁液總能令人食慾大開。紅肉火龍果的顏色十分獨特，是我們喜愛的紫紅色，因此我們便由此發想，希望能夠將美麗的火龍果顏色轉移到能夠使用的布料上。我們透過這次實驗，希望找到最適合染布的方法，其中包括了火龍果果汁濃度、加入助染劑與否與媒染劑種類及濃度。

三、探究目的與假設

首先根據網路上的資料，我們發現火龍果中產生顏色的物質為甜菜紅素(betalains)。再進一步的研究後，我們得知甜菜紅素是一種水溶性色素，且其性質不耐熱，在酸性環境中的穩定度較高。此外，我們也研究了各種染布方法，最後因為甜菜紅素的水溶特性，決定使用「直接染色法」和「染媒法」進行實驗。根據以上資料，我們提煉出了可能影響火龍果染布的個因素：助染劑、酸鹼度、火龍果汁濃度(甜菜紅素濃度)、媒染劑種類、媒染劑濃度。接著，依據這些因素提出假設：

助染劑可以幫助火龍果汁的色素留在棉布上

火龍果汁越濃，棉布顏色飽和度越高



媒染劑中，經過白礬浸泡的棉布，其顏色飽和度越高

媒染劑濃度越高，棉布飽和度越高

在酸性環境中棉布的飽和度較高

四、探究方法與驗證步驟

* 前置處理：使用果汁機將火龍果絞成汁，並用紗布過濾

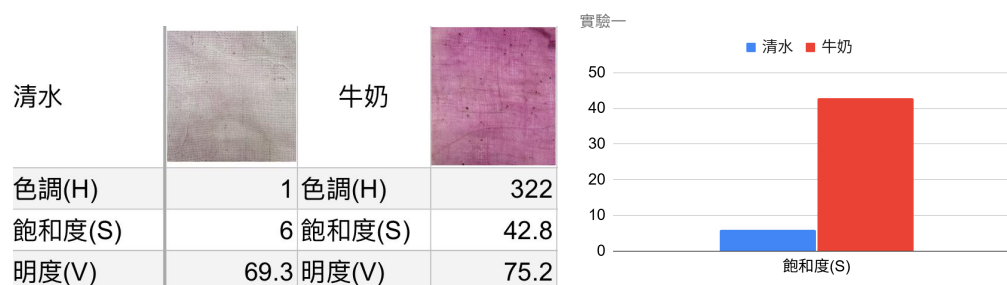
實驗一：探討是否加入助染劑對染布效果的影響

(一)實驗目的：找出助染劑對染布能力的影響。根據文獻，推測助染劑可以幫助火龍果汁的色素留在棉布上。

(二)實驗流程：

1. 將棉布分別泡在水及助染劑(牛奶)中後烘乾
2. 將乾棉布浸泡在火龍果汁中後烘乾
3. 清洗棉布並曬乾
4. 使用手機拍照，用電腦軟體(ImageJ)檢測RGB值，並轉換成HSV值
5. 紀錄實驗結果

(三)實驗結果：



經由實驗後分析，浸泡過助染劑的棉布，其飽和度大於未泡過助染劑的布。所以得知泡過助染劑的布固色能力較佳，可以幫助火龍果汁的色素留在棉布上。

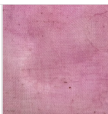
實驗二：探討火龍果汁濃度的不同對染布效果的影響

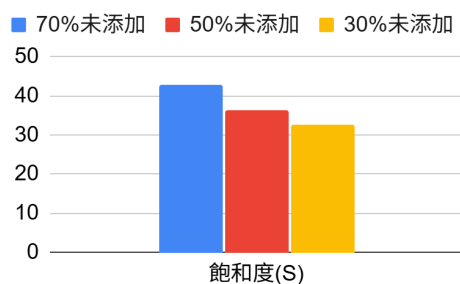
(一)實驗目的：透過不同比例的火龍果汁(30%、50%、70%)，探討棉布染色的程度

(二)實驗流程：

1. 利用蒸餾水稀釋火龍果汁，製備30%、50%、70%濃度的溶液
2. 將已浸泡過助染劑(牛奶)並烘乾的6*6公分棉布，浸入不同濃度(30%、50%、70%)的火龍果汁溶液中
3. 取出浸泡後的棉布並自然風乾
4. 清洗棉布並曬乾
5. 使用手機拍照，用電腦軟體(ImageJ)檢測RGB值，並轉換成HSV值
6. 紀錄實驗結果

(三)實驗結果：

70%未添加		50%未添加		30%未添加	
色調(H)	322	色調(H)	335	色調(H)	336
飽和度(S)	42.8	飽和度(S)	36.2	飽和度(S)	32.5
明度(V)	75.2	明度(V)	62.5	明度(V)	76.7



經由實驗結果發現，火龍果汁濃度較高的溶液其染色能力較佳。

實驗三：探討媒染劑種類不同對染布效果的影響

(一)實驗目的：透過加入不同的媒染劑(白礬、藍礬、綠礬)，探討棉布染色的程度

(二)實驗流程：

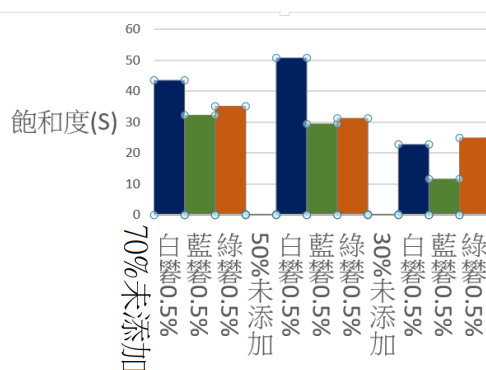
1. 利用蒸餾水稀釋紅龍果汁，製備30%、50%、70%濃度的紅龍果水溶液
2. 分別將0.5g的白礬、藍礬、綠礬100ml的蒸餾水稀釋成濃度為0.5%白礬水溶液、0.5%藍礬水溶液、0.5%綠礬水溶液
3. 將已浸泡過助染劑(牛奶)並烘乾的6*6公分棉布，浸入0.5%白礬水溶液、0.5%藍礬水溶液、0.5%綠礬水溶液
4. 取出浸泡後的棉布並自然風乾
5. 風乾後，用清水清洗棉布並曬乾
6. 使用手機拍照，用電腦軟體(ImageJ)檢測RGB值，並轉換成HSV值

7. 紀錄實驗結果

(三)實驗結果：

	白礬0.5%	藍礬0.5%	綠礬0.5%		白礬0.5%	藍礬0.5%	綠礬0.5%
70%未添加				50%未添加			
色調(H)	328	49	342	色調(H)	268	53	348
飽和度(S)	43.5	32.2	35.1	飽和度(S)	50.7	29.4	31.2
明度(V)	56.6	66.2	60.1	明度(V)	70.9	67.4	70.5

	白礬0.5%	藍礬0.5%	綠礬0.5%
30%未添加			
色調(H)	359	55	19
飽和度(S)	22.8	11.6	24.9
明度(V)	74.8	71.6	72.1



經由實驗發現：白礬的染色效果是所有媒染劑中最好的

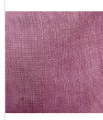
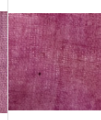
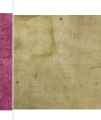
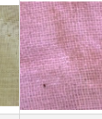
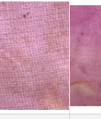
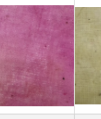
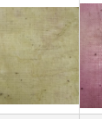
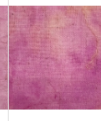
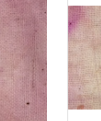
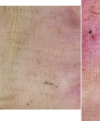
實驗四：探討媒染劑濃度的不同對染布效果的影響

(一)實驗目的：透過不同濃度(0.3%、0.5%、0.7%)的媒染劑(白礬、藍礬、綠礬)，探討棉布的染色程度。

(二)實驗流程：

1. 利用蒸餾水稀釋火龍果汁，製備不同濃度(30%、50%、70%)的紅龍果水溶液
2. 分別將0.3g、0.5g、0.7g的白礬、藍礬、綠礬100ml的蒸餾水稀釋成濃度為0.3%、0.5%、0.7%白礬水溶液、藍礬水溶液、綠礬水溶液
3. 將已浸泡過助染劑(牛奶)並烘乾的6*6公分棉布，浸入濃度為0.3%、0.5%、0.7%的白礬水溶液、藍礬水溶液、綠礬水溶液
4. 取出浸泡後的棉布並自然風乾
5. 風乾後，用清水清洗棉布並曬乾
6. 使用手機拍照，用電腦軟體(ImageJ)檢測RGB值，並轉換成HSV值
7. 紀錄實驗結果

(三)實驗結果：

媒染劑種類	無	白礬0.7%	藍礬0.7%	綠礬0.7%	白礬0.5%	藍礬0.5%	綠礬0.5%	白礬0.3%	藍礬0.3%	綠礬0.3%
70%未添加										
色調(H)	335	335	46	331	328	53	342	322	48	328
飽和度(S)	36.2	51.6	34.9	44.1	43.5	29.4	35.1	52.7	36.3	47.8
明度(V)	62.5	60.6	68.5	61.6	56.6	67.4	60.1	62.8	67.1	60.5
50%未添加										
色調(H)	322	353	51	334	268	49	348	322	47	339
飽和度(S)	42.8	32.1	23.9	28.1	50.7	32.2	31.2	40.6	28.9	30.6
明度(V)	75.2	73.3	66.6	78.7	70.9	66.2	70.5	70.5	70.6	71.8
30%未添加										
色調(H)	336	339	44	357	359	55	19	347	53	19
飽和度(S)	32.5	42.2	20.2	22	22.8	11.6	24.9	32.9	9	21.4
明度(V)	76.7	74.4	70.8	73.4	74.8	71.6	72.1	76.1	69.1	72.1

根據文獻，媒染劑的原理是利用金屬離子與纖維、染料分子形成絡合物，增強染料的附著力，而白礬中含有 Al^{3+} ，會與布料纖維緊密結合，因此推測在各濃度下染色效果皆不錯；綠礬中含有強氧化劑 Fe^{2+} ，在高濃度時可能使色素降解，因此高濃度時染布效果可能不佳；藍礬中含有 Cu^{2+} ，可能使色素發生沉澱，導致染布不均勻，或不易染色。

經實驗結果得知：火龍果汁為70%時，白礬確實在0.3%、0.5%、0.7%時皆有良好表現；藍礬無論在什麼濃度下的染布效果都非常差，幾乎染不上色；綠礬則是在低濃度(0.3%)時效果較高濃度(0.7%)時佳，推測在高濃度時可能發生色素降解，使色素附著效果較差。最終實驗結果符合文獻根據及最初的假設。

實驗五：探討火龍果汁在弱酸、弱鹼及中性條件下對染布效果的影響

(一)實驗目的：透過加入弱酸、弱鹼於火龍果汁溶液，探討酸鹼度對於染布效果的影響。根據文獻，甜菜紅素的穩定性與pH密切相關，在酸性環境下(pH 4-5)，甜菜紅素的分子結構較穩定，減少了氧化和降解反應，可能會優化實驗結果。我們透過加入不同的弱酸、弱鹼調節火龍果果汁的酸鹼值。本實驗將探討在不同酸鹼環境下火龍果的染色結果。

(二)實驗流程：

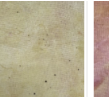
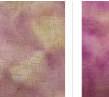
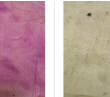
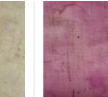
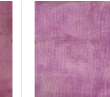
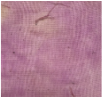
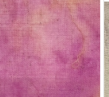
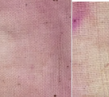
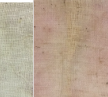
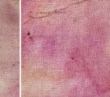
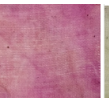
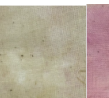
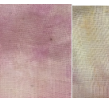
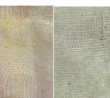
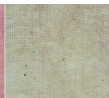
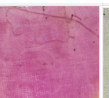
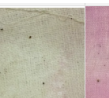
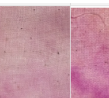
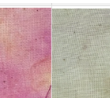
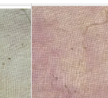
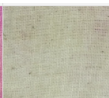
1. 分別在每種火龍果汁濃度(30%、50%、70%)加入弱酸(pH5)、弱鹼(pH9)或不加(中

性)

- 分別將已浸泡過助染劑且未浸泡媒染劑、已浸泡過助染劑且有浸泡媒染劑(0.3%、0.5%、0.7%)之白礬、藍礬、綠礬)的6*6公分棉布, 浸入不同濃度(30%、50%、70%)的火龍果汁溶液中
- 取出浸泡後的棉布並自然風乾
- 清洗棉布並曬乾
- 使用手機拍照, 用電腦軟體(ImageJ)檢測RGB值, 並轉換成HSV值
- 紀錄實驗結果

(三)實驗結果:

媒染劑種類	無	白礬0.7%	藍礬0.7%	綠礬0.7%	白礬0.5%	藍礬0.5%	綠礬0.5%	白礬0.3%	藍礬0.3%	綠礬0.3%
70%未添加										
色調(H)	335	335	46	331	328	49	342	322	48	328
飽和度(S)	36.2	51.6	34.9	44.1	43.5	32.2	35.1	52.7	36.3	47.8
明度(V)	62.5	60.6	68.5	61.6	56.6	66.2	60.1	62.8	67.1	60.5
70%鹼性										
色調(H)	31.7	331	47	274	333	53	1	332	43	344
飽和度(S)	36	35.9	31.2	44	43.6	28.2	25.8	37.7	29.8	25
明度(V)	69.5	60.3	66.6	50.7	57.6	71.4	59.5	70.1	65	70.7
70%酸性										
色調(H)	323	329	50	338	330	52	346	330	48	332
飽和度(S)	44.1	41.1	34.2	50.2	60.6	24.8	27	41	35.8	45
明度(V)	61.5	60.5	61.4	55	62.4	71.9	67.1	70.5	64.9	61.4
50%未添加										
色調(H)	322	322	51	334	268	53	348	322	47	339
飽和度(S)	42.8	40.7	23.9	28.1	50.7	29.4	31.2	40.6	28.9	30.6
明度(V)	75.2	57.6	66.6	78.7	70.9	67.4	70.5	70.5	70.6	71.8
50%鹼性										
色調(H)	356	356	50	356	345	58	355	339	44	352
飽和度(S)	28	16	27.7	29.4	39.2	76.6	28.2	28	23	24.9
明度(V)	76	70.9	70.6	77.5	75.1	67.2	72.1	76.3	69.9	73.3

50%酸性										
色調(H)	336	300	120	300	300	278	399	300	45	388
飽和度(S)	41.1	41.4	20.2	20.1	46.3	63.1	42.1	37.6	29.4	34
明度(V)	73	73.5	68	70.5	69.9	70.9	68.2	73.2	69.9	73.4
30%未添加										
色調(H)	336	339	44	357	359	55	19	347	53	19
飽和度(S)	32.5	42.2	20.2	22	22.8	11.6	24.9	32.9	9	21.4
明度(V)	76.7	74.4	70.8	73.4	74.8	71.6	72.1	76.1	69.1	72.1
30%鹼性										
色調(H)	339	344	51	354	33	61	35	360	56	12
飽和度(S)	30.7	33.9	17.3	21.9	20	11.7	17.9	23.3	12.5	26
明度(V)	75.6	73.7	68.4	72.9	70.6	68	72.7	76	69.7	71.8
30%酸性										
色調(H)	332	333	52	345	343	61	17	343	55	4
飽和度(S)	36.3	43.7	13	24.1	32	9.8	22	29	12.1	23.9
明度(V)	73.9	76.6	70.9	75.1	78.5	70.2	73.9	77.6	71.5	73.2

經由實驗發現火龍果汁在不同酸鹼度對於染布效果有顯著影響。在弱酸性條件下，染布顏色最深、最鮮豔，符合起初的假設。

五、結論與生活應用

本次實驗旨在探討火龍果汁作為天然染色劑，在不同的果汁濃度下的染色結果，以及媒染劑與助染劑對於染色效果的影響。在多次失敗並調整後，我們完成了多種媒染劑的試驗，並成功得到實驗結果，以下是我們的結論：

1. 助染劑在染布的過程中確實有其必要
2. 火龍果汁濃度越高則染色效果越好
3. 白礬作為媒染劑的染色效果最好
4. 媒染劑的濃度對於染色效果影響不大
5. 火龍果汁在酸性的環境下染色效果最好

有關於應用的方面，我們有以下幾個想法：

1. 天然染劑的環保應
2. 服裝與家具用品的染劑應用

3. 與地方經濟發展的結合

從最一開始一件衣服的意外染色啟發，到最後的成功染製布料，這次實驗不僅驗證了天然染料的可行性，也展現了科學探索的樂趣。

參考資料

https://ws.tfri.gov.tw/001/Upload/OldFile/files/專訊_140-3-2.pdf

<https://ezgo.ardswc.gov.tw/fruit/zh-tw/season-fruit/7>

[Natural dyes in modern textile dyehouses — how to combine experiences of two centuries to meet the demands of the future? | ScienceDirect](#)

[How To Use Iron Powder \(Ferrous Sulfate\) | Botanical Colors](#)

[Mordants: How to Safely Prepare a Mild Copper Mordant | Wearing Woad](#)