

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 化學科

佳作

030204

不能說的 X—揭開植物化酒為水的奧秘

學校名稱：臺北市立中正國民中學

作者： 國二 林巧兒	指導老師： 林靖堯
---------------	--------------

關鍵詞：膳食纖維、化酒為水、蛋白質變性

摘要

植物纖維中可食者稱「膳食纖維」，選擇常用蔬果做實驗，期望對人類有所裨益。本實驗經由**觀察植物化酒為水的現象**，藉**膳食纖維的特性**，去探討其原因與「**分子間作用力**」的相關性：

- 一、「**非水溶性**」膳食纖維可以**吸收酒精和水份**。
- 二、膳食纖維有很多親水基團，而水的極性大於酒精，但實驗卻發現**植物親酒精更勝於水**：
 - (一) 酒精和水發生「**競爭取代**」的現象。
 - (二) 膳食纖維有**親脂端會吸油**，而酒精也有親脂端。
- 三、極性分子有正極偶、負極偶，利用 TDS & EC（總溶解固體量與電導度）測量儀，測出膳食纖維可**吸引電解質**。
- 四、蛋白質在酒精、醋酸、鹽酸中會產生變性，而「**水溶性**」膳食纖維可以**吸附蛋白質**形成保護膜，減少變性。

壹、研究動機

陸璣《疏義》：「昔有南人修舍用此木，誤落一片入酒瓮中，酒化為水也」此木指的是枳椇子；《雷公炮炙論》云：「**弊算淡鹵，如酒沾交**」，甌中用的算（竹器），能夠淡鹽味，就像酒沾到了交（交加枝；枳椇枝）就變成水。在酒精毒害的世代裡，要如何解決這個棘手的問題呢？我使用枳椇子及同為「鼠李科」且較普遍的紅棗，並用生活中唾手可得的蔬果來進行一連串的實驗，由中探討植物化酒為水的可能性。應用八上自然與生活科技課本2-2水溶液的理化觀念，藉由酒精的體積及濃度的變化，去探討植物讓酒精濃度下降的原因。

貳、研究目的

- 一、證實植物化酒為水的真偽
 - (一) 監測枳椇子和同是「鼠李科」的紅棗，是否可以降低酒精濃度？
- 二、證實植物化酒為水的有效成分部位
 - (一) 藥效（植物水溶性成分）將酒精轉化為水？
 - (二) 植物纖維（植物非水溶性成分）吸收了酒精？
- 三、探討植物「化酒為水」與「分子間作用力」的關聯性

(一) 驗證「非水溶性」膳食纖維對酒精（極性物質）、油（非極性物質）及食鹽水（電解質）的吸收能力？

(二) 驗證「水溶性」膳食纖維對蛋白質的吸附性？

參、研究設備及器材

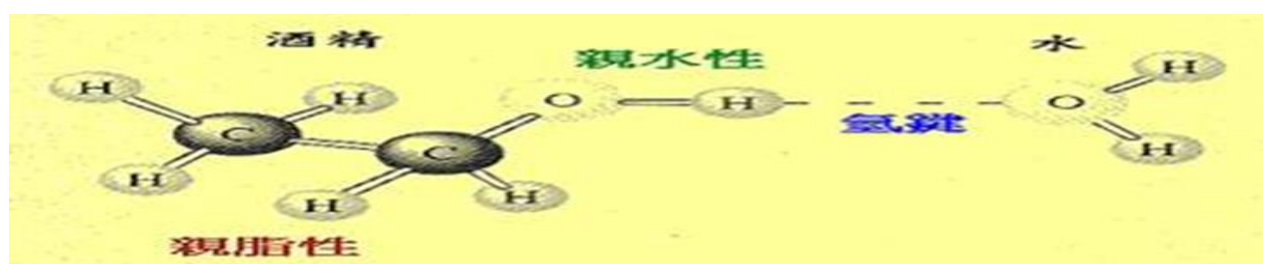
設備 器具	量筒、瓶子、漏斗、酒精測度計、TDS&EC 測量儀、電子秤、蒸煮鍋、果汁機、碗、盤、筷子、剪刀
材料	75%酒精、無煙鹽酸、工研醋、食用油、優碘、蒸餾水、食鹽、紅棗、枳椇子、蒜頭、白花菜、橄欖、高麗菜、芭樂、蔥、蕃薯葉、小白菜、黑木耳、蕃茄、蘋果、橘子、香蕉

肆、研究過程或方法

一、蒐集可以應用的知識：

(一) 酒精的理化特性：

酒精，室溫下，無色揮發性液體。酒精分子的親水性基團（羥基）與水分子形成氫鍵，加大分子間的吸引力，使分子間距離更近，所以酒精與水混合後，酒精溶液體積會縮小。酒精分子另一部份為親脂性，能使酒精擴散穿過胃壁細胞。



（圖示酒精分子有親水端與親脂端，親水端會與水分子形成氫鍵）

(二) 膳食纖維的理化特性：

膳食纖維又稱「非澱粉性多醣」，由各種單醣分子結合組成的大分子結構，可分為水溶性和非水溶性，含有很多親水性基團（羥基、羧基側鏈基團）可吸收水份及酒精，也可以與弱酸性陽離子產生離子交換作用。由於膳食纖維不能被人體消化吸收，因此能在人體腸道內形成具一定通透性的纖維層，形成物理性的機械隔離作用。



(圖示膳食纖維結構含有羥基及羧基的親水性基團)

(三) 極性分子：

分子極性是因分子內電荷分佈不均而產生正電荷端及負電荷端，像磁鐵一樣，兩個分子靠近，就會產生同極相斥，異極相吸的現象，而氫鍵可視為讓兩個磁鐵吸引在一起的力量。

(四) 蛋白質變性：

蛋白質變性是指蛋白質在某些物理和化學因素作用下其特定的空間構象被改變，導致理化性質改變和生物活性喪失。蛋白質浸泡於酒精中，由於極性分子間的作用力，同極相斥、異極相吸的結果，造成蛋白質分子構形的改變，使蛋白質變性。

(五) TDS & EC 測量儀：測量 TDS（總溶解固體量）與 EC（電導度）的儀器。

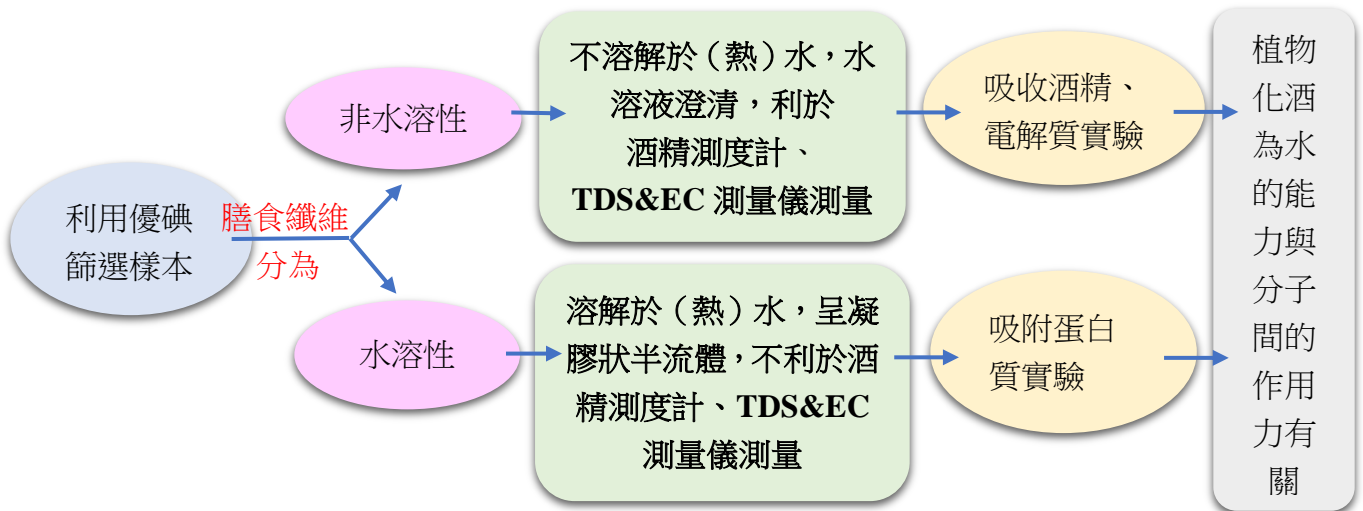
1. **TDS** (Total dissolved solids)：總溶解固體量 (mg/L)，含鹽份和固體雜質的總量，TDS 值越高，水中含有的雜質越多。
2. **EC** (Electrical conductivity)：電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)，水中的電解質會解離成離子，而具有導電能力，與離子的有無、離子的濃度、價數、離子間的相對濃度和溶液的溫度有關，所以電導度的大小為水中電解質含量多寡的指標。

(六) 酒精測度計：

1. 酒精測度計是測量酒精溶液裡的酒精含量（體積百分濃度）。利用比重的原理，水的比重較酒精大，酒精的濃度越低，比重越大，酒精測度計下沉就越少。
2. 測量方法：標準溫度下（約20 度）將酒精測度計垂直放入酒精中，穩定後與液面頂部平齊的讀數為酒精含量。

二、設定【實驗架構】，逐步實驗，揭開謎底：

【植物可以薄酒淡鹵嗎？為什麼？】



三、【實驗一】驗證枳椇子和紅棗是否可以化酒為水

(一) 實驗步驟：

1. 取樣：將優碘滴入紅棗及枳椇子果肉內，使果肉呈黃褐色（無澱粉）取之。









膳食纖維屬非澱粉性多醣，利用優碘遇澱粉變藍紫色特性，來篩選無澱粉（黃褐色）的樣本。

2. 配製不同濃度的酒精並以酒精測度計實測：







***計算濃度公式**：酒精的量 (mL) / 總溶液量 (mL)
 = 酒精濃度 (%) × 酒精溶液的量 (mL) / 酒精溶液的量 (mL) + 多加上的水的量 (mL)









標號	①	②	③	④
內容	75 %酒精100 mL	75 %酒精100 mL + 50 mL 的水	75 %酒精100 mL + 200 mL 的水	75 %酒精100 mL + 400 mL 的水
公式	$75\% \times 100 \text{ mL}$	$75\% \times 100 \text{ mL}$	$75\% \times 100 \text{ mL}$	$75\% \times 100 \text{ mL}$
	100 mL	100 mL + 50 mL	100 mL + 200 mL	100 mL + 400 mL
結果	75 %酒精	50 %酒精	25 %酒精	15 %酒精

圖示				
酒精測度計 實際測試				

3. 對照組和實驗組：

- (1) 對照組：取60 mL 的水、15 度酒精、25 度酒精及100 mL 的50 度酒精，各放入空瓶，加蓋靜置。測量24 小時、48 小時及72 小時酒精的體積（用量筒測量）及濃度（用酒精測度計測量）。
- (2) 實驗組：取15 克紅棗和15 克枳椇子，各別浸泡在裝有60 mL 的水、15 度酒精、25 度酒精及100 mL 的50 度酒精的瓶子中，加蓋靜置。測量24 小時、48 小時及72 小時酒精的體積及濃度。

① 取 樣	 紅棗15 克			 枳椇子15 克								
② 實 驗 照 片 浸 泡	 (A) (B) (C)			 (D) (E) (F)			 (G) (H) (I)			 (J) (K) (L)		
	實 驗 組	(A)紅棗 + 水60 mL (B)枳椇子 + 水60 mL	(D)紅棗 + 15 度酒精60 mL (E)枳椇子 + 15 度酒精60 mL	(G)紅棗 + 25 度酒精60 mL (H)枳椇子 + 25 度酒精60 mL	(K)紅棗 + 50 度酒精100 mL (L)枳椇子 + 50 度酒精100 mL							
	對 照 組	(C)水60 mL	(F)15 度酒精60 mL	(I)25 度酒精60 mL	(J)50 度酒精100mL							




③ 測量 體積 及 濃度								
	(a)紅棗 + 水60 mL (b)枳椇子+水60 mL	(d)紅棗 + 15 度酒精60 mL (e)枳椇子 + 15 度酒精60 mL	(f)紅棗 + 25 度酒精60 mL (g)枳椇子 + 25 度酒精60 mL	(h)紅棗 + 50 度酒精100 mL (i)枳椇子 + 50 度酒精100 mL				

註：實驗中50 度酒精之所以取100 mL 而不取60 mL，是因為酒精測度計在60 mL 下會碰觸到量筒底部而無法測量，所以增加體積至100 mL，使酒精測度計可以浮起，便於測量。

四、【實驗二】觀察酒精與水分的競爭取代現象

(一) 實驗步驟：

1. 將15 克的紅棗和枳椇子各浸泡水100 mL，加蓋靜置，測量體積，不再變化即飽和。
2. 將已吸水飽和的紅棗及枳椇子浸泡50 度酒精100 mL，加蓋靜置，測量酒精的體積及濃度。

① 使紅棗、枳椇子吸水 	② 測量體積 	③ 體積不再 變化，表 示飽和	④ 將吸水飽和 的紅棗、枳 椇子浸泡 50 度酒精 100 mL	⑤ 測量酒精體積及濃度 
---	--	--------------------------	---	---

五、【實驗三】證實植物化酒為水的有效成分部位

(一) 實驗步驟：

1. 利用傳統中藥煎湯法，分別將15 克的紅棗和15 克枳椇子的放入蒸煮鍋中，加入 2 碗水（200 mL），煎煮成1 碗水（100 mL）。
2. 將樣本分為水溶液部份及果實部份（非水溶液部份）。
3. 測量水溶液部份及果實部份對酒精影響的程度：
 - (1) 測量水溶液部份化酒為水的能力：










① 對照組：將50 mL 的水加入15 度酒精50 mL 中，瓶子加蓋靜置，測 24、

48、72 小時酒精的體積及濃度。

- ② 實驗組：各取50 mL 的紅棗浸液和枳椇子浸液，加入15 度酒精50 mL 中，瓶子加蓋靜置，測量24、48、72 小時酒精的體積及濃度。

(2) 測量果實部份化酒為水的能力：

將蒸煮過的紅棗和枳椇子果實，分別加入60 mL 的15 度酒精中，瓶子加蓋靜置，測量24、48、72 小時酒精的體積及濃度。

①將果實加水加蓋煮沸			②將水溶液及果實分開	
				
加蓋煮沸	紅棗	枳椇子	紅棗	枳椇子
③測量水溶液及果實對酒精的影響				
				
紅棗水溶液	枳椇子水溶液	紅棗果實	枳椇子果實	

六、【實驗四】驗證非水溶性膳食纖維可降低酒精濃度

















(一) 實驗步驟：

1. 取樣：取多樣蔬果，用優碘篩選非澱粉性多醣（**膳食纖維**），採用蔬果如下：

註：每100 克蔬果中膳食纖維的含量（克）

每100 克蔬果	蒜頭	白花菜	橄欖	高麗菜	芭樂
膳食纖維含量（克）	4.2	2.0	4.0	1.3	3.3

2. 加水煮沸：將篩選過的樣本（蒜頭、白花菜、橄欖、高麗菜、芭樂）各取15 克，**蒸煮後，採用果實**（非水溶液部份）。
3. 浸泡：將蒸煮過的果實浸泡於60 mL 的15 度酒精中，加蓋靜置。
4. 測量：測量24 小時、48 小時、72 小時酒精的體積及濃度。

	蒜頭	白花菜	橄欖	高麗菜	芭樂
①取樣 滴優碘，選呈黃褐色者					
②加水煮沸 增加水溶性成分溶出					
③浸泡 蒸煮過的果實浸泡在15度酒精60 mL 中					
④測量 用量筒及酒精測度計測量酒精體積及濃度					

七、【實驗五】測量非水溶性膳食纖維能否吸收電解質

(一) 實驗步驟：





1. 用優碘篩選非澱粉性多醣的非水溶性膳食纖維，採用的蔬果如下：

註：每100 克蔬果中膳食纖維含量（克）

每100 克蔬果	蔥	蕃薯葉	高麗菜	蒜頭	小白菜
膳食纖維含量（克）	2.5	3.3	1.3	4.2	1.2

2. 測量非水溶性膳食纖維對電解質的吸收能力：

- (1) 將食鹽少許（0.1克 ~0.2 克）分別放入5 個裝水（200 mL）的碗中攪拌使溶於水，成為食鹽水。
- (2) 測量蒸餾水及5 個碗中食鹽水的 TDS 及 EC 值（使用 TDS & EC 測量儀）。
- (3) 再將蔬菜（蔥、蕃薯葉、高麗菜、蒜頭、小白菜）2~3 克，分別置入5 碗食鹽水中約20 秒，再測 TDS 及 EC 值。

① 測量蒸餾水的 TDS 及 EC 值	② 測量食鹽水的 TDS 及 EC 值	③ 加入蔬菜	④再測 TDS 及 EC 值
			

八、【實驗六】測量非水溶性膳食纖維能否吸收油（非極性物質）

(一) 實驗步驟：15 克紅棗及枳椇子分別浸泡於 50 mL 油品，加蓋靜置，測量油品的體積

 食用油	① 15克紅棗及枳椇子 分別浸泡50 mL 油 品，加蓋靜置		
		② 測紅棗油品體積	③ 測枳椇子油品體積

九、【實驗七】觀察水溶性膳食纖維對蛋白質的吸附性

(一) 實驗步驟：

- 蛋白質的變性實驗：觀察雞肉在不同浸液中，顏色是否變白、質地是否變硬？
將雞肉浸於 (1)水中 (2)酒精（15 度及 25度）中 (3)〔實驗一〕得到的 0 度酒精的紅棗及枳椇子浸液中，24 小時，觀察其變化。
- 水溶性膳食纖維能否保護蛋白質免於變性：觀察雞肉浸於含水溶性膳食纖維的蔬果泥後，可否形成保護膜阻隔酒精、醋酸、鹽酸，而減少變性程度？
(1) 將黑木耳、蕃茄、蘋果（含皮）、橘子（含皮）、香蕉（含皮）等富含水溶性膳食纖維的蔬果加水於果汁機各自打成泥。

註：每 100 克蔬果（不含皮）中的膳食纖維含量（克）

每 100 克蔬果	黑木耳	蕃茄	蘋果	橘子	香蕉
膳食纖維含量（克）	7.4	1.2	1.7	1.5	1.6

- 將黑木耳泥加熱形成黏性物質。
- 將雞肉（約 2~3 克，厚薄約一致）浸於蔬果泥中各 5 分鐘。

				
黑木耳泥	蕃茄泥	蘋果泥	橘子泥	香蕉泥

(4) 觀察對照組及實驗組的雞肉，浸泡酒精、醋酸及鹽酸，50 mL 的變化：

對照組：將生雞肉，浸於 ①15 度、25 度、50 度酒精 (C₂H₅OH) ②4.5 % 醋酸 (CH₃COOH) ③12%鹽酸 (HCl)

實驗組：將浸泡過水溶性膳食纖維的雞肉，浸於 ① 15 度、25 度、50 度 酒精 (C₂H₅OH) ②4.5 %醋酸 (CH₃COOH) ③12%鹽酸 (HCl)

① 浸泡15、25、50 度酒精	②浸泡於醋酸	③浸泡於鹽酸	觀察雞肉的變化
			

伍、研究結果

一、【實驗一】驗證枳椇子和紅棗是否可以化酒為水

(一) 測量結果：

1. 紅棗、枳椇子浸泡於水中的體積及酒精度的變化：

	小時 (hr)	0	24	48	72
水	體積 (mL)	60	60	60	60
	酒精度 (°)	0	0	0	0
水+紅棗	體積 (mL)	60	47	46	45
	酒精度 (°)	0	0	0	0
水+枳椇子	體積 (mL)	60	49	47	47
	酒精度 (°)	0	0	0	0

2. 紅棗、枳椇子浸泡於15 %酒精的體積及酒精度的變化：

	小時 (hr)	0	24	48	72
15°酒精	體積 (mL)	60	60	60	60
	酒精度 (°)	15	15	15	15

15°酒精+紅棗	體積 (mL)	60	50	47	46
	酒精度 (°)	15	1	0	0
15°酒精+枳椇子	體積 (mL)	60	50	49	47
	酒精度 (°)	15	0	0	0

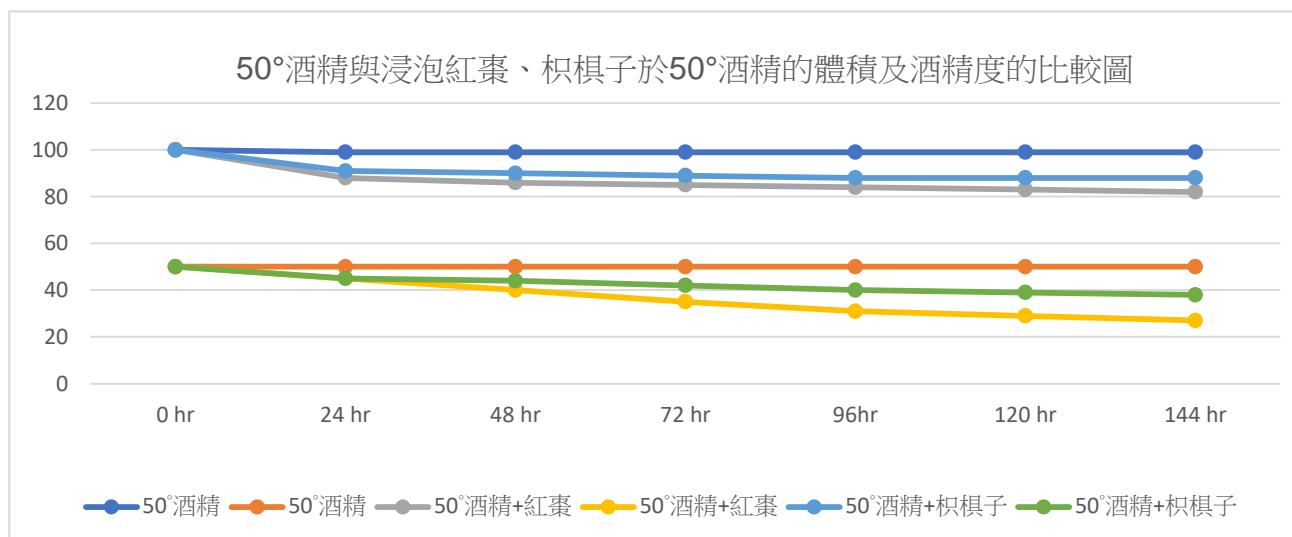
3. 紅棗、枳椇子浸泡於25 %酒精的體積及酒精度的變化：

	小時 (hr)	0	24	48	72
25°酒精	體積 (mL)	60	60	60	59
	酒精度 (°)	25	25	25	25
25°酒精+紅棗	體積 (mL)	60	48	46	44
	酒精度 (°)	25	12	3	0
25°酒精+枳椇子	體積 (mL)	60	50	49	48
	酒精度 (°)	25	9	6	2

4. 紅棗、枳椇子浸泡於50 %酒精的體積及酒精度的變化：

	小時 (hr)	0	24	48	72	96	120	144
50°酒精	體積 (mL)	100	99	99	99	99	99	99
	酒精度 (°)	50	50	50	50	50	50	50
50°酒精+紅棗	體積 (mL)	100	88	86	85	84	83	82
	酒精度 (°)	50	45	40	35	31	29	27
50°酒精+枳椇子	體積 (mL)	100	91	90	89	88	88	88
	酒精度 (°)	50	45	44	42	40	39	38

(註：上表觀察時間超過72 小時的原因，是希望能看到植物化酒為水。)



(二)結果論述：

由實驗一的數據可知，紅棗與枳椇子的確具有化酒為水的功效，當15 克的紅棗浸泡於60 mL、25 度的酒精溶液中，經過72 小時後紅棗可將酒精完全吸收；當15克的枳椇子浸泡於60 mL、15 度的酒精溶液中，則經過24 小時後枳椇子可將酒精完全吸收。

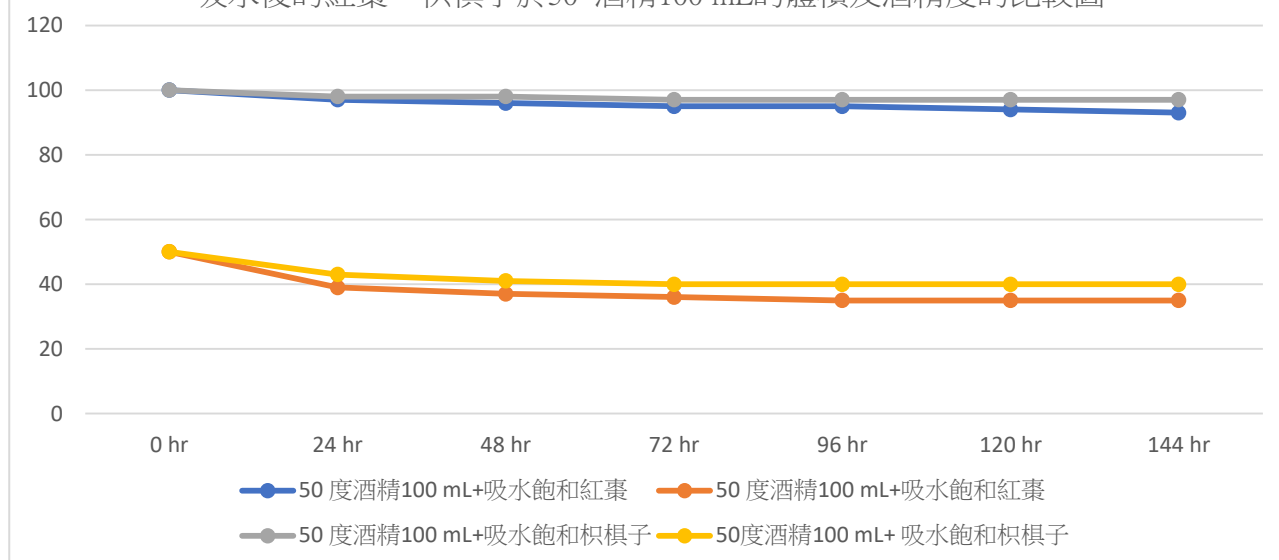
二、【實驗二】觀察酒精與水分的競爭取代現象

(一) 測量結果：

紅棗、枳椇子的吸水情形								
	小時 (hr)	0	36	64	72	96		
水100 mL+15 克紅棗	體積 (mL)	100	84	84	飽和			
水100 mL+15 克枳椇子	體積 (mL)	100	88	87	85	85		

吸水後的紅棗、枳椇子浸泡50°酒精100ml 的體積及酒精度變化								
	小時 (hr)	0	24	48	72	96	120	144
50 度酒精100 mL+ 吸水飽和紅棗	體積 (mL)	100	97	96	95	95	94	93
	酒精度 (°)	50	39	37	36	35	35	35
50 度酒精100 mL+ 吸水飽和枳椇子	體積 (mL)	100	98	98	97	97	97	97
	酒精度 (°)	50	43	41	40	40	40	40

吸水後的紅棗、枳椇子於50°酒精100 mL的體積及酒精度的比較圖



(二) 結果論述：

1. 紅棗吸水36 小時，枳椇子吸水72 小時後，水的體積就沒變化，代表已經飽和。
2. 吸水飽和的紅棗、枳椇子浸泡於酒精溶液中，仍可使酒精濃度下降，最終達到一個穩定的濃度。
3. 與【實驗一】比較，有吸水飽和的果實與無吸水的果實，降低酒精濃度的能力並無差別。以72 小時為例，50 度酒精濃度的變化：

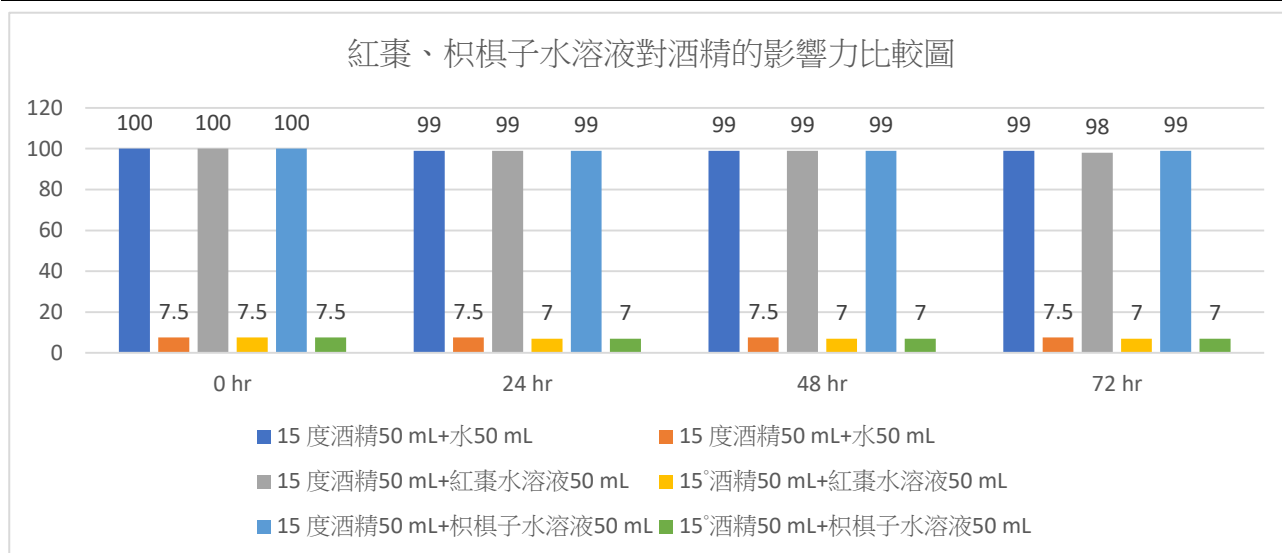
	無吸水果實	吸水飽和果實
紅棗	50° → 35°	50° → 36°
枳椇子	50° → 42°	50° → 40°

4. 所以不論植物有沒吸水，都不會影響植物對酒精的吸收能力，而酒精度下降的原因可能是酒精與水發生競爭取代，酒精被植物吸收，而水份被釋出了，因為酒精溶液的體積變化不大。

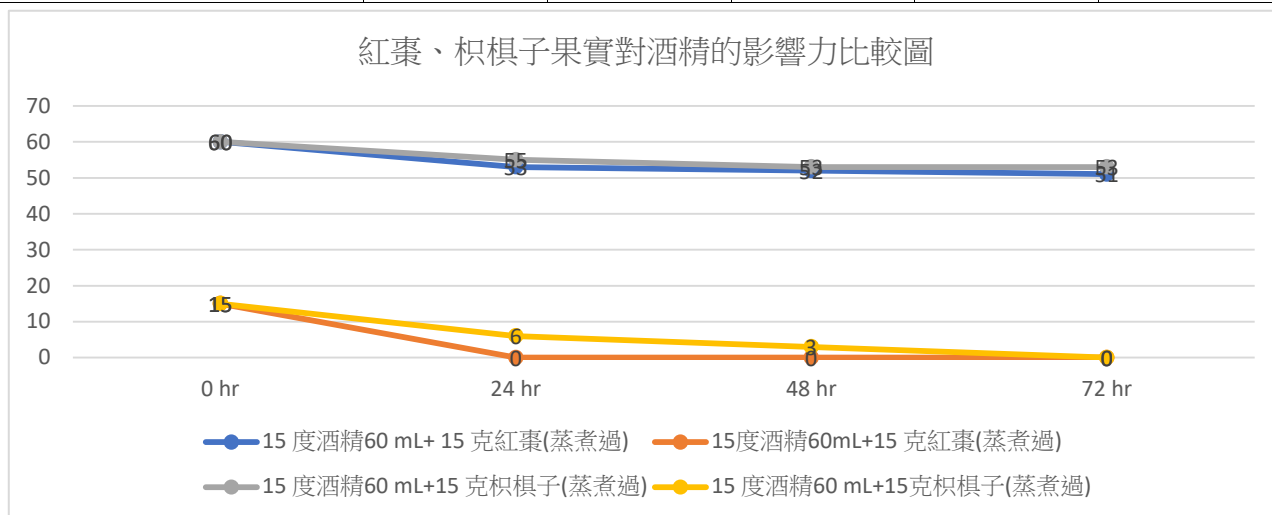
三、【實驗三】證實植物化酒為水的有效成份部位

(一) 測量結果：

紅棗、枳椇子水溶液對酒精的影響力					
	小時 (hr)	0	24	48	72
15 度酒精50 mL+水50 mL	體積 (mL)	100	99	99	99
	酒精度 (°)	7.5	7.5	7.5	7.5
15 度酒精50 mL+ 紅棗水溶液50 mL	體積 (mL)	100	99	99	98
	酒精度 (°)	7.5	7	7	7
15 度酒精50 mL+ 枳椇子水溶液50 mL	體積 (mL)	100	99	99	99
	酒精度 (°)	7.5	7	7	7



紅棗、枳椇子果實對酒精的影響力					
	小時 (hr)	0	24	48	72
15 度酒精60 mL+ 15 克紅棗(蒸煮過)	體積 (mL)	60	53	52	51
	酒精度 (°)	15	0	0	0
15 度酒精60 mL+ 15 克枳椇子(蒸煮過)	體積 (mL)	60	55	53	53
	酒精度 (°)	15	6	3	0



(二) 結果論述：

1. 水溶液部份：

(1) 15 度酒精50 mL 加水50 mL，酒精的濃度變成 7.5 度

【算式： $(15\% \times 50\text{ mL}) \div (50\text{ mL} + 50\text{ mL}) \times 100\% = 7.5\%$ 】

(2) 植物經熱水萃取的水溶液50 mL 加入15 度酒精50 mL 後，濃度為7.0 度，相較對照組（只加水50 mL）只少0.5 度，可視為水溶液幾乎無化酒為水之功效。

(3) 經測量酒精度及體積，不因時間的變化而變化，表示水溶液內的成份不會改變酒精濃度。

(4) 酒精和水混合後體積稍許減少（從100 mL 變成99 mL），可能是酒精和水混合後形成氫鍵而更緊密，使體積縮小。

2. 果實部份：

(1) 果實經過加水煮沸後，所含水溶性的成分或酶，已被溶出或破壞，變因減少，剩下就是非水溶性成分，而非水溶性纖維耐高溫。

(2) 經測量，煮過的紅棗24 小時和枳椇子72 小時內就把15 度酒精變成0 度，仍有

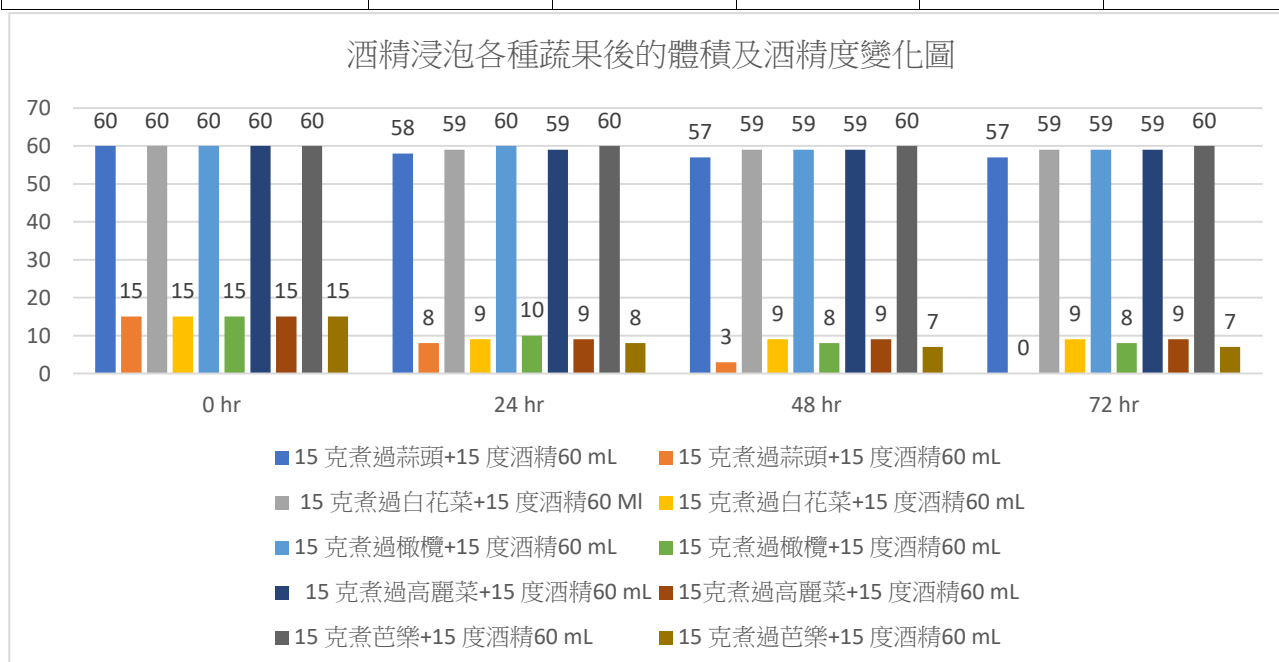
化酒為水之效，而且紅棗的效果比枳椇子好。

(3) 所以可以解酒的物質仍存在於果實內，推論是非水溶性纖維，而100 克的紅棗有膳食纖維7.7 克。

四、【實驗四】驗證水不溶性膳食纖維可降低酒精濃度

(一) 測量結果：

	小時 (hr)	0	24	48	72
15 克煮過蒜頭 +15 度酒精60 mL	體積 (mL)	60	58	57	57
	酒精度 (°)	15	8	3	0
15 克煮過白花菜 +15 度酒精60 mL	體積 (mL)	60	59	59	59
	酒精度 (°)	15	9	9	9
15 克煮過橄欖 +15 度酒精60 mL	體積 (mL)	60	60	59	59
	酒精度 (°)	15	10	8	8
15 克煮過高麗菜 +15 度酒精60 mL	體積 (mL)	60	59	59	59
	酒精度 (°)	15	9	9	9
15 克煮過芭樂 +15 度酒精60 mL	體積 (mL)	60	60	60	60
	酒精度 (°)	15	8	7	7



(二) 結果論述：本實驗所使用之蒜頭、白花菜、橄欖、高麗菜、芭樂，經水煮沸後，吸收熱水的非水溶性膳食纖維，仍可繼續吸收酒精，第24 小時酒精度都有明顯下降，平均降低41.3 %，而體積卻無明顯變化，蒜頭第72 小時就讓酒精度變成0 度，證實非水溶性膳食纖維（不受熱破壞）有降低酒精濃度的能力。

五、【實驗五】測量非水溶性膳食纖維能否吸收電解質

(一) 測量結果：

	TDS (mg/L)	EC (μ S/cm)
蒸餾水	2	5
食鹽水	373	794
食鹽水+蔥	338	717
淨值	-35	-77
食鹽水	580	1235
食鹽水+蕃薯葉	506	1082
淨值	-74	-153
食鹽水	820	1748
食鹽水+高麗菜	679	1459
淨值	-141	-289
食鹽水	869	1829
食鹽水+蒜頭	712	1762
淨值	-157	-67
食鹽水	854	1824
食鹽水+小白菜	679	1459
淨值	-175	-365

(二) 結果論述：蒸餾水屬純水，不導電不含雜質，TDS 和 EC 值應該為0，使用 TDS&EC 測量儀測量，TDS 和 EC 值分別為2和5，準確度滿高的。蔬菜浸於食鹽水後，食鹽水的 TDS 和 EC 值皆下降，表示電解質減少，證實非水溶性膳食纖維可吸收電解質。

六、【實驗六】測量非水溶性膳食纖維能否吸收油（非極性物質）

(一) 測量結果：

紅棗及枳椇子吸收油品的情形						
	小時 (hr)	0	24	48	72	96
紅棗	體積 (mL)	50	42	41	40	39
枳椇子	體積 (mL)	50	40	40	40	39


(二) 結果論述：油品體積有減少，前24 小時降最多，平均達20 %，表示植物可以吸收油。

七、【實驗七】觀察水溶性膳食纖維對蛋白質的吸附性

(一) 觀察結果：

【實驗7-1】雞肉浸於不同溶液24 小時的變化					
	肉+水	肉+15°酒精	肉+25°酒精	肉+0°酒精浸液 (枳椇子)	肉+0°酒精浸液 (紅棗)
雞肉 變化					
顏色	外：白 內：淡粉	外：白 內：淡粉	外：白 內：白	外：褐 內：粉褐	外：淡褐 內：粉褐
質地	硬度+-	硬度+	硬度++	軟	軟
剪刀剪半	尚易	易	易	不易	不易
變性程度	2	3	4 (最多)	1	1 (最少)
【實驗7-2】觀察水溶性膳食纖維是否能保護蛋白質減少變性					
【實驗7-2-1】雞肉浸於酒精後1 小時的變化					
		15°酒精	25°酒精	50°酒精	
生雞肉					
	顏色	外內皆粉白	外內皆粉白	外白內褐	
	質地	軟	軟	硬	

生雞肉+木耳				
	顏色	外內皆粉紅	外內皆粉紅	外粉白內褐
	質地	軟	軟	軟
生雞肉+蕃茄				
	顏色	外粉白內粉褐		
	質地	軟		
生雞肉+橘子				
	顏色	外白褐內褐		
	質地	軟		
生雞肉+蘋果				
	顏色	外白(50°酒精白色較厚)內褐		
	質地	軟		
生雞肉+香蕉				
	顏色	外粉褐內褐		
	質地	軟		
【實驗7-2-2】雞肉浸於醋酸中30 分鐘的變化				
	生雞肉	生雞肉+木耳	生雞肉+蕃茄	

圖片			
顏色	外內皆白	外粉白內粉紅	外粉白內粉褐
質地	軟	軟	軟
	生雞肉+橘子	生雞肉+蘋果	生雞肉+香蕉
圖片			
顏色	外粉褐內粉紅	外內皆粉褐	外粉褐內粉紅
質地	軟	軟	軟

【實驗7-2-3】雞肉浸於鹽酸中1 分鐘的變化

	生雞肉	生雞肉+木耳	生雞肉+蕃茄
圖片			
顏色	外內皆白	外內皆白	外粉白內粉褐
質地	硬+++	硬+++	軟
	生雞肉+橘子	生雞肉+蘋果	生雞肉+香蕉
圖片			
顏色	外內皆白	外白內褐	外褐白內褐
質地	硬++	硬+	硬++

(二) 結果論述：

1. 【實驗7-1】紅棗及枳椇子0 度酒精浸液，變性程度最少肉質最接近原始生雞肉。
2. 【實驗7-2】浸泡蔬果泥的雞肉，浸於不同濃度的酒精及醋酸後，質地仍是軟的；但在強酸鹽酸下質地皆偏硬，唯浸泡蕃茄泥的雞肉，仍是軟的，以變性速度而言，生雞肉約5~10 秒即變白變硬，而浸泡蔬果泥的雞肉都是浸泡鹽酸一分鐘後所呈現的結果，相較於生雞肉，水溶性膳食纖維在防變性上仍是有一定的效果。

陸、討論

一、【實驗一】驗證枳椇子和紅棗是否可以化酒為水

(一) 紅棗、枳椇子於不同濃度的酒精溶液中，濃度皆會下降，探討其原因：

1. 紅棗、枳椇子浸泡於水中：
 - (1) 三天後水的體積：紅棗減少15 mL、枳椇子減少13 mL。密閉空間中水份不會散失，表示水份被植物吸收。
 - (2) 第一天植物吸水量最多，枳椇子吸水量於第二、第三天沒變化，表示吸水飽和。
2. 紅棗、枳椇子浸泡於15 %酒精：
 - (1) 酒精度表示酒精體積百分濃度，酒精15 度 = 酒精15 %（體積百分濃度）。
 - (2) 紅棗及枳椇子幾乎一天就可以讓酒精度從15 度變成0 度（化酒為水）。
 - (3) 紅棗、枳椇子於第一天，酒精溶液體積都從60 mL 變成50 mL，減少10 mL，表示10 mL 被吸收，其中包含水份和酒精。
 - (4) 為進一步了解植物吸收酒精、水份情形，以下列公式對酒精和水份每天的吸收量做細部探討：

植物吸收的酒精量：利用酒精體積變化量求得

$$(M_1 \times V_1) - (M_2 \times V_2)$$

【註】：M→溶液濃度。 V→溶液體積。 t_1 →第一天。 t_2 →第二天。】

① 第一天紅棗對酒精的吸收量：

$(15 \% \times 60 \text{ mL}) - (1 \% \times 50 \text{ mL}) = 7.9 \text{ mL}$ ，紅棗吸收的10 mL 酒精溶液中，酒精佔7.9 mL，水佔2.1 mL。

② 第一天枳椇子對酒精的吸收量：

$(15\% \times 60 \text{ mL}) - (0\% \times 50 \text{ mL}) = 9 \text{ mL}$ ，第一天酒精度達0度，0度酒精溶液代表已無酒精，就是9 mL的酒精全被吸收，一天的吸收量10 mL的酒精溶液中，酒精佔9 mL，水佔1 mL，表示吸收9 mL酒精因未達飽和仍可吸收1 mL的水。

③ 酒精被吸收的量遠比水多，故紅棗、枳椇子較喜歡吸收酒精勝過水。

3. 紅棗、枳椇子浸泡於25 %酒精

(1) 第一天吸收酒精的量：

① 紅棗： $(25\% \times 60 \text{ mL}) - (12\% \times 48 \text{ mL}) = 9.24 \text{ mL}$

酒精溶液吸收量 $60 \text{ mL} - 48 \text{ mL} = 12 \text{ mL}$ 中，酒精佔9.24 mL，水佔2.76 mL。

② 枳椇子： $(25\% \times 60 \text{ mL}) - (9\% \times 50 \text{ mL}) = 10.5 \text{ mL}$ 。

酒精溶液吸收量 $60 \text{ mL} - 50 \text{ mL} = 10 \text{ mL}$ 中，酒精佔10.5 mL，水佔-0.5 mL。

【註】： 負數的產生→表示水分從植物內被酒精取代出來：植物從浸泡液中把酒精吸收進植物內，把植物內的水釋至浸泡液中。】

(2) 第二天吸收酒精的量：(按以上計算方式求出)

① 紅棗：酒精溶液吸收的量2 mL中，酒精佔4.38 mL，水佔-2.38 mL。

② 枳椇子：酒精溶液吸收的量1 mL中，酒精佔1.56 mL，水-0.56 mL。

(3) 第三天吸收酒精的量：

① 紅棗：酒精溶液吸收的量2 mL中，酒精佔1.38 mL，水佔0.62 mL。

② 枳椇子：酒精溶液吸收的量1 mL中，酒精佔1.98 mL，水佔-0.98 mL。

4. 紅棗、枳椇子浸泡於50 %酒精

(1) 第一天吸收酒精的量：

① 紅棗：酒精溶液吸收的量12 mL中，酒精佔10.4 mL，水佔1.6 mL。

② 枳椇子：酒精溶液吸收的量10 mL中，酒精佔9.05 mL，水佔0.95 mL。

(2) 第二天吸收酒精的量：

① 紅棗：酒精溶液吸收的量2 mL中，酒精佔5.2 mL，水佔-3.2 mL。

② 枳椇子：酒精溶液吸收的量1 mL 中，酒精佔1.35 mL，水佔－0.35 mL。

(3) 第三天吸收酒精的量：

① 紅棗：酒精溶液吸收的量1 mL 中，酒精佔4.65 mL，水佔－3.65 mL。

② 枳椇子：酒精溶液吸收的量1 mL 中，酒精佔2.22 mL，水佔－1.22 mL。

(4) 第四天吸收酒精的量：

① 紅棗：酒精溶液吸收的量1 mL 中，酒精佔3.71 mL，水佔－2.71 mL。

② 枳椇子：酒精溶液吸收的量1 mL 中，酒精佔2.18 mL，水佔－1.18 mL。

(5) 第五天吸收酒精的量：

① 紅棗：酒精溶液吸收的量1 mL 中，酒精佔1.97 mL，水佔－0.97 mL。

② 枳椇子： $(40\% \times 88 \text{ mL}) - (39\% \times 88 \text{ mL}) = 0.88 \text{ mL}$ (酒精的量)

酒精溶液吸收量 $88 \text{ mL} - 88 \text{ mL} = 0 \text{ mL}$ 中，酒精佔**0.88 mL**，水佔**－0.88 mL**，
表示枳椇子所吸收的水份全被酒精取代出來。

(6) 第六天吸收酒精的量：

① 紅棗：酒精溶液吸收的量1 mL 中，酒精佔1.83 mL，水佔－0.83 mL。

② 枳椇子： $(39\% \times 88 \text{ mL}) - (38\% \times 88 \text{ mL}) = 0.88 \text{ mL}$ (酒精的量)

酒精溶液吸收量 $88 \text{ mL} - 88 \text{ mL} = 0 \text{ mL}$ 中，酒精佔**0.88 mL**，水佔**－0.88 mL**，
表示枳椇子所吸收的水份全被酒精取代出來。

5. 從第五天、第六天來看，酒精被吸收多少量，水份就被取代出來多少量。

6. 總結：

(1) 紅棗對酒精及水的吸收量 (mL)：

紅棗對酒精的吸收量	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6
15°酒精溶液60 mL	7.9					
25°酒精溶液60 mL	9.24	4.38	1.38	總量剛好是15 mL		
50°酒精溶液100 mL	10.4	5.2	4.65	3.71	1.97	1.83
紅棗對水的吸收量	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6

15°酒精溶液60 mL	2.1					
25°酒精溶液60 mL	2.76	-2.38	0.62			
50°酒精溶液100 mL	1.6	-3.2	-3.65	-2.71	-0.97	-0.83

(2) 枳椇子對酒精及水的吸收量 (mL)：

枳椇子對酒精吸收量	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6
15°酒精溶液60 mL	9					
25°酒精溶液60 mL	10.5	1.56	1.98	總量14.4 mL		
50°酒精溶液100 mL	9.05	1.35	2.22	2.18	0.88	0.88
枳椇子對水的吸收量	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6
15°酒精溶液60 mL	1					
25°酒精溶液60 mL	-0.5	-0.56	-0.96			
50°酒精溶液100 mL	0.95	-0.35	-1.22	-1.18	-0.88	-0.88

(3) 植物對酒精溶液的吸水量呈負數可能有下列情形：

- ①人為的因素如判讀、操作上的失誤。
- ②植物釋放某些物質，改變酒精溶液的比重或黏稠度而影響酒測計的判讀。
- ③水份從植物纖維中被酒精取代出來。

(4) 由以下兩個例子證明吸水量呈現負數的原因：

① 以紅棗對25 度酒精溶液60 mL 的吸收量 (mL)為例：

紅棗對酒精的吸收量	Day1	Day2	Day3	總量
25 度酒精溶液60 mL	9.24	4.38	1.38	15
紅棗對水的吸收量	Day1	Day2	Day3	總量
25 度酒精溶液60 mL	2.76	-2.38	0.62	1

紅棗第三天儀表顯示酒精度為0，酒精吸收量剛好是酒精的全量($25\% \times 60 \text{ mL} = 15 \text{ mL}$)，準確度滿高，表示人為誤差及溶液黏性變化極少，以第二天為例，酒精溶液=酒精+水，酒精溶液只被吸收2 mL，而酒精卻被吸收4.38 mL，所以水份必須增加2.38 mL，既然排除以上兩點誤差，那麼水份來源應該是由已被紅棗吸收的水份釋放出來。

② 以枳椇子對50度酒精溶液100 mL的吸收量（mL）為例：

植物對酒精溶液的濃度和體積變化		Day3	Day4	Day5	Day6
50°酒精+枳椇子	體積（mL）	89	88	88	88
	酒精度（°）	42	40	39	38

枳椇子對酒精的吸收量	Day4	Day5	Day6
50°酒精溶液100 mL	2.18	0.88	0.88
枳椇子對水的吸收量	Day4	Day5	Day6
50°酒精溶液100 mL	-1.18	-0.88	-0.88

從第4天開始，酒精溶液的體積一直維持在88 mL，體積變化是0，而酒精度卻一直減少，觀察枳椇子對酒精的吸收量，第5天、第6天都維持0.88 mL，因體積沒有變化，所以水的吸收量剛好是-0.88 mL，我把它解釋成「完全取代」，即酒精把水從枳椇子中完全取代出來，也就是酒精一直被吸收進去的量等於水一直被擠出來的量，表示酒精佔據原本水與纖維的結合位置，將水取代出來。

(二) 設計【實驗二】，來證實酒精與水份是否發生競爭取代的現象。

二、【實驗二】觀察酒精與水分的競爭取代現象

(一) 證實酒精和水份發生「競爭取代」：吸水飽和的紅棗、枳椇子，仍可繼續讓酒精度下降，酒精繼續被吸收而水份繼續被排出。

(二) 吸水飽和的紅棗、枳椇子，吸收酒精和水份的情形：

紅棗對酒精的吸收量	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	總量
50°酒精溶液100 mL	12.17	2.31	2.27	0.95	0.35	0.35	18.4
紅棗對水的吸收量	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	總量
50°酒精溶液100 mL	-9.17	-1.31	-1.27	-0.95	-0.65	-0.65	-14
枳椇子對酒精的吸收量	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	總量
50°酒精溶液100 mL	7.86	1.96	1.38	0	0	0	11.2
枳椇子對水的吸收量	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	總量
50°酒精溶液100 mL	-5.86	-1.96	-0.38	0	0	0	-8.2

1. 第5天起，紅棗吸收酒精的量和水份被釋放出來量成一定比例。
2. 第4天起，枳椇子吸收達飽和，酒精不再被吸收，水份不再被釋出。
3. 酒精一直被吸收而水份一直被取代出，**但酒精被吸收的總量比水份被釋出來的總量多**，這可能表示植物某些位置可讓酒精佔領，而不能被水份佔領，或者酒精可以通過，水份不能通過，而我也將設計【實驗六】來證實它。

(三) 從【實驗一】的數據分析，雖可以證明實驗的準確度，且競爭取代的現象也從【實驗二】中證實，但我仍然想改善這個實驗過程，去排除酒精測度計判讀的干擾因子，看看除了酒精被吸收外，植物的「藥效」是否也發揮作用？我設計【實驗三】來證實它。

三、【實驗三】證實植物化酒為水的有效成分部位

(一) **轉化**是一種化學反應，反應物經化學變化成為不同於反應物的產物的過程。

(二) **吸收**是指吸附的液體浸入或者溶解於另一液體或固體中的過程。

(三) 修正實驗過程後，所得數據仍證實，酒精被植物吸收，非「藥效」轉化酒精成水。

1. 本實驗是進一步修正【實驗一】的過程，利用將植物**加水煮沸**，分離出「水溶液」及「**果實**」的部份，藉以排除影響酒精溶液的比重或黏稠度干擾因子，而影響酒精測度計的判讀，進而強化了【實驗一】【實驗二】的論述，確認**非水溶性纖維**吸收酒精，並與水發生競爭取代，而達到化酒為水之效。

- (1) 水溶液的部份，含果實內可溶於水的成分，如水溶性纖維、蛋白質(酶)、維生素、醣類等，而這些物質可能會影響溶液的比重或黏稠度及酒精測度計的判讀。

- (2) 果實的部份，**既然果實內干擾因子已被排除**，所剩的即「**非水溶性纖維**」。

- (3) **水溶液部份化酒為水的能力**，經72 小時測量結果，**酒精度並沒有變化**，即水溶液的**成分無法將酒轉化為水**。

- (4) **果實部份化酒為水的能力**，經 72 小時測量結果，**酒精濃度逐漸下降直至 0 度**，證明化酒為水之效，乃「**非水溶性纖維**」吸收酒精所致。

2. 探討枳椇子與紅棗**非水溶性纖維**每天吸收酒精和水份的情形：

- (1) 第一天吸收酒精的量

① 紅棗：酒精度達0 度代表酒精全量9 mL($15\% \times 60 \text{ mL} = 9 \text{ mL}$)被吸收。

(註：紅棗酒精度已達0 度，因此第二、三天便不再記錄其酒精吸收量)

② 枳椇子： $(15\% \times 60 \text{ mL} - 6\% \times 55 \text{ mL}) = 5.7 \text{ mL}$ ，就是吸收的5 mL 溶液中
($60 \text{ mL} - 55 \text{ mL} = 5 \text{ mL}$)，酒精佔了5.7 mL，而水只佔了-0.7 mL。

(2) 第二天吸收的酒精量：

枳椇子： $(6\% \times 55 \text{ mL} - 3\% \times 53 \text{ mL}) = 1.71 \text{ mL}$ ，也就是吸收的2 mL 溶液中
($55 \text{ mL} - 53 \text{ mL} = 2 \text{ mL}$)，酒精佔1.71 mL，水只佔0.29 mL。

(3) 第三天吸收的酒精量：

枳椇子： $(3\% \times 53 \text{ mL} - 0\% \times 53 \text{ mL}) = 1.59 \text{ mL}$ ，也就是吸收的0 mL 溶液中
($53 \text{ mL} - 53 \text{ mL} = 0 \text{ mL}$)，酒精佔1.59 mL，水佔-1.59 mL。

表示吸收的酒精完全取代水，將水釋出來。

(4) 第三天枳椇子酒精度達0 度，酒精全被吸收 ($5.7\text{mL} + 1.71\text{mL} + 1.59\text{mL} = 9\text{mL}$)

(5) 在 15 度酒精溶液 60 mL 中，枳椇子對酒精及水吸收量的總結：

	第1天	第2天	第3天	總量
枳椇子對酒精的吸收量(mL)	5.7	1.71	1.59	9
枳椇子對水的吸收量(mL)	-0.7	0.29	-1.59	-2

(四) 取多種可食蔬果之**非水溶性膳食纖維**來做實驗，若得到同樣的結果，就可證實**非水溶性膳食纖維**可以吸收酒精降低酒精濃度。我設計【實驗四】來證實它。

四、【實驗四】驗證非水溶性膳食纖維可降低酒精濃度

(一) 多種蔬果之**非水溶性膳食纖維**都證實可以薄酒：

1. 儘量選擇多種「**非水溶性**」膳食纖維的蔬果來做實驗，因不溶於水，可以減少影響溶液比重的干擾因素。
2. 重複【實驗三】的步驟，排除干擾因子，獲得較精準的**非水溶性膳食纖維**樣本，及較精確的測量。
3. 經實驗測量結果，**非水溶性膳食纖維**確實可以降低酒精濃度：
酒精濃度下降，但溶液體積卻無明顯變化，表示酒精一直被植物吸收，而水份被取代出來，也確立了「**競爭取代**」的機制。

(二) 實驗已證實植物可以薄酒，古人也觀察到植物可以淡鹵，它們依存什麼機轉？是否跟分子間的作用力有關？膳食纖維和酒精都是極性分子，有親水端和親脂端，這分子的特性是否能讓膳食纖維吸收食鹽水(電解質)、吸收油(非極性分子)、及吸附蛋白質(極性分子)，於是設計了【實驗五】【實驗六】【實驗七】，去證實它。

五、【實驗五】測量非水溶性膳食纖維能否吸收電解質

- (一) TDS 值越高水中雜質越多，EC 值越高電解質越多。
- (二) TDS&EC 測量儀須在澄清液測量，所以我選擇非水溶性膳食纖維來做實驗。
- (三) 利用蔬菜去吸收食鹽水，發現 TDS 和 EC 值都下降了：
 - 1. NaCl 於水中會解離成鈉離子（正離子）及氯離子（負離子）
 - 2. 植物會吸引離子，使得溶液中的離子變少，TDS 和 EC 值就下降。
 - 3. 實驗發現有些植物不能在食鹽水裡停留太久，否則 TDS 和 EC 值會上升。
 - 4. 是否跟滲透壓有關？水份會往高滲透壓的方向移動，直到平衡為止，TDS 和 EC 值不是一直上升就是一直下降，直到平衡為止。實驗測得的 TDS 和 EC 值是先降再升，所以不是滲透壓造成的。可能原因是植物內的物質或農藥會被溶出、或者植物吸收水份使離子的濃度增加。

六、【實驗六】測量非水溶性膳食纖維能否吸收油（非極性物質）

- (一) 油品體積逐漸減少，表示植物可以吸收油品（非極性）。
- (二) 可能油品填充了果實內的空隙，或脂溶性物質透過親脂性部份的纖維進入植物。
- (三) 這也是植物吸收酒精（有親脂端）的量會比水被取代出來的量多的原因。

七、【實驗七】觀察水溶性膳食纖維對蛋白質的吸附性

- (一) 蛋白質變性實驗：觀察雞肉於不同溶液中的變性程度
 - 1. 雞肉顏色愈白、質地愈硬，變性程度愈高
 - 2. 實驗得到 0 度酒精的紅棗、枳椇子浸液，變性程度比酒精及水還小的原因：
 - (1) 水及酒精本身是都是極性分子，使同是極性分子的蛋白質發生變性，而在植物浸液中，植物已將酒精吸收了，所以蛋白質變性程度較小。
 - (2) 自來水中或經水稀釋的酒精裏面含有電解質，而植物浸液中的電解質大部份被植物吸收，所以變性程度較小。
- (二) 水溶性膳食纖維是否可以吸附蛋白質？

1. **吸附**是指某種物質附著在某表面上，使得表面上產生由吸附物構成的膜。
2. 蛋白質是胺基酸組成的，胺基酸是極性分子，有胺基(—NH₂)和羧基(—COOH)，推測可跟膳食纖維的羧基(—COOH)及羥基(—OH)因分子間作用力結合，而附著在蛋白質表面形成纖維層，實驗若能證實它的阻隔效果，使蛋白質變性減少，就能證實水溶性膳食纖維因分子間作用力而吸附在蛋白質上。
3. 藉由觀察浸泡**蔬果泥**的雞肉與生雞肉在酒精、醋酸及鹽酸下的變性程度，來判斷**水溶性膳食纖維**是否可以吸附蛋白質，在其表面構成膜，減小變性程度。
4. 實驗發現：
 - (1) 生雞肉浸泡蔬果泥之後，再浸泡鹽酸、醋酸、酒精，變性程度較生雞肉緩和。
 - (2) 蔬果泥會在生雞肉上形成保護膜(纖維層)，形成物理性的機械隔離作用：纖維分子自己結合成的纖維層，一面分枝可與蛋白質結合，另一面分枝可與鹽酸、醋酸、酒精結合，隔開蛋白質和鹽酸、醋酸、酒精。
5. 此實驗在模擬水溶性膳食纖維在胃酸環境下，是否可以保護胃壁。

柒、結論

古人觀察植物可以薄酒淡鹵，我設計實驗去證實它的真偽，並利用分子的特性，去探討它的機轉，是否與分子間的作用力有關，得到以下的結論：

- 一、枳椇子和紅棗在不同濃度的酒精下，都可以降低酒精濃度，而方便取得的紅棗，化酒為水的能力比枳椇子好。
- 二、造成枳椇子和紅棗降低酒精濃度的原因，不是酒精被「藥效」轉化成水，而是果實內的纖維吸收了酒精。
- 三、經過多種蔬果的測試，證實水不溶性膳食纖維可以吸收酒精，降低酒精濃度。
- 四、植物化酒為水與分子間的作用力有關：

(一) **非水溶性膳食纖維**可吸收極性物質(酒精、水)、非極性物質(油)、電解質(食鹽水)。

1. 纖維分子間結合力較強，所以把酒精和水份吸引過去(將原本在酒精溶液中鍵結在一起的酒精分子和水分子分離)，而植物吸收酒精的量一定大於水，才會使酒精度變為0度，而實驗也證實了這一點。

2. 非水溶性膳食纖維吸收酒精溶液過程中，經由濃度體積運算，計算出被植物吸收的水份會被酒精取代出來。在吸水飽和的植物中，也發現它們仍可繼續吸收酒精，酒精濃度明顯下降，但溶液體積卻無明顯變化，證實水份被酒精取代出來，我把這現象稱之為「**競爭取代**」。
3. 水的極性大於酒精，為什麼非水溶性膳食纖維卻偏好吸收酒精？從植物吸油實驗發現，纖維可以吸油，所以纖維有親水端，也有親脂端，酒精利用親水端與纖維結合，透過親脂端進入植物，造成植物吸收酒精的量比水被取代出來的量多，這也是植物會偏好吸收酒精的原因。
4. 蔬菜浸泡食鹽水後，食鹽水 TDS（總溶解固體量）和 EC（電導度）值下降，非水溶性膳食纖維吸收了電解質，而在變性實驗中也被證實了，比起水和酒精而言，紅棗和枳椇子吸收酒精後的0 度酒精浸液，浸泡一天的肉質最接近生雞肉，蛋白質變性程度最低。因為纖維吸收酒精，也吸收自來水中的電解質，影響分子間作用力的因子減少，蛋白質構形變化較少，變性程度就變低。

(二) **水溶性膳食纖維**可以吸附蛋白質（雞肉），形成保護膜，減少蛋白質在酒精、醋酸及鹽酸的變性程度。

1. 水溶性膳食纖維溶於水會形成黏性物質，可以吸附蛋白質，在其表面構成膜，如實驗中果汁機打成的蔬果泥，會黏附在雞肉的表面上。
2. 將雞肉浸於酒精、醋酸、鹽酸中觀察其變性程度，比起生雞肉，浸泡過蔬果泥的雞肉，質感較軟，顏色變白的程度較少，變性程度較小。
3. 水溶性膳食纖維，可在蛋白質表面形成纖維層，一面支鏈與蛋白質結合，另一面支鏈與酒精、醋酸，鹽酸結合，形成阻隔，蛋白質變性程度就比較緩和。

(三) 水溶性膳食纖維溶於水後會有黏性，無法用酒精測度計測量，所以本次實驗無法去證明它是否可以吸收酒精，但其結構與水不溶性膳食纖維相似，都含有親水基團，所以理論上水溶性膳食纖維應該是可以吸收酒精的。

五、蔬果含膳食纖維，不被熱及胃酸破壞，可以吸收酒精，**減少酒精被人體吸收**，再者水溶性膳食纖維可以吸附蛋白質，形成保護膜，在鹽酸下減少變性，推論**可以保護胃壁**，所以飲酒前能食以蔬果，可以減少酒精對人體的傷害。

捌、參考資料及其他

- 一、Waiting (2014) · 走歪路的小水流--探究極性分子的奧秘 · 科普寫作網路平台 · 取自
http://foundation.nmns.edu.tw/writing/hotnews2_detail.php?gid=4&id=294
- 二、膳食纖維 · MBA 智庫百科 · 取自
<https://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E8%86%B3%E9%A3%9F%E7%BA%A4%E7%BB%B4>
- 三、水果蔬菜中的物質可降低血液中酒精濃度 (2016年5月16日) · 壹讀 · 取自
<https://read01.com/7ARPGm.html>
- 四、膳食纖維的理化特性及其對人體的保健作用 (2018年5月21日) · 每日頭條 · 取自
<https://kknews.cc/zh-tw/health/zky5rm3.html>
- 五、蛋白質變性 · 華人百科 · 取自
<https://www.itsfun.com.tw/%E8%9B%8B%E7%99%BD%E8%B3%AA%E8%AE%8A%E6%80%A7/wiki-6374673-9810853>
- 六、導電度(2002年2月) · 教育百科 · 取自
<https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/Detail/?title=%E5%B0%8E%E9%9B%BB%E5%BA%A6%EF%BC%9B%E5%82%B3%E5%B0%8E%E4%BF%82%E6%95%B8>
- 七、酒精計 (2013年9月5日) · 台灣 Word · 取自
<http://www.twword.com/wiki/%E9%85%92%E7%B2%BE%E8%A8%88>
- 八、乙醇 (2019年5月20日) · 維基百科 · 取自
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B9%99%E9%86%87>
- 九、枳椇子養陰生津 古人靠它解酒 (2019年3月19日) · 翻爆 · 取自
<https://turnnewsapp.com/global/health/90140.html>
- 十、吸附 (2015年7月27日) · 維基百科 · 取自
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%90%B8%E9%99%84>
- 十一、化學反應 (2020年3月3日) · 維基百科 · 取自
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8C%96%E5%AD%A6%E5%8F%8D%E5%BA%94>
- 十二、衛生福利部食品藥物管理署 · 食品營養成份查詢 (2020年4月1日) · FDA 食品藥物消費者知識服務網 · 取自 <https://consumer.fda.gov.tw/Food/TFND.aspx?nodeID=178>

【評語】 030204

雖然化酒為水是來自於特別植物對酒精的吸收，學生可清楚具有張力的表達其想法，讓人印象深刻。

摘要

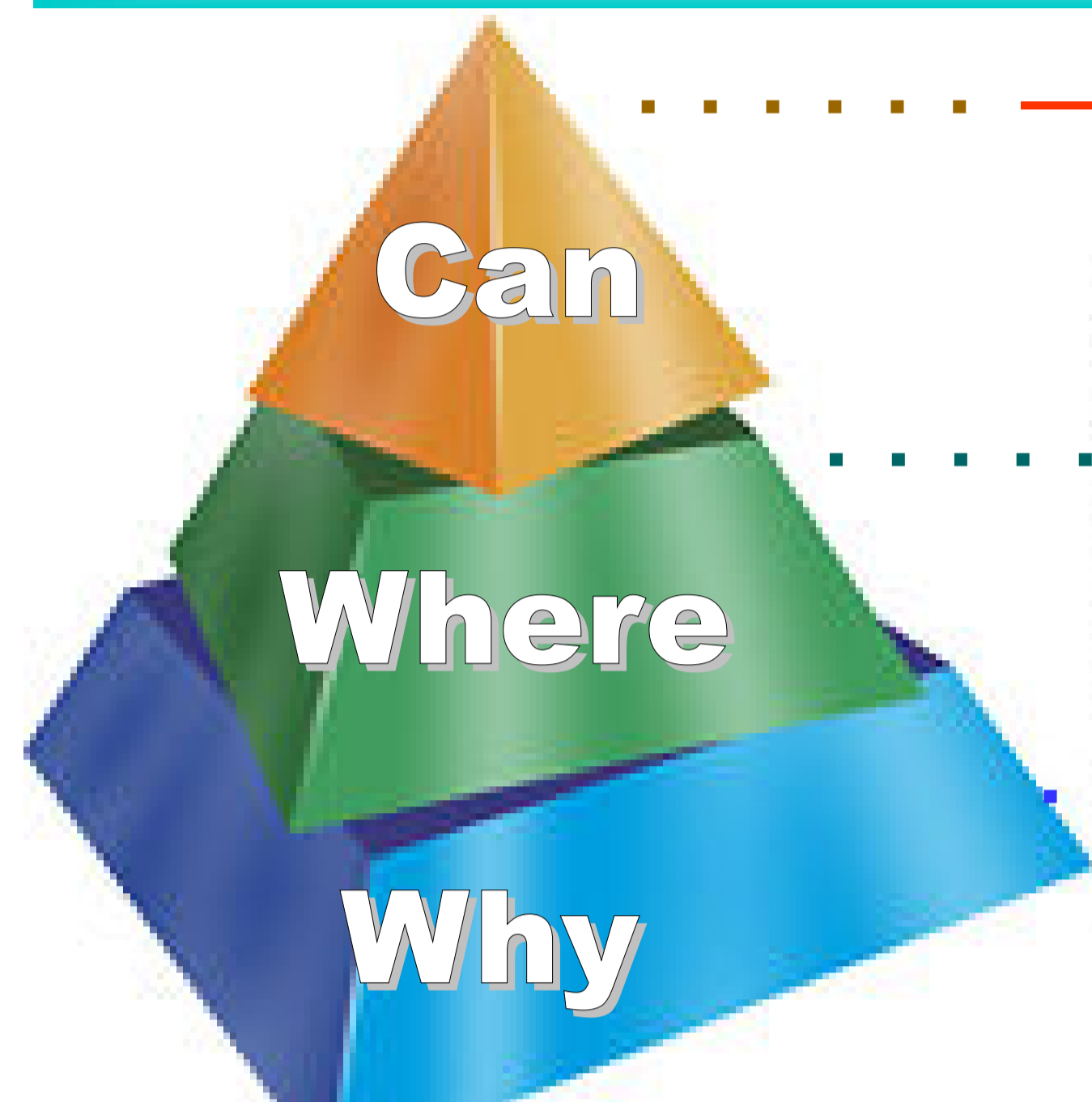
以觀察植物「化酒為水」出發，藉由「膳食纖維」特性，導出與「分子間作用力」的關聯

- 一、「非水溶性」膳食纖維可吸收酒精和水。
- 二、事實：膳食纖維親水基團很多，水的極性>酒精 → 卻發現：植物親酒精勝於水 → 原因：酒精和水「競爭取代」、膳食纖維和酒精都有親脂端。
- 三、極性分子有正、負偶極，以 TDS&EC 測量儀測出膳食纖維可吸引電解質。
- 四、「水溶性」膳食纖維可吸附蛋白質形成保護膜，減少在酒精、醋酸、鹽酸中的變性。

壹、研究動機

《疏義》：「昔有南人修舍用此木，誤落一片入酒瓮中，酒化為水」《雷公炮炙論》：「弊算淡鹵如酒沾交」，指出枳椇子化酒為水的功效，以枳椇子、較普遍的紅棗、日常食用的蔬果進行實驗，引出箇中緣故，在酒精毒害的時代期望對人類有所裨益。【應用八上自然與生活科技課本2-2水溶液】

貳、研究目的



一、證實植物化酒為水的真偽：枳椇子、紅棗能否降低酒精濃度？

二、找出植物化酒為水的有效部位

- (一)藥效(植物水溶性成分)將酒轉化為水？
- (二)植物纖維(植物非水溶性成分)吸收酒精？

三、探討植物化酒為水與「分子間作用力」的關聯

- (一)「非水溶性」膳食纖維對酒精(極性)、油(非極性)、食鹽水(電解質)的吸收力？
- (二)「水溶性」膳食纖維對蛋白質吸附性？

參、研究設備及器材

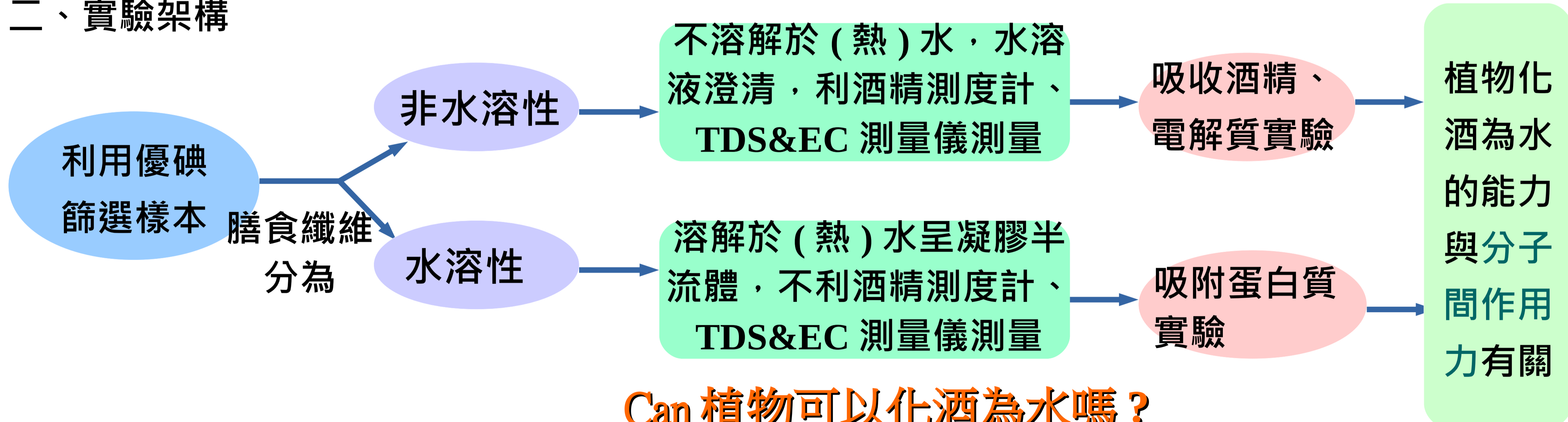
量筒、瓶子、酒精測度計、電子秤、蒸煮鍋、TDS&EC 測量儀、碗、盤、筷子、漏斗、剪刀、果汁機、75%酒精、無煙鹽酸、工研醋、食用油、優碘、食鹽、紅棗、枳椇子、蕃薯葉、白花菜、高麗菜、蒜頭、小白菜、橄欖、芭樂、蔥、薑、黑木耳、蘋果、蕃茄、香蕉、橘子

肆、研究過程或方法

一、蒐集知識(列出最重要的兩個)

酒精理化特性	膳食纖維理化特性
<p>酒精分子親水端與水分子形成氫鍵，加大分子間的吸引力，縮小分子間距離</p>	<p>-OH、-COOH為親水性基團，可吸收水、酒精</p>

二、實驗架構



Can 植物可以化酒為水嗎？

三、【實驗一】驗證枳椇子和紅棗是否可以化酒為水

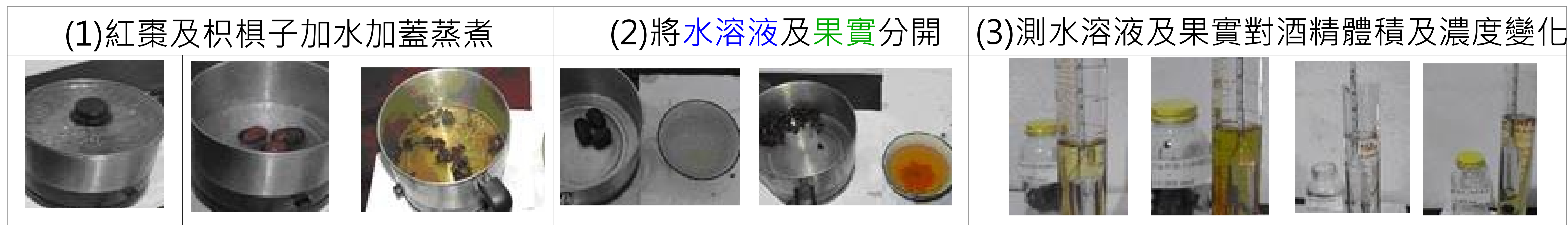
滴入優碘取褐黃色者	製作不同濃度酒精並用酒精測度計實測	果實浸於酒精並測酒精體積及濃度
<p>紅棗 枳椇子</p>	<p>75% 50% 25% 15%</p>	<p>浸泡 測量</p>

四、【實驗二】觀察酒精與水分的競爭取代

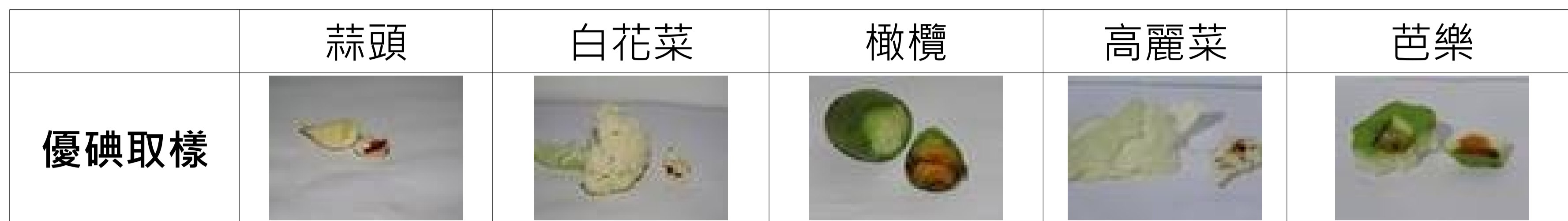
枳椇子、紅棗吸水	體積無變化表示吸水飽和	吸水飽和的果實浸泡 50%酒精 100mL測體積與酒精度的變化

Where 植物化酒為水的有效成分部位?

五、【實驗三】驗證植物化酒為水的有效成分部位



六、【實驗四】驗證非水溶性膳食纖維可降低酒精濃度



其他同【實驗三】
步驟(1)(2)(3)

Why 探討植物化酒為水與「分子間作用力」的關聯?

七、【實驗五】測量非水溶性膳食纖維能否吸收食鹽水



八、【實驗六】測量非水溶性膳食纖維能否吸收油



九、【實驗七】觀察水溶性膳食纖維對蛋白質的吸附性

(一)【實驗 7-1】觀察雞肉浸於水、酒精、實驗一所得0°酒精的紅棗及枳椇子浸液中24小時的變性程度

(二)【實驗 7-2】觀察雞肉浸於含水溶性膳食纖維的蔬果泥後，可否形成保護膜阻隔酒精、醋酸、鹽酸，避免變性



伍、研究結果 陸、討論

Can 植物可以化酒為水嗎?

一、【實驗一】驗證枳椇子和紅棗是否可以化酒為水

	小時(hr)	0	24	48	72	96	120	144
50°酒精+紅棗	體積(mL)	100	88	86	85	84	83	82
	酒精度(°)	50	45	40	35	31	29	27
50°酒精+枳椇子	體積(mL)	100	91	90	89	88	88	88
	酒精度(°)	50	45	44	42	40	39	38

	小時(hr)	0	24	48	72
25°酒精+紅棗	體積(mL)	60	48	46	44
	酒精度(°)	25	12	3	0
15°酒精+紅棗	體積(mL)	60	50	47	46
	酒精度(°)	15	1	0	0
15°酒精+枳椇子	體積(mL)	60	50	49	47
	酒精度(°)	15	0	0	0

結果 1. 紅棗及枳椇子在15°;紅棗在25°, 60mL酒精下, 72小時內酒精度都可降為0°, 達化酒為水之效
2. 在50°, 100mL酒精下, 可以降低酒精濃度, 有薄酒之效, 而且紅棗效果較好

討論 以枳椇子浸於50°酒精為例, 為何第4天以後酒精體積沒變, 酒精度卻一直下降?

用公式 $(M1 \times V1) - (M2 \times V2)$ (註: M→溶液濃度; V→溶液體積; 1→Day1; 2→Day2) 計算每天酒精吸收量, 例如計算第5天酒精吸收量 $(40\% \times 88) - (39\% \times 88) = 0.88(\text{mL})$, 第5、第6天酒精的吸收量都是0.88 mL, 因為溶液體積沒變, 所以水份被釋出0.88mL, 枳椇子內的水份被酒精取代出來, 此現象我稱之為競爭取代, 以【實驗二】證明此現象。

二、【實驗二】觀察酒精與水分的競爭取代現象

吸水後的紅棗、枳椇子浸泡 50°酒精 100mL 的體積及酒精度變化	小時(hr)	0	24	48	72	96	120	144
50°酒精100mL 吸水飽和紅棗	體積(mL)	100	97	96	95	95	94	93
	酒精度(°)	50	39	37	36	35	35	35
50°酒精100mL 吸水飽和枳椇子	體積(mL)	100	98	98	97	97	97	97
	酒精度(°)	50	43	41	40	40	40	40

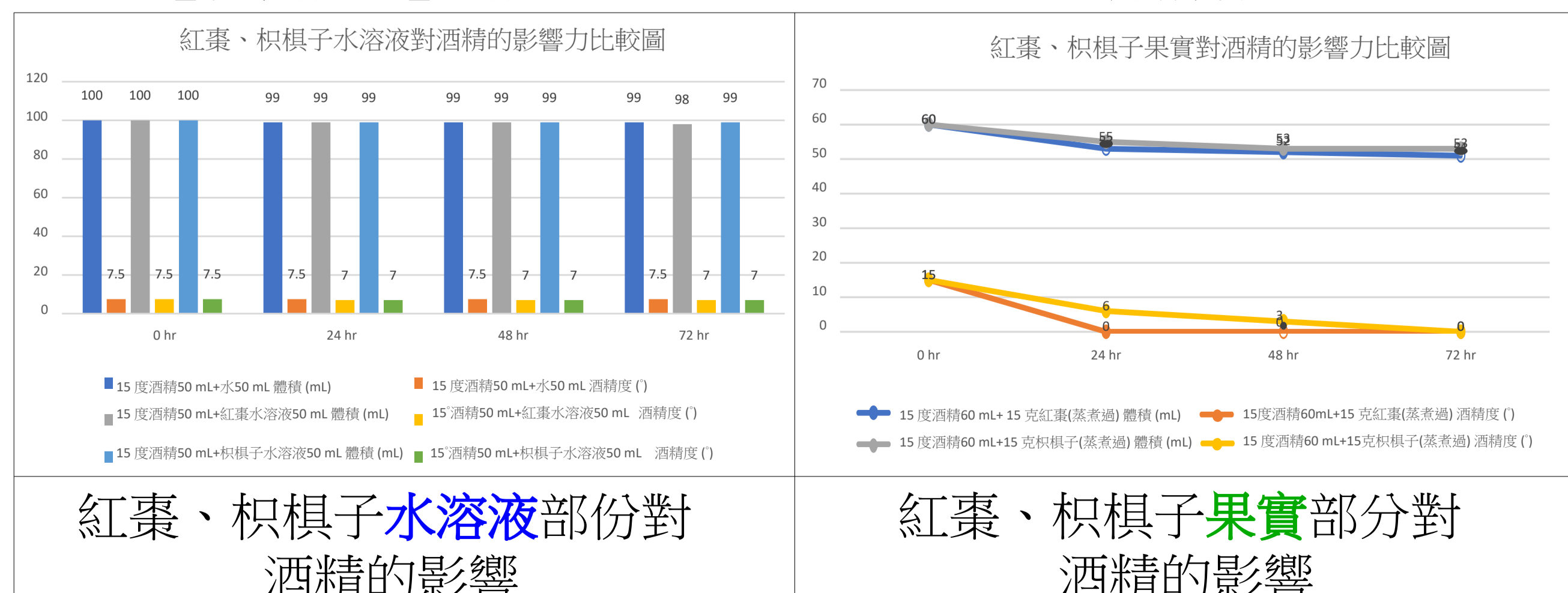
結果 吸水飽和的果實仍可降低酒精度 ~ 競爭取代成立

討論 為何酒精被吸收的總量 > 水份釋出的總量?

可能植物某些結構空間僅能讓酒精佔據, 或讓酒精通過而水份不能。設計【實驗六】證實

Where 植物化酒為水的有效成分部位?

三、【實驗三】驗證植物化酒為水的有效成分部位



結果 1. 水溶液部份對酒精度沒影響

2. 果實部份可以降低酒精度, 所以解酒的成分仍存在果實內
→ 非水溶性纖維 (100克紅棗含膳食纖維7.7克)

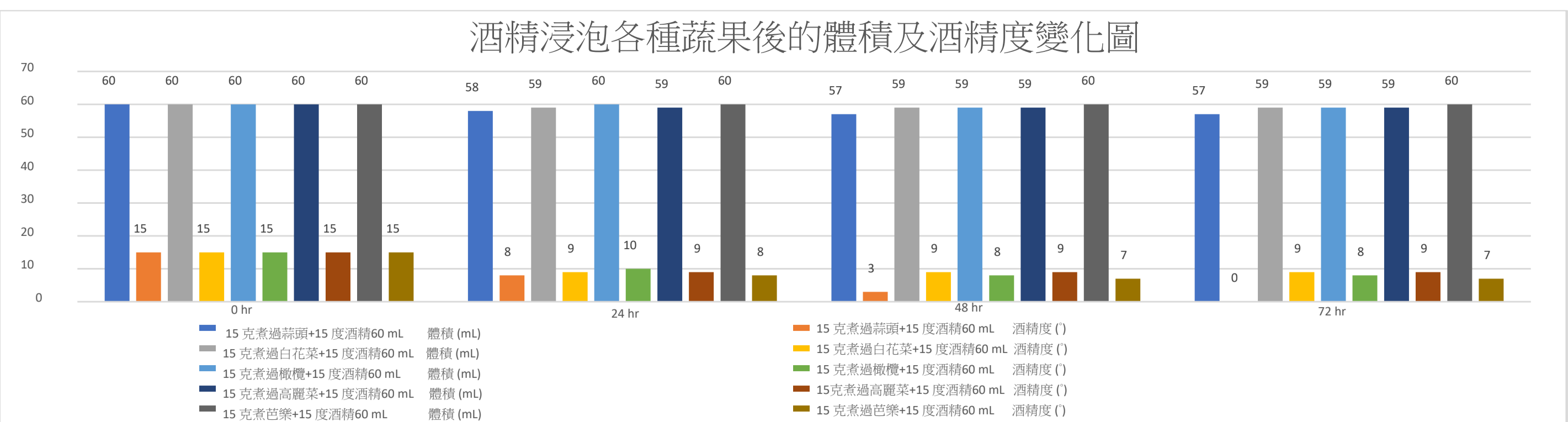
討論 為何將植物加水蒸煮?

1. 將果實從熱水溶液分離出來藉以排除影響酒精測度計判讀的干擾因子, 簡而言之就是將非水溶性纖維分離出來

2. 果實在高溫及吸水飽和情況下, 實驗結果符合競爭取代現象, 可以推論非水溶性膳食纖維可解酒

四、【實驗四】驗證非水溶性膳食纖維可降低酒精濃度

酒精浸泡各種蔬果後的濃度、體積變化					
	小時(hr)	0	24	48	72
15克煮過蒜頭 +15°酒精 60mL	體積(mL)	60	58	57	57
	酒精度(°)	15	8	3	0
15克煮過白花菜 +15°酒精 60mL	體積(mL)	60	59	59	59
	酒精度(°)	15	9	9	9
15克煮過橄欖 +15°酒精 60mL	體積(mL)	60	60	59	59
	酒精度(°)	15	10	8	8
15克煮過高麗菜 +15°酒精 60mL	體積(mL)	60	59	59	59
	酒精度(°)	15	9	9	9
15克煮過芭樂 +15°酒精 60mL	體積(mL)	60	60	60	60
	酒精度(°)	15	8	7	7



結果 體積幾乎沒變化，酒精度皆下降，蒜頭可降酒精度至0°

討論 植物的薄酒、古人的淡鹵和「分子間作用力」有關嗎？

膳食纖維、酒精是極性分子，有親水和親脂端，此特性能讓否膳食纖維吸收電解質、油(非極性)、吸附蛋白質(極性)？

【實驗五】 【實驗六】 【實驗七】

Why 探討植物化酒為水與「分子間作用力」的關聯？

五、【實驗五】測量水不溶性膳食纖維能否吸收食鹽水(電解質)

TDS&EC 淨值=(食鹽水+蔬菜) - (食鹽水)		
	TDS (mg/L)	EC (µS/cm)
	淨值	淨值
食鹽水+蔥	- 35	- 77
食鹽水+蕃薯葉	- 74	- 153
食鹽水+高麗菜	- 141	- 289
食鹽水+蒜頭	- 157	- 67
食鹽水+小白菜	- 175	- 365

結果 蔬菜浸於食鹽水後 TDS 和 EC 值皆下降(表示電解質減少)證實非水溶性膳食纖維可吸收電解質

討論 (一) TDS 和 EC 值都下降的原因：

1. NaCl 於水中解離成 Na⁺、Cl⁻
2. 植物會吸引離子，使溶液中的離子變少。

TDS：總溶解固體量(含鹽分、雜質)

EC：溶液的導電力。陰陽離子愈多導電度愈高

六、【實驗六】測量非水溶性膳食纖維能否吸收油(非電解質)

紅棗及枳椇子吸收油的情形						
	小時(hr)	0	24	48	72	96
紅棗	體積(mL)	50	42	41	40	39
	酒精(mL)	50	40	40	40	39

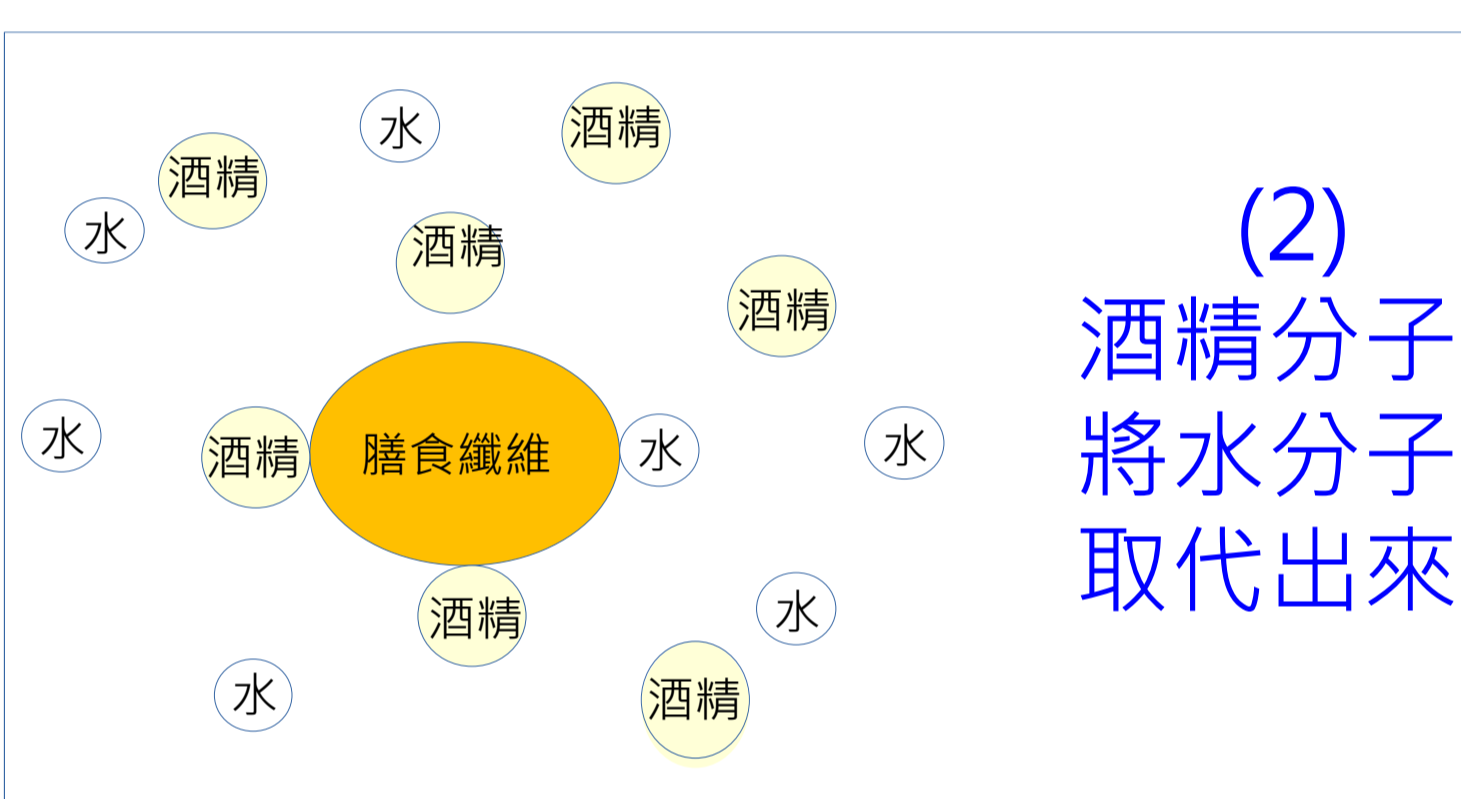
結果 植物可以吸油

討論 【實驗二】酒精六天的吸收量(mL)：

50°酒精	紅棗	對酒精的吸收總量	18.4mL
	枳椇子	對酒精的吸收總量	11.2mL
100°酒精	紅棗	對水的吸收總量	-14mL
	枳椇子	對水的吸收總量	-8.2mL

此表可知：植物吸收酒精的總量 > 水被取代出來的總量

原因：膳食纖維和酒精都有親脂端(以下圖示膳食纖維親酒精勝於水)



七、【實驗七】觀察水溶性膳食纖維對蛋白質的吸附性

【7-1】雞肉浸於不同溶液的變化					
	肉+水	肉+15°酒精	肉+25°酒精	肉+0°酒精(枳椇子)	肉+0°酒精(紅棗)
雞肉變化					
質地	硬度 + -	硬度 +	硬度 ++	軟	軟

結果 紅棗及枳椇子 0° 酒精浸液，變性程度最少

討論 分子間作用力會造成蛋白質構形改變而變性，而枳椇子及紅棗 0° 酒精浸液變性程度最少
原因：1. 植物吸收了酒精

2. 植物吸收酒精溶液中稀釋液(水)的電解質

【7-2】雞肉浸於鹽酸中 1 分鐘的變化					
	生雞肉	生雞肉+木耳	生雞肉+蕃茄	生雞肉+橘子	生雞肉+蘋果
圖片					
質地	硬+++	硬+++	軟	硬++	硬+

結果 生雞肉浸泡蔬果泥後，在酒精、醋酸及鹽酸下變性程度緩和

討論 水溶性膳食纖維分子自己結合成纖維層，利用極性基團與蛋白質結合，吸附在蛋白質表面，形成保護膜，減少變性

柒、結論

- 一、枳椇子和紅棗可以降低酒精濃度，甚至在 15°、25°、60mL 酒精下，72 小時內幾乎都可降為 0°。
- 二、造成枳椇子和紅棗降低酒精濃度的原因，不是酒精被轉化成水，而是果實內的纖維吸收了酒精。
- 三、經過多種蔬果的測試，證實非水溶性膳食纖維可吸收酒精，降低酒精濃度。

四、植物化酒為水與分子間的作用力有關：

(一) 非水溶性膳食纖維可以吸收極性物質(酒精、水)、非極性物質(油)、電解質(食鹽水)。

(二) 水溶性膳食纖維可吸附蛋白質(雞肉)，形成保護膜，減少在酒精、醋酸及鹽酸下的變性程度。

五、蔬果含膳食纖維，不被熱及胃酸破壞，可以吸收酒精及油脂，減少被人體吸收，再者可吸附蛋白質，形成保護膜，在鹽酸下減緩變性，推測可以保護胃壁。

捌、參考資料及其他

- 一、Waiting (2014) · 走歪路的小水流--探究極性分子的奧秘 · 科普寫作網路平台 · 取自 http://foundation.nmns.edu.tw/writing/hotnews2_detail.php?gid=4&id=294
- 二、水果蔬菜中的物質可降低血液中酒精濃度(2016年5月16日) · 壹讀 · 取自 <https://read01.com/7ARPGm.html>
- 三、膳食纖維的理化特性及其對人體的保健作用(2018年5月21日) · 每日頭條 · 取自 <https://kknews.cc/zh-tw/health/zky5rm3.html>
- 四、枳椇子養陰生津 古人靠它解酒(2019年3月19日) · 翻爆 · 取自 <https://turnnewsapp.com/global/health/90140.html>