

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

佳作

080202

食品大解碼～油「燃」而生 糖與鹽的爭霸

學校名稱：苗栗縣公館鄉公館國民小學

作者：	指導老師：
小五 蕭郁樺	謝祥宏
小五 蕭興明	謝寶櫻
小四 王亦脩	
小四 林智浩	

關鍵詞：旋光儀、糖鹽、三高

食品大解碼～油「燃」而生 糖與鹽的爭霸

摘要

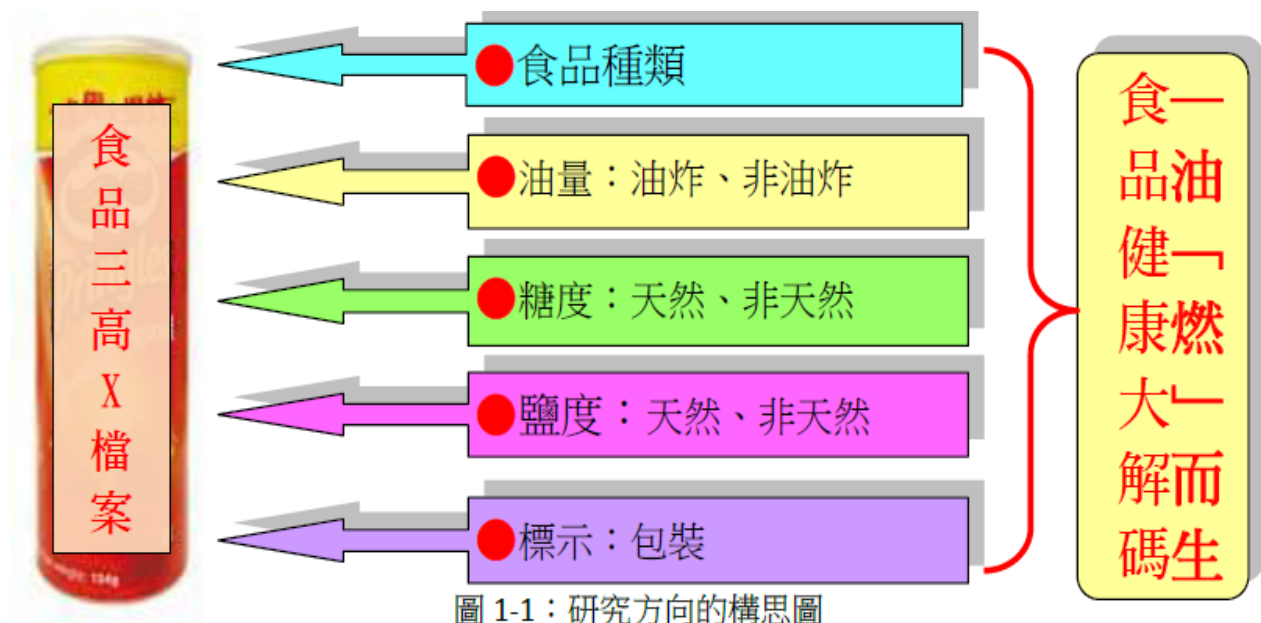
本研究源自新聞報導高油、高鹽、高糖等食品三高對身體不好。因而，我們進行了一連串的實驗，探討這個問題。

研究結果發現：

- 一、吸油面紙及燃燒法，均可檢測油含量；且洋芋片都是下層比上層多油。
- 二、市售的糖度計不測糖，鹽度計不測鹽~檢測的是溶液總濃度。
- 三、旋光儀，隨著糖的濃度增加，偏轉角度增加，而且鹽水不具偏光效果。
- 四、檢測糖鹽混合水溶液時，旋光儀的旋光偏轉角度，隨著糖濃度增加；而鹽的濃度增加時，旋光儀不受鹽濃度增加而影響。
- 五、方糖顆數增加時，旋光儀的旋光偏轉角度，都隨著濃度增加而偏轉角度增加。
- 六、利用糖的旋光偏轉角度轉換成方糖數，較容易了解食用一整份食品的總糖量。
- 七、鹹的食品，利用旋光儀檢測後全部均含糖。

壹、研究動機

本研究源自新聞報導「高油」、「高鹽」、「高糖」等食品三高對身體不好。業者常使用價格低廉又穩定的高果糖糖漿，添加在飲料中，但容易引起脂肪合成、造成血脂過高、肥胖等現象。而高鹽，對腎臟影響嚴重；高油是造成肥胖、心臟病的殺手！因此，就從生活中最愛吃的食品「洋芋片」、「零嘴」、「飲料」等，進行一系列食品三高的研究。



貳、研究目的及研究問題

我們針食品三高的問題，提出以下五個研究目的，並根據研究目的，提出以下研究問題：

■目的一、了解市售洋芋片與零嘴的含油量有何不同。

研究 1-1：利用吸油面紙吸油法，探討不同種類洋芋片與零嘴含油量有何不同？

研究 1-2：利用燃燒法，探討不同種類洋芋片與零嘴含油量有何不同？

■目的二、市售糖度計、鹽度計的大解碼。

研究 2-1：糖度計、鹽度計的疑惑～市售糖度計不測糖，鹽度計不測鹽？

研究 2-2：自製第一代旋光儀，探討旋光度與糖濃度的關係？

研究 2-3：自製第二代旋光儀，探討不同色光之旋光度與糖濃度的關係？

研究 2-4：探討不同濃度糖鹽混合水溶液，旋光角度的差異？

研究 2-5：探討旋光儀偏光角度與方糖顆數（糖濃度）的關係？

■目的三、了解市售飲料與糖果的含糖量有何不同。

研究 3-1：探討不同種類的飲料含糖量有何不同？

研究 3-2：探討不同種類的糖果含糖量有何不同？

■目的四、了解市售水果的含糖量有何不同。

研究 4：探討不同的天然水果含糖量有何不同？

■目的五、了解市售洋芋片與零嘴的含糖量有何不同。

研究 5：探討不同種類洋芋片與零嘴的含糖量有何不同？

參、文獻探討

一、高糖、高鹽、高油（食品三高）對身體危害：

世界衛生組織認為孩童肥胖與攝取過多糖、油有關，建議每人每日糖攝取不應超過 45 克。因為糖會造成脂肪肝、心臟病、高血脂、痛風、失智、癌症；孩子愛喝甜，課業差，注意力不集中。在鹽攝取部分，因攝取過多鈉鹽會引起高血壓、動脈硬化、冠狀動脈心臟病及中風等疾發生。衛生署建議成年人每天鈉攝取量不要超過 2400 毫克，約等於 6 公克的鹽（1 公克的鹽含有 400 毫克的鈉）。**探索市售食品，哪些是屬於高糖、高鹽、高油食品，進而減少食用將是本研究重點。**

二、市售包裝食品營養的標示規範

根據衛生署 96 年市售包裝食品營養標示規範，食品標示項目包括：1.營養標示之標題。2.熱量。3.蛋白質、脂肪、飽合脂肪、反式脂肪、碳水化合物、鈉之含量。4.其他出現於營養宣稱中之營養素含量。5.廠商自願標示之其他營養素含量。這個規範規定每日每人攝取量之基準值，**熱量是 2000 大卡，鈉（鹽）是 2400 毫克**。根據世界衛生組織，添加糖的熱量只能占九十卡，約**每人每日廿二點五公克的糖**，將作為本研究之每日需求量參照基準。

三、相關糖鹽之研究

「甜」之有理（第 51 屆全國科展國中應科），這個研究利用**折射原理自製甜度計**。研究提到市售甜度計，只能測量 1 度至 32 度，但我們認為可用水稀釋處理，再推算回去，就可以解決儀器問題。而利用**折射原理自製的甜度計，卻只能測糖濃度，混合夜時並不適合**。在燈「糖」入視 的研究（第 53 屆全國科展國小組化學科），利用糖具旋光性原理自製糖度計，解決糖的濃度測量問題，將作為本研究研發的參考。

龍鳳橙祥（第 53 屆全國科展，高職組農業生技科），這個研究自製鳳梨果皮調味紙和柳橙果皮調味紙以取代速食麵的高鹽調味料。研究中的 45 種麵的調味包含鈉鹽均超過正常值，**提供本研究高鈉食品參考。**

根據台灣區飲料工業同業公會（2014 年）資料，提供了果蔬類、碳酸飲料類、茶飲類、果汁類、等銷售最多的品項，將作為本研究飲料取樣飲料之參考基準。

伍、研究設備及器材

一、實驗材料：

- (一) 市售食品 10 種：品客洋芋片、乖乖、奇多、蝦味先
- (二) 瓶裝飲料 13 種：可口可樂、芬達、雪碧、柳橙汁、白葡萄汁、柳橙汁、波蜜、葡萄汁、泡沫綠茶、伯朗咖啡、優鮮沛、養樂多、舒跑
- (三) 水果 11 種：柳丁、香蕉、荔枝、蕃茄、鳳梨、木瓜、愛文芒果、綠奇異果、黃金奇異果、李子、芭樂

二、實驗器材與藥品：

- (一) 器材：燒杯 (500mL, 10 個)、塑膠滴管 (10 支)、打火機 (1 支)、蠟燭 (2 支)、培養皿 (10 個)、研鉢、小塑膠試管 (50cc)、吸油面紙 (10 包)、蒸餾水 (24 瓶)
- (二) 測量工具：電子秤 (1 台)、糖度計 (借 1 支)、鹽度計 (借 1 支)、雷射筆 (紅綠藍各借 1 支)、離心機 (借 1 台)

陸、研究方法探討

一、食品含油檢測方法

- (一) 吸油面紙法：利用去除臉上油垢的吸油面紙檢測食品的含油量。實驗前，利用電子秤，秤出吸油面紙的重量，再將要測的食品放置吸油面紙上，一段時間 (10 分鐘) 後，測量吸油面紙重量。增加的重量，即為食品被吸的油量。
- (二) 燃燒法：用打火機將洋芋片點燃，並燃燒一段時間後，測量燃燒時間與滴下的油量，可測量食品含油量的差異。

二、食品含糖鹽檢測方法探討

- (一) 傳統法：一般的糖、鹽濃度，是以「折光式糖、鹽度計」來測量物質含糖、鹽濃度。原理是利用的光線通過不同物質時，會產生偏折的方法，計算出偏折的角度。當糖、鹽濃度不同時，產生偏折角度不同，以此推算出糖、鹽濃度。
- (二) 方糖數量標示糖濃度

當我們知道食品是純「糖」、純「鹽」時，用糖度計、鹽度計測其濃度是非常快速有效方法。以方糖數量標示糖濃度，結果如表 6-1、圖 6-1。而以 100mL 水配製鹽 1 克至 10 克的水，再以鹽度計測試其濃度，得到一個濃度變化曲線 (圖 6-2)。糖、鹽濃度越高，儀器測得濃度越高。

表 6-1：方糖數量與糖濃度比較一覽表 (單位%)

	第一次	第二次	第三次	平均(%)
方糖 1 顆	3.0	3.0	3.0	3.0
方糖 2 顆	7.2	7.2	7.2	7.2
方糖 3 顆	10.9	10.9	10.9	10.9
方糖 4 顆	14.0	14.0	14.0	14.0
方糖 5 顆	17.0	16.9	17.0	17.0
方糖 6 顆	19.4	19.4	19.4	19.4
方糖 7 顆	22.0	22.0	22.0	22.0
方糖 8 顆	24.4	24.4	24.4	24.4
方糖 9 顆	27.0	27.0	27.0	27.0
方糖 10 顆	29.0	29.0	29.0	29.0

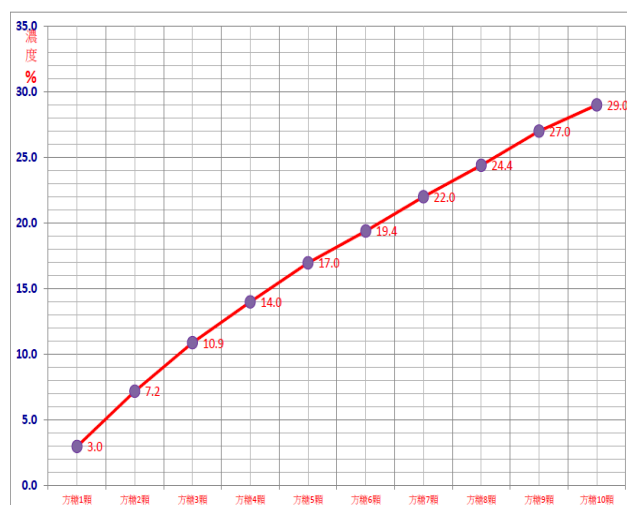


圖 6-1：方糖數量與糖濃度比較

表 6-2：鹽度計測得濃度與實際濃度比較表(單位%)

	第一次	第二次	第三次	平均 (%)	實際濃度 (%)
鹽 1 克	0.6	0.6	0.6	0.6	1
鹽 2 克	2.0	1.8	2.0	1.9	2
鹽 3 克	4.20	4.40	4.40	4.3	3
鹽 4 克	5.00	5.20	5.00	5.1	4
鹽 5 克	5.60	5.60	5.50	5.6	5
鹽 6 克	6.0	6.0	6.0	6.0	6
鹽 7 克	7.00	7.00	7.00	7.0	7
鹽 8 克	7.2	7.0	7.0	7.1	7
鹽 9 克	8.0	7.8	8.0	7.9	8
鹽 10 克	8.4	8.6	8.6	8.5	9

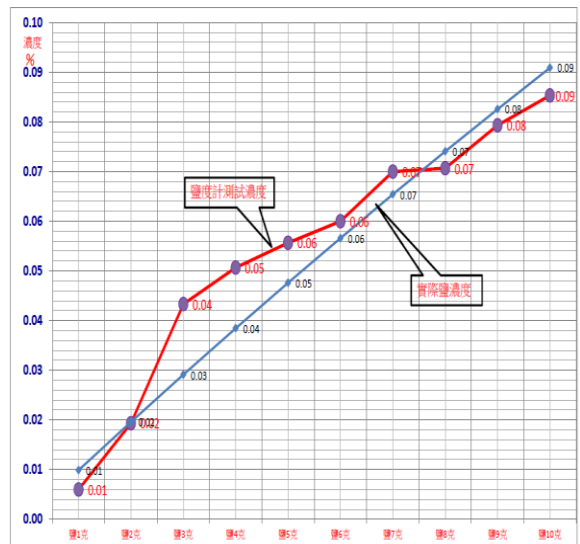


圖 6-2：鹽的實際濃度與鹽度計測得濃度

柒、研究過程與研究結果

一、了解市售洋芋片零嘴的含油量有何不同。

■吸油面紙法

研究 1-1：利用吸油面紙吸油法，探討不同種類洋芋片、零嘴含油量有何不同？

【研究構想】：常吃的洋芋片，以長形桶子包裝，我們心想：「桶子裡的洋芋片如果含油，會不會上層的油慢慢滲到下層，造成下方油較多？」因此，就將桶裝洋芋片，分別採上層、下層進行含油的測試。另外，非桶狀的一些般零嘴也將一併探討。

【實驗步驟】：

- 1.準備吸油面紙兩張，利用電子秤秤出重量。
- 2.將吸油面紙放在培養皿上，取洋芋片 A 上層一片，放在吸油面紙上，再將另一張吸油面紙放在洋芋片上。
- 3.將另一個培養皿放置於洋芋片上，並將六個砝碼放在培養皿上方增加重量，讓吸油面紙能充分吸收洋芋片上的油。
- 4.十分鐘後，將吸油面紙取出，放置於電子秤秤出重量，並記錄於表格。
- 5.改用洋芋片 B、C、D 上層，重複步驟 2.~4.。
- 6.改取下層洋芋片 A、B、C、D，重複步驟 2.~4.。
- 7.改用零嘴測試，重複步驟 1~5。
- 8.將結果畫成統計圖。

【研究發現】：

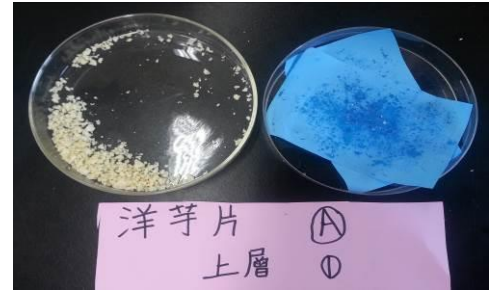
- 1.洋芋片 A、B、C、D 都是下層油比上層油多。
- 2.洋芋片 A 含油量最少，洋芋片 D 含油量最多。
- 3.零嘴 B、D 含油量都是最多。
- 4.結果如表 7-1~7-3、圖 7-1~7-3。

【實驗討論與結果】：

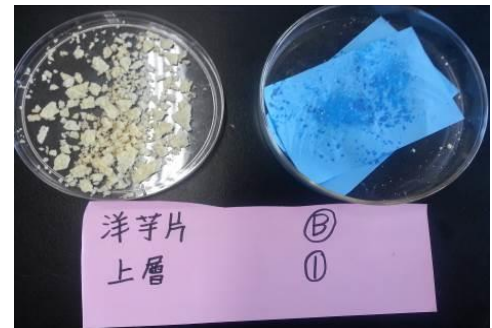
利用「吸油面紙法」探討不同品牌洋芋片上、下層含油量比較，結果發現直立放置的罐裝洋芋片，下層比上層含油量多，與實驗前猜測相同。而零嘴部分，無下層區分，僅測得含油較多者。

表 7-1：吸油面紙進行洋芋片【上層】含油量實驗結果一覽表

次 別	第一次			第二次			第三次			吸油平均 (g)	含油百分比(%)
	吸油前	吸油後	吸油量	吸油前	吸油後	吸油量	吸油前	吸油後	吸油量		
洋芋片 A	0.20	0.22	0.02	0.20	0.21	0.01	0.20	0.22	0.02	0.017	8.5
洋芋片 B	0.20	0.21	0.01	0.20	0.22	0.02	0.20	0.24	0.04	0.023	11.5
洋芋片 C	0.20	0.23	0.03	0.20	0.23	0.03	0.20	0.24	0.04	0.033	16.5
洋芋片 D	0.20	0.24	0.04	0.20	0.28	0.08	0.20	0.28	0.08	0.067	33.5



照片 1：洋芋片 A 上層實驗結果



照片 2：洋芋片 B 上層實驗結果

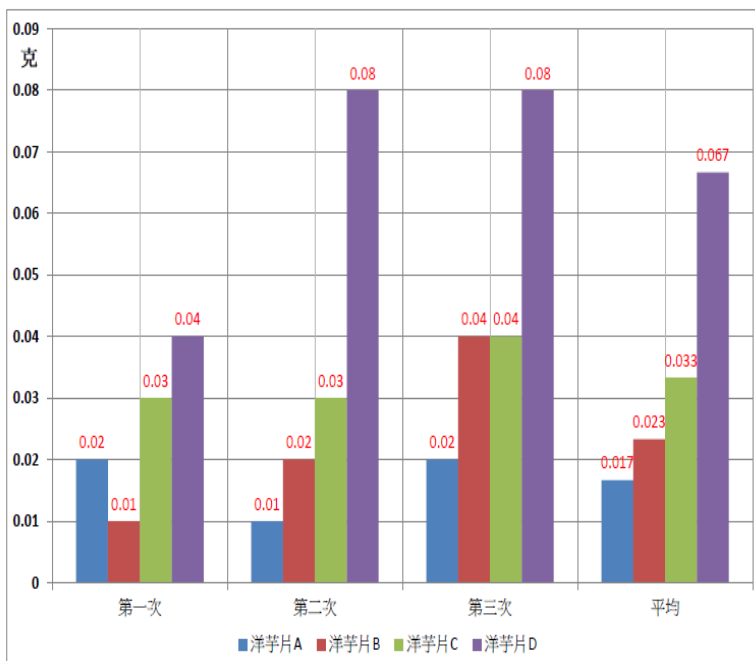
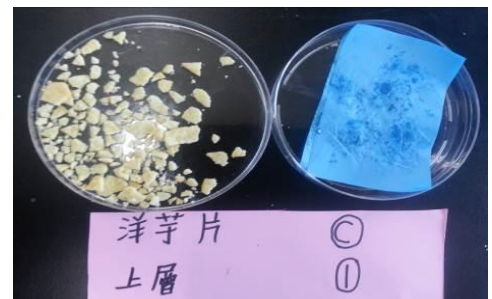
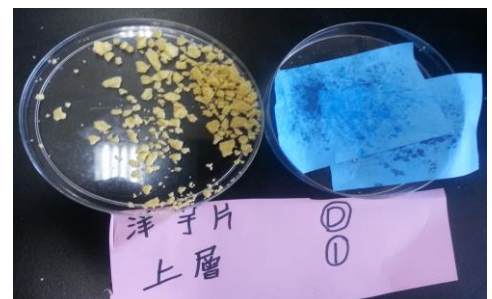


圖 7-1：吸油面紙進行洋芋片【上層】含油量實驗結果比較圖



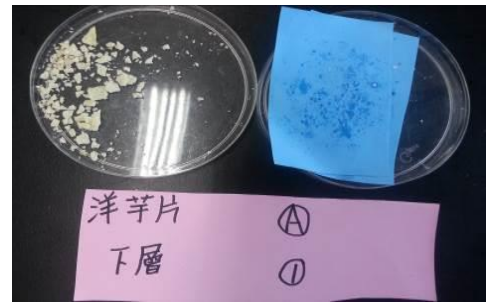
照片 3：洋芋片 C 上層實驗結果



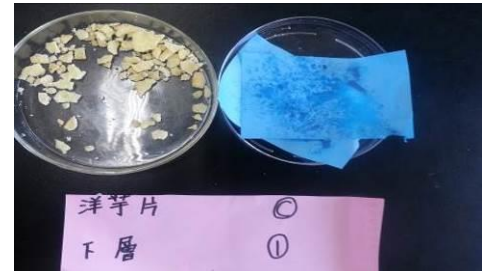
照片 4：洋芋片 D 上層實驗結果

表 7-2：吸油面紙進行洋芋片【下層】含油量實驗結果一覽表

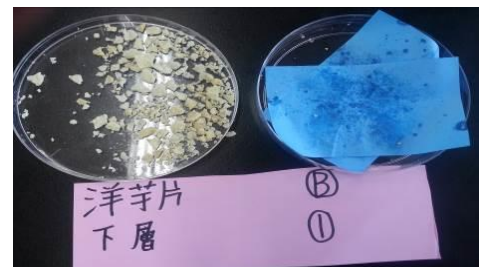
次 別	第一次			第二次			第三次			吸油 平均 (g)	含油 百分比(%)
	吸油 前	吸油 後	吸油 量	吸油 前	吸油 後	吸油 量	吸油 前	吸油 後	吸油 量		
洋芋片 A	0.20	0.23	0.03	0.20	0.22	0.02	0.20	0.23	0.03	0.027	13.5
洋芋片 B	0.20	0.23	0.03	0.20	0.25	0.05	0.20	0.26	0.06	0.047	23.5
洋芋片 C	0.20	0.23	0.03	0.20	0.24	0.04	0.20	0.26	0.06	0.043	21.5
洋芋片 D	0.20	0.25	0.05	0.20	0.24	0.04	0.20	0.30	0.10	0.063	31.5



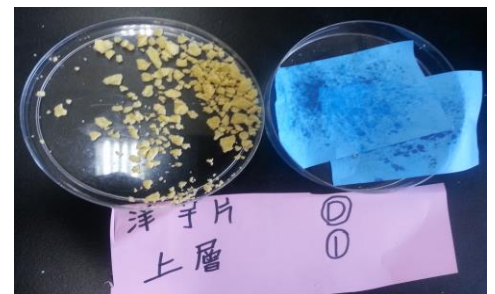
照片 5：洋芋片 A 下層實驗結果



照片 6：洋芋片 B 下層實驗結果



照片 7：洋芋片 C 下層實驗結果



照片 8：洋芋片 D 下層實驗結果

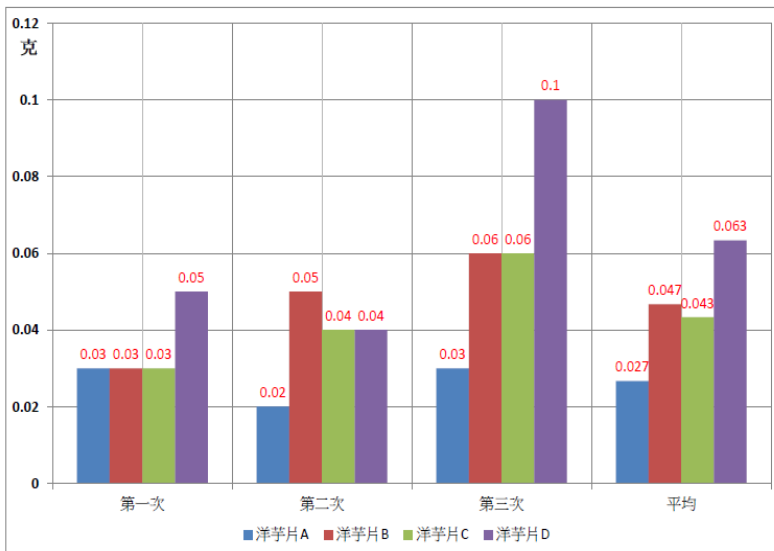
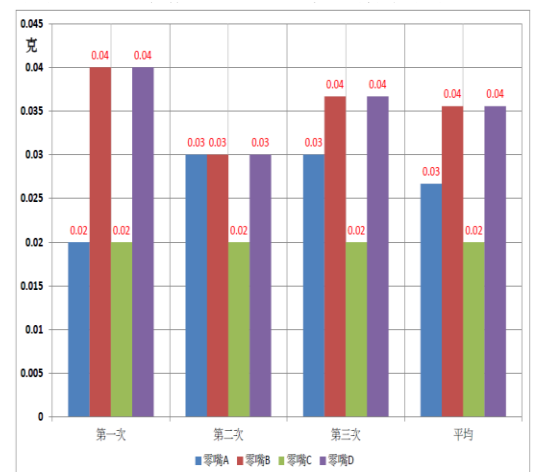


圖 7-2：吸油面紙進行洋芋片【下層】含油量實驗結果比較圖

表 7-3：吸油面紙進行零嘴含油量實驗結果一覽表

次 別	第一次			第二次			第三次			平均	含油 百分比(%)
	吸油 前	吸油 後	吸油 量	吸油 前	吸油 後	吸油 量	吸油 前	吸油 後	吸油 量		
零嘴 A	0.20	0.22	0.02	0.20	0.23	0.03	0.20	0.24	0.04	0.03	15
零嘴 B	0.20	0.24	0.04	0.20	0.23	0.03	0.20	0.24	0.04	0.04	20
零嘴 C	0.20	0.22	0.02	0.20	0.22	0.02	0.20	0.22	0.02	0.02	10
零嘴 D	0.20	0.24	0.04	0.20	0.23	0.03	0.20	0.24	0.04	0.04	20



■燃燒法

研究 1-2：利用燃燒法，探討不同種類洋芋片與零嘴含油量有何不同？

【研究構想】：在網路上看到有人用打火機將洋芋片點燃，並燃燒一段時間。我們心想：「如果洋芋片真的含油，可以利用測量燃燒時間、減少重量測得。」另外，與方法一相同考慮上、下層的油可能不同。因此，將桶裝洋芋片，分別採上層、下層，利用「燃燒法」進行含油的測試。

【實驗步驟】：

- 1.準備上層洋芋片 A 一片，利用電子秤秤出重量。
- 2.用鑷子夾住洋芋片，下方放置一個培養皿，利用打火機點燃，讓燃燒過程的油能滴進培養皿。
- 3.利用碼錶測量燃燒時間。
- 4.燃燒完畢後，利用電子秤秤出油重、燃燒後洋芋片重量，並記錄於表格。
- 5.改用洋芋片 B、C、D 上層，重複步驟 2.~4.。
- 6.改取下層洋芋片 A、B、C、D，重複步驟 2.~4.。
- 7.改用零嘴 A、B、C、D，重複步驟 2.~4.
- 8.將結果畫成統計圖。



照片 9：燃燒法過程-1



照片 10：燃燒法過程-2

【研究發現】：

- 1.燃燒時所產生的油，上層最多油的是洋芋片 D。
- 2.洋芋片 A、B、C、D 都是下層油比上層油多。
- 3.零嘴中，最多油的是零嘴 C。
- 4.燃燒後的零嘴最重的是零嘴 B.C、最輕的是零嘴 A.D。
- 5.結果如表 7-4~表 7-6、圖 7-4~圖 7-9。

【實驗討論與結果】：

我們利用「燃燒法」探討不同品牌洋芋片上、下層含油比較，結果顯示不同洋芋片含油差異不大，無法依此方式判斷油量多少。推測影響燃燒時間長短的因素很多，例如當時環境、燃燒位置、手握姿勢，造成燃燒長短不一，以致於油滴量產生誤差。但同一廠牌上、下層含油量比較，則實驗結果均為下層比上層含油量多，與「吸油面紙法」，獲致相同結論。

表 7-4：燃燒【上層洋芋片 ABCD】測量含油量實驗結果一覽表

洋芋片	次別	燃燒前(g)	燃燒後(g)	減輕量(g)	油滴(g)	燃燒時間(秒)
A	第一次	1.85	0.15	1.70	0.03	52.71
	第二次	1.83	0.17	1.66	0.02	52.71
	第三次	1.83	0.15	1.68	0.01	54.21
	平均	1.84	0.16	1.68	0.02	53.21
B	第一次	1.84	0.17	1.67	0.01	57.00
	第二次	1.86	0.13	1.73	0.01	52.00
	第三次	1.84	0.18	1.66	0.01	54.00
	平均	1.85	0.16	1.69	0.01	54.33
C	第一次	2.35	0.21	2.14	0.01	70
	第二次	2.37	0.23	2.14	0.01	69
	第三次	2.38	0.21	2.17	0	69
	平均	2.37	0.22	2.15	0.01	69.33
D	第一次	1.98	0.79	1.19	0	60
	第二次	2.06	0.21	1.85	0	61
	第三次	2.03	0.2	1.83	0.06	64
	平均	2.02	0.40	1.62	0.02	61.67

表 7-5：燃燒【下層洋芋片 ABCD】測量含油量實驗結果一覽表

洋芋片	次別	燃燒前(g)	燃燒後(g)	減輕量(g)	油滴(g)	燃燒時間(秒)
A	第一次	1.91	0.09	1.82	0.08	85.00
	第二次	1.88	0.58	1.30	0.10	78.00
	第三次	1.83	0.28	1.55	0.13	117.00
	平均	1.87	0.32	1.56	0.10	93.33
B	第一次	1.83	0.18	1.65	0	41.00
	第二次	1.84	0.22	1.62	0.01	54.00
	第三次	1.91	0.24	1.67	0	36.00
	平均	1.86	0.21	1.65	0.00	43.67
C	第一次	2.35	0.23	2.12	0	65
	第二次	2.43	0.2	2.23	0	48
	第三次	2.33	0.27	2.06	0.1	85
	平均	2.37	0.23	2.14	0.03	66.00
D	第一次	2.03	0.23	1.8	0	55
	第二次	1.98	0.17	1.81	0.24	93
	第三次	2	0.23	1.77	0	65
	平均	2.00	0.21	1.79	0.08	71.00



圖 7-4：上層洋芋片 ABCD 燃燒後重量變化圖



圖 7-5：上層洋芋片 ABCD 油滴重量變化圖

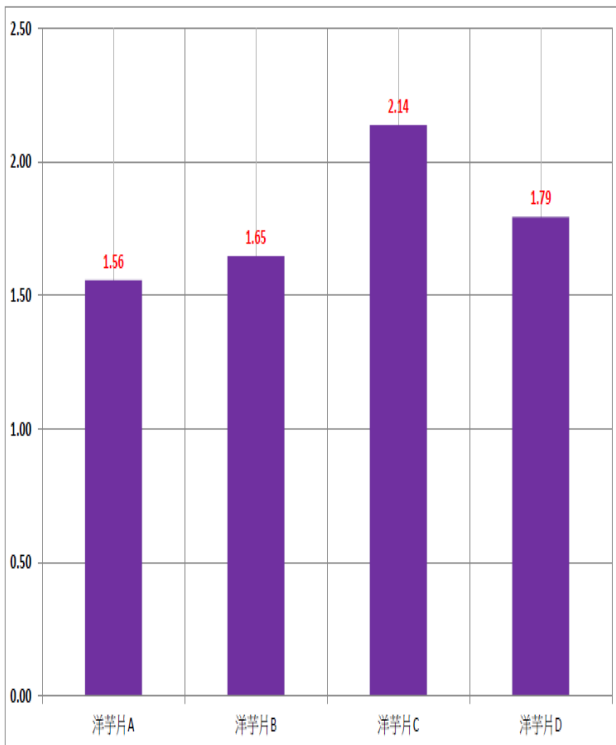


圖 7-6：下層洋芋片 ABCD 燃燒後重量變化圖

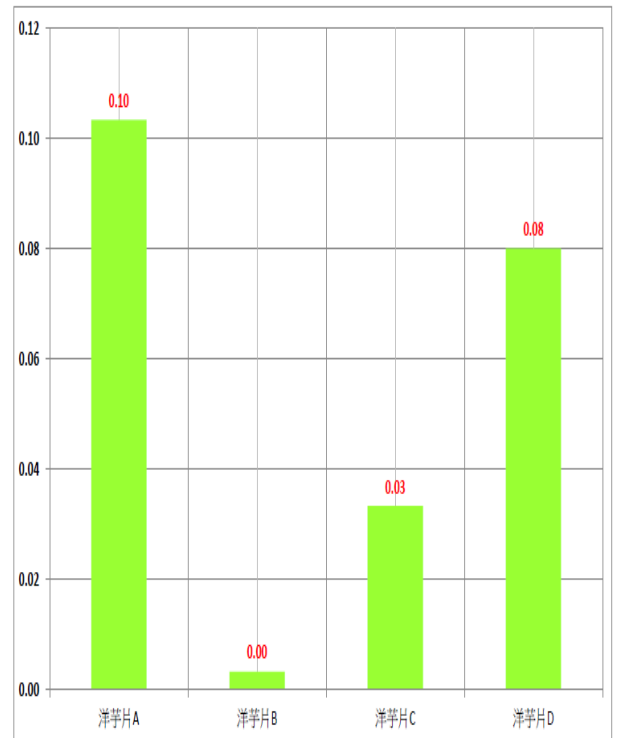


圖 7-7：下層洋芋片 ABCD 油滴重量變化圖

表 7-6：燃燒【零嘴 ABCD】測量含油量實驗結果一覽表

零嘴	次別	燃燒前(g)	燃燒後(g)	減輕量(g)	油滴(g)	燃燒時間(秒)
A	第一次	0.41	0.05	0.36	0.00	56.00
	第二次	0.41	0.03	0.38	0.00	55.00
	第三次	0.41	0.03	0.38	0.01	66.00
	平均	0.41	0.04	0.37	0.00	59.00
B	第一次	0.41	0.05	0.36	0.00	45.00
	第二次	0.41	0.06	0.35	0.01	37.00
	第三次	0.41	0.04	0.37	0.00	50.00
	平均	0.41	0.05	0.36	0.00	44.00
C	第一次	0.41	0.11	0.30	0.00	47.00
	第二次	0.41	0.01	0.40	0.04	54.00
	第三次	0.41	0.04	0.37	0.01	74.00
	平均	0.41	0.05	0.36	0.02	58.33
D	第一次	0.41	0.03	0.38	0.00	60.00
	第二次	0.41	0.05	0.36	0.00	56.00
	第三次	0.41	0.05	0.36	0.00	70.00
	平均	0.41	0.04	0.37	0.00	62.00

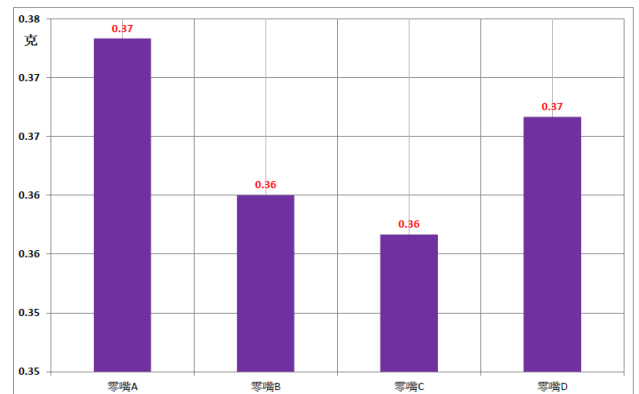


圖 7-8：零嘴 ABCD 燃燒後重量變化圖

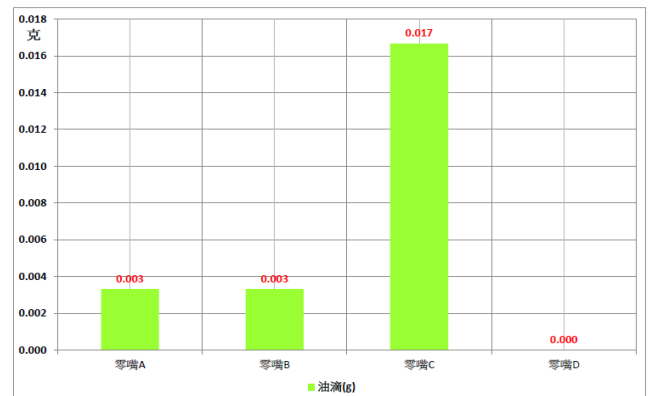


圖 7-9：零嘴 ABCD 燃燒後含油量變化圖

二、市售糖度計、鹽度計的大解碼

研究 2-1：糖度計、鹽度計的疑惑～市售糖度計不測糖，鹽度計不測鹽？

【研究構想】：市售的糖度計、鹽度計都是利用光線通過不同物質，產生偏折角度不同，藉以推定物質濃度。如果一個未知液體，它既含鹽又含糖，此時用糖度計、鹽度計去測，又會怎樣呢？

【實驗步驟】：

- 1.配製糖鹽混合試液一：用燒杯取 100mL 蒸餾水 10 杯，分別加入鹽 1 克。在第 1 杯再加入 1 克糖，第 2 杯再加入 2 克糖，第 3 杯再加入 3 克糖，依此類推直至第 10 杯加入糖 10 克，並利用玻棒攪拌至溶解。
- 2.配製糖鹽混合試液二：用燒杯取 100mL 蒸餾水 10 杯，分別加入糖 1 克。在第 1 杯再加入 1 克鹽，第 2 杯再加入 2 克鹽，第 3 杯再加入 3 克鹽，依此類推直至第 10 杯加入鹽 10 克，並利用玻棒攪拌至溶解。
- 3.分別以糖度計、鹽度計測試試液一、試液二。
- 4.比較糖度計、鹽度計測得結果與實際糖鹽濃度之差異。

【研究發現】：

- 1 試液一糖量增加時，以糖度計測得的糖濃度，結果與實際的糖濃度接近(表 7-7、圖 7-10)。
- 2.試液一糖量增加時，以鹽度計測得的鹽濃度，結果與實際的「鹽濃度」差異甚大(圖 7-11)。
- 3 試液二鹽量增加時，以糖度計測得的糖濃度，結果與實際的「糖濃度」差異甚大(圖 7-13)。
- 4.試液二鹽量增加時，以鹽度計測得的鹽濃度，結果與實際的鹽濃度接近(表 7-8、圖 7-13)。

【研究結果與討論】

比較糖度計、鹽度計測得數值(圖 7-12)，顯然糖鹽兩工具測得數值接近，印證先前推測，糖度計、鹽度計僅是測得溶液濃度變化，並非測「糖」「鹽」。因此，當糖鹽混合溶液時，無法由糖度計、鹽度計直接測得糖鹽的濃度。因此，我們尋找資料及請教指導老師，測糖鹽有哪些不同的方法。後來，發現糖具旋光性，而鹽卻沒有這樣的特性，所以，接下來我們決定「自製旋光儀」測糖的濃度。

表 7-7：糖鹽混合水溶液測試結果比較(試液一)

混合液/測量工具	用糖度計(%)	實際糖(%)	用鹽度計(%)	實際鹽(%)
鹽 1 克糖 1 克	2.00	0.98	1.63	1.0
鹽 1 克糖 2 克	3.00	1.94	2.60	1.0
鹽 1 克糖 3 克	3.73	2.88	3.20	1.0
鹽 1 克糖 4 克	5.00	3.81	4.03	1.0
鹽 1 克糖 5 克	5.43	4.72	5.00	0.9
鹽 1 克糖 6 克	5.83	5.61	6.00	0.9
鹽 1 克糖 7 克	6.00	6.48	6.00	0.9
鹽 1 克糖 8 克	7.67	7.34	7.00	0.9
鹽 1 克糖 9 克	9.00	8.18	7.80	0.9
鹽 1 克糖 10 克	10.07	9.01	8.40	0.9

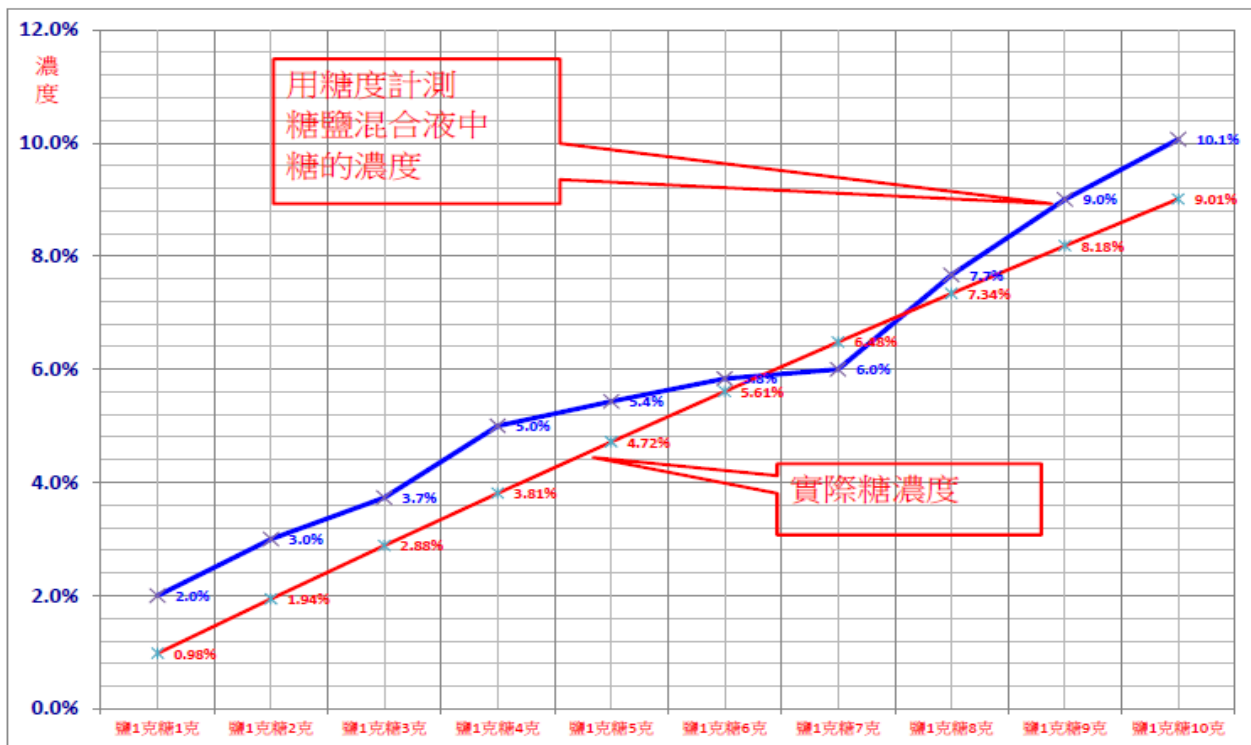


圖 7-10：以糖度計測糖鹽混合液中「糖濃度」

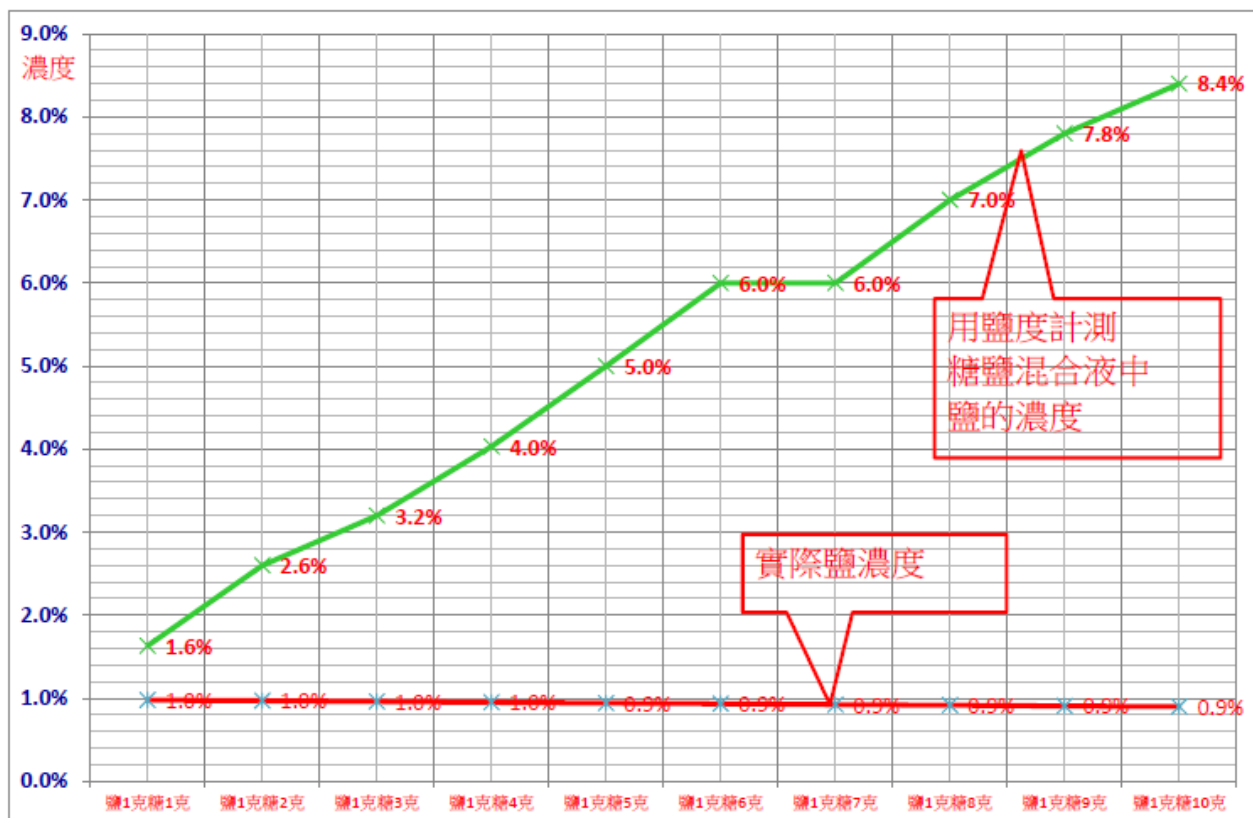


圖 7-11：以鹽度計測糖鹽混合液中「鹽濃度」

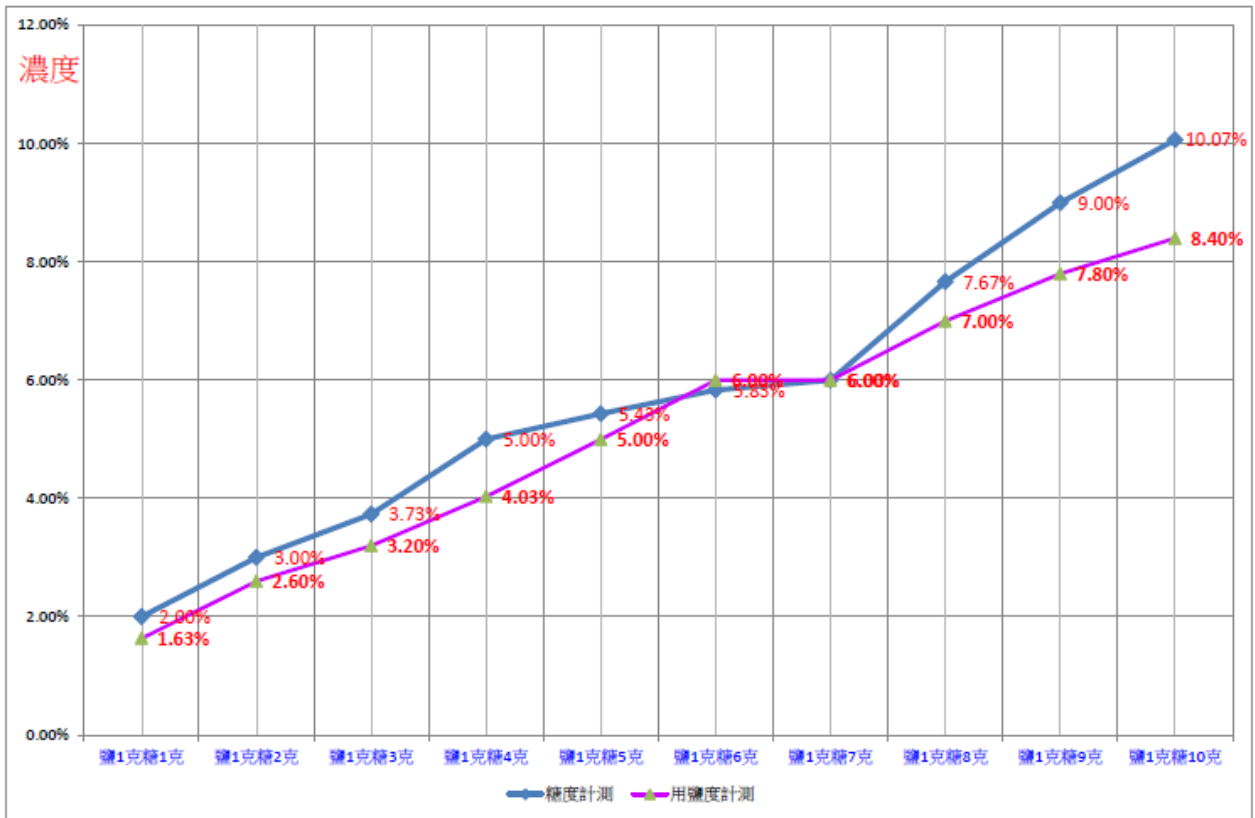


圖 7-12：糖度計與鹽度計測糖鹽混合液結果比較(試液一)

表 7-8：糖鹽混合水溶液測試結果比較(試液二)

混合液/測量工具	糖度計(%)	實際糖(%)	用鹽度計測(%)	實際鹽(%)
糖 1 克鹽 1 克	2.00	0.98	1.63	1.00
糖 1 克鹽 2 克	3.00	0.97	2.47	1.90
糖 1 克鹽 3 克	4.00	0.96	3.60	2.90
糖 1 克鹽 4 克	5.00	0.95	4.20	3.80
糖 1 克鹽 5 克	6.00	0.94	5.20	4.70
糖 1 克鹽 6 克	7.03	0.93	6.00	5.60
糖 1 克鹽 7 克	8.00	0.93	7.00	6.50
糖 1 克鹽 8 克	9.10	0.92	7.80	7.30
糖 1 克鹽 9 克	10.00	0.91	8.60	8.20
糖 1 克鹽 10 克	11.00	0.90	9.40	9.00

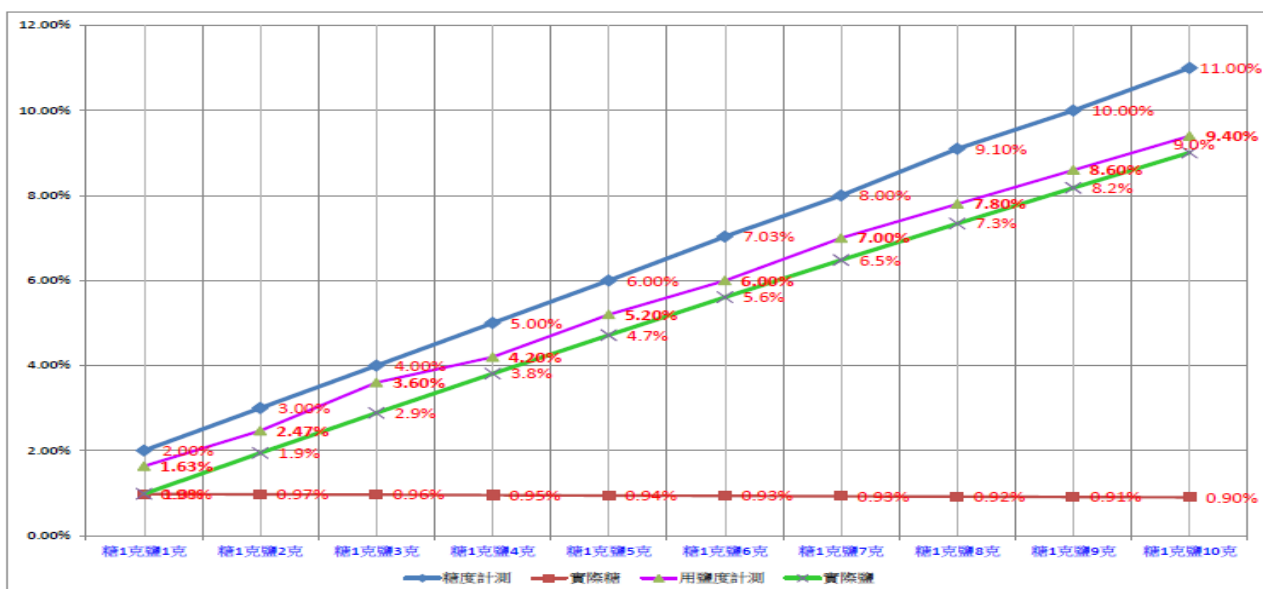


圖 7-13：糖度計與鹽度計測糖鹽混合液結果比較(試液二)

研究 2-2：自製第一代旋光儀，探討旋光度與糖濃度關係？

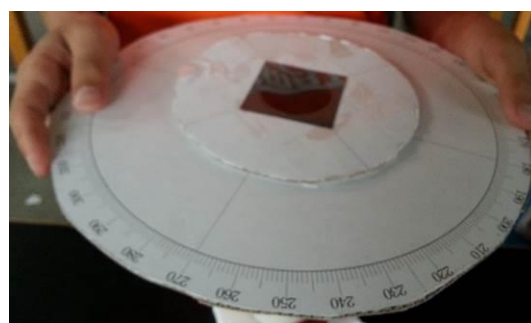
【研究構想】：在混合溶液中，如何測得糖濃度？從前面糖度計、鹽度計實驗證明，無法直接用其中一種測得。經過蒐集文獻，發現糖具有旋光性，利用自製「旋光儀」來測量糖旋光性與濃度關係。

【文獻資料】

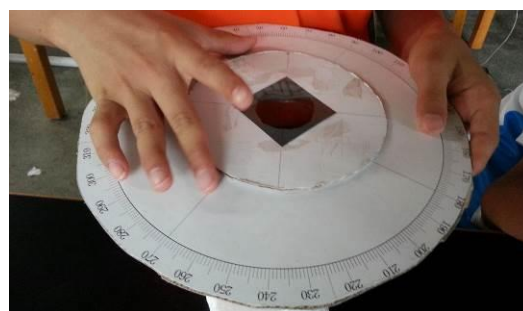
「旋光儀」是用來測定含有旋光性的物質，經由旋光儀的測定可以分析被測物質的濃度及純度等。我們以自製「旋光儀」探討不同濃度糖與旋光性關係，作為測量混合溶液中糖濃度的儀器。參考前人研究(第 53 屆全國展化學科)，「旋光儀」構造(如照片)：底部為光源(手電筒)，中央遮光紙筒，上方為測量偏光度之大小圓盤。



照片 11：偏光儀構造



照片 12：轉動大盤歸零



照片 13：轉動小盤測旋光角度

【實驗步驟】

- 1.調製細砂糖水溶液濃度為5%、10%、15%、20%。
- 2.先將100 mL5%的糖水溶液，放入平底圓筒中。
- 3.光源分別以紅光和藍光作為測試光源。
- 4.轉動大圓盤，讓起始之紅光最暗，再轉動小圓盤，測量轉動後光線最亮時之角度。
- 5.紀錄觀測光經過偏振片後偏轉角度。

【研究結果與討論】

從表 7-9、圖 7-14 發現，第一代旋光儀，對測不同濃度糖溶液，偏光影響效果不是很好，在實驗過程也發現手電筒光度不足，顏色不易判斷。因此，進行修正成為第二代旋光儀。

表 7-9：第一代旋光儀測試旋光度與糖濃度關係

光線 濃度	紅光(度)				藍光(度)			
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均
5%糖	93	91	92	92.00	102	102	101	101.67
10%糖	92	91	91	91.33	100	101	101	100.67
15%糖	87	91	91	89.67	95	95	95	95.00
20%糖	90	87	87	88.00	90	90	91	90.33

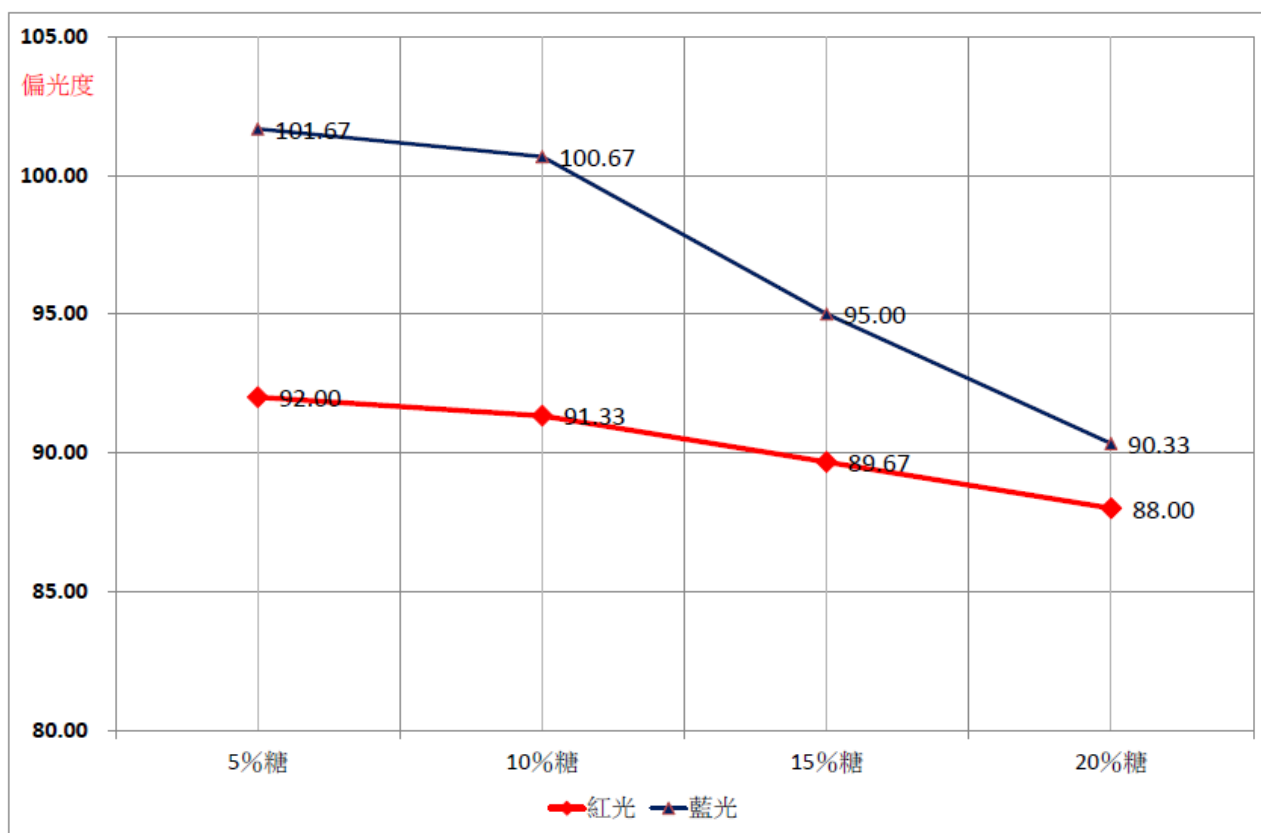
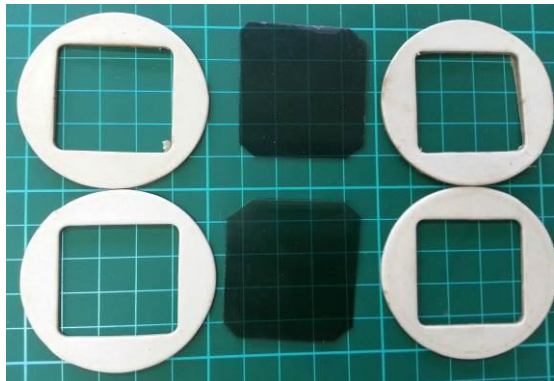


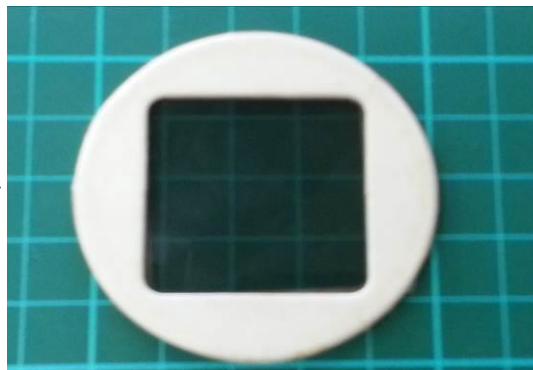
圖 7-14：不同色光下不同濃度糖水偏光效果比較圖

研究 2-3：自製第二代旋光儀，探討不同色光之旋光度與糖濃度關係？

【研究構想】：改進第一代旋光儀，利用現有的針孔成像紙筒、廢光碟盒，讓實驗裝置更方便；利用紅、綠、藍雷射光進行測試，讓光源更純及亮度較量。並配製 5%至 50%濃度的糖水溶液，作為探討不同濃度下，糖在不同色光下的旋光效果。



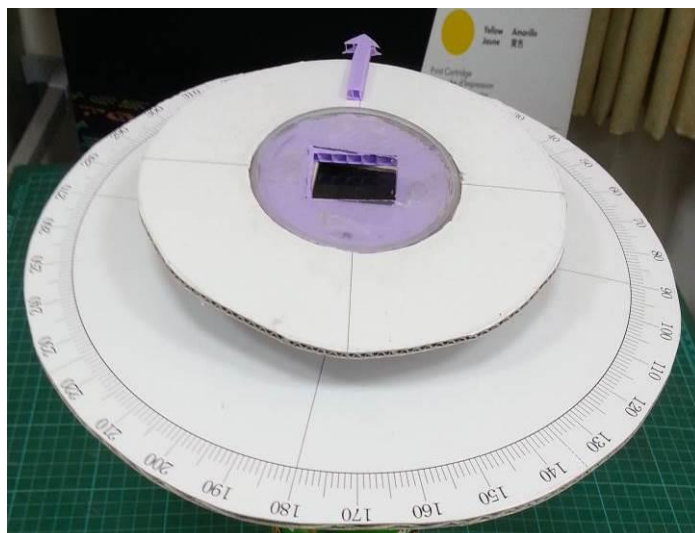
照片 14：上下層製作偏光片



照片 15：完成圖



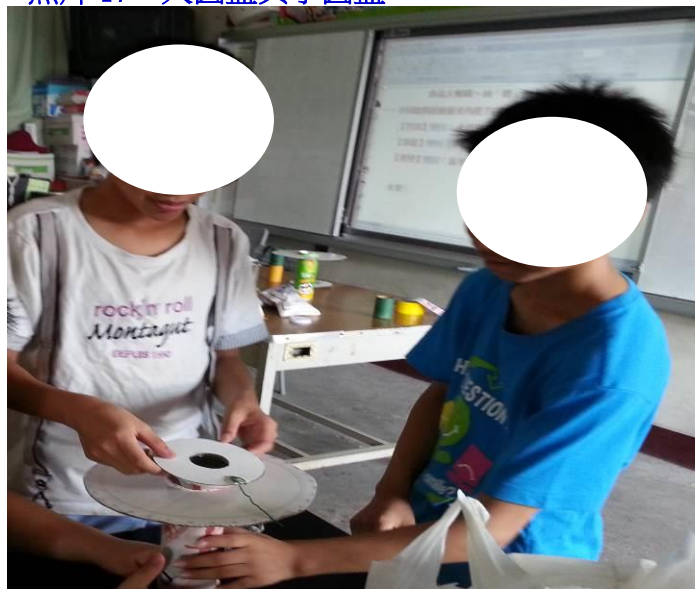
照片 16：第二代圓筒及下層偏光片



照片 17：大圓盤與小圓盤



照片 18：第二代偏光儀外觀



照片 19：歸零練習

【實驗步驟】

- 1.調製細砂糖水溶液（成分蔗糖），濃度為5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%。
- 2.先將100 mL5%的糖水溶液，放入平底直圓筒中。
- 3.分別以雷射紅光、綠光和藍光，作為測試光源。
- 4.以調製步驟1.方式調製5%-50%的鹽水為對照組。
- 5.轉動大圓盤，讓起始之光最暗；放入測試水溶液後，再轉動小圓盤，測量轉動後光線最亮時之角度。
- 6.紀錄不同色光經過偏振片後偏轉角度。

【研究發現】：

- 1.紅光照射時，糖因旋光性產生的偏轉角度較小，以藍光的偏轉角度較大。
- 2.紅光、綠光與藍光的偏轉角度，都是隨著濃度增加，偏轉角度越大。
- 3.鹽水以紅光、綠光與藍光照射，並未產生任何偏轉角度。
- 4.結果如表 7-10、圖 7-15。

【實驗討論與結果】：

從實驗發現，糖的濃度越高，偏轉角度越大；鹽水不具任何偏光效果。因此，可以利用【糖因旋光性旋，產生的偏轉角度大小】推測【糖的濃度】。以下以糖鹽混合水溶液，驗證糖鹽混合時的偏轉角度，是否與「糖的偏角度」相同。

表 7-10：不同濃度下糖的旋光效果

色光 糖濃度	紅光(度)	綠光(度)	藍光(度)
5%	4.0	5.0	7.0
10%	7.0	9.0	11.0
15%	9.0	12.0	16.0
20%	11.0	16.0	21.0
25%	13.0	18.0	28.0
30%	15.0	21.0	34.0
35%	17.0	23.0	38.0
40%	21.0	27.0	44.0
45%	25.0	30.0	49.0
50%	28.0	32.0	55.0

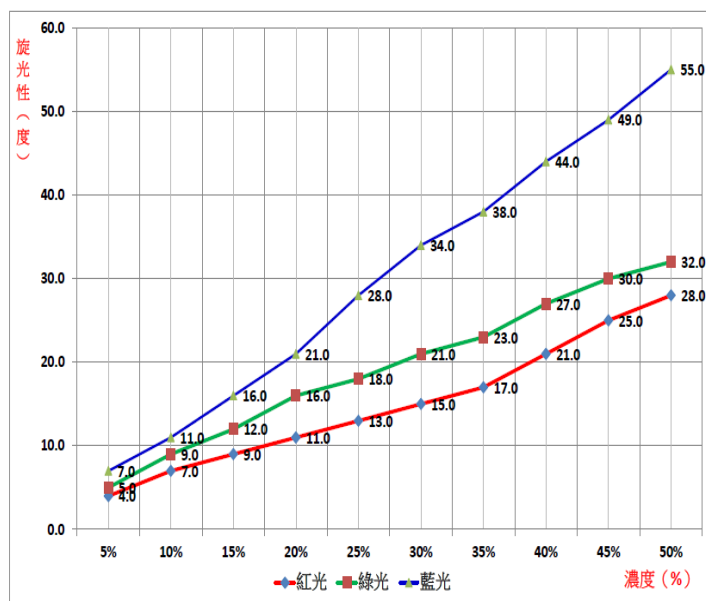


圖 7-15：不同濃度下糖的旋光效果比較圖

研究 2-4：探討不同濃度糖鹽混合水溶液，旋光角度的差異？

【研究構想】：純糖水溶液，經第二代旋光儀測試後，確認糖水具旋光性，鹽水不具旋光性；而且，隨著糖濃度增加旋光的角度越大。我們心中就想，**如果是糖鹽混合溶液，旋光性會有什麼不同呢？**因此，小組就配製不同的糖鹽混合水溶液。

【實驗步驟】：

- 1.配製糖鹽混合試液一：配製 100mL 糖鹽水溶液 10 杯，糖濃度為 5%-50%，鹽濃度均為 1%。糖鹽濃度配製如表 7-11。
- 2.配製糖鹽混合試液二：配製 100mL 糖鹽水溶液 10 杯，鹽濃度為 5%-50%，糖濃度均為 1%。糖鹽濃度配製如表 7-11。
- 3.分別以旋光儀檢驗試液一、試液二之偏轉角度。
- 4.將結果整理成表格及統計圖。

表 7-11：糖鹽水溶液配製一覽表

編號/水溶液		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
試液一	糖	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
	鹽	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
試液二	糖	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
	鹽	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%

【研究發現】：

- 1.糖鹽混合試液一時，當糖濃度增加、鹽的濃度固定時，糖的旋光偏轉角度，隨著糖濃度增加而增加。
- 2.糖鹽混合試液二時，當糖濃度固定、鹽的濃度增加時，糖的旋光偏轉角度固定，並不隨著鹽濃度增加而改變。
- 3.不同色光照射下，偏轉角度為：藍光>綠光>紅光。

表 7-12：不同糖鹽混合水溶液糖的旋光效果

色光 糖濃度	紅光	綠光	藍光
1%鹽 5%糖	2	5	6
1%鹽 10%糖	5	12	16
1%鹽 15%糖	8	17	23
1%鹽 20%糖	10	18	26
1%鹽 25%糖	12	22	32
1%鹽 30%糖	14	22	40
1%鹽 35%糖	16	25	46
1%鹽 40%糖	16	30	51
1%鹽 45%糖	21	31	55
1%鹽 50%糖	23	34	57

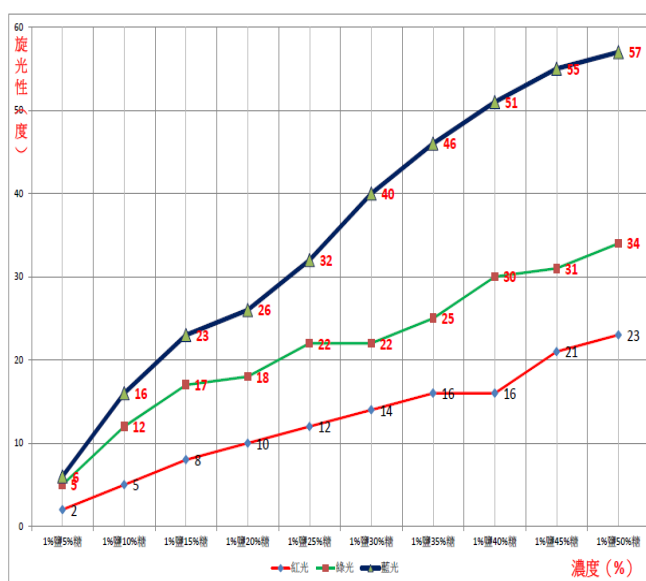


圖 7-16：不同糖鹽混合水溶液糖的旋光比較(糖增加)

表 7-13：不同糖鹽混合水溶液糖的旋光效果

色光/糖濃度	紅光(度)	綠光(度)	藍光(度)
1%糖 5%鹽	2	5	6
1%糖 10%鹽	2	5	6
1%糖 15%鹽	2	5	6
1%糖 20%鹽	2	5	6
1%糖 25%鹽	2	5	6
1%糖 30%鹽	2	5	6
1%糖 35%鹽	2	5	6
1%糖 40%鹽	2	5	6
1%糖 45%鹽	2	5	6
1%糖 50%鹽	2	5	6

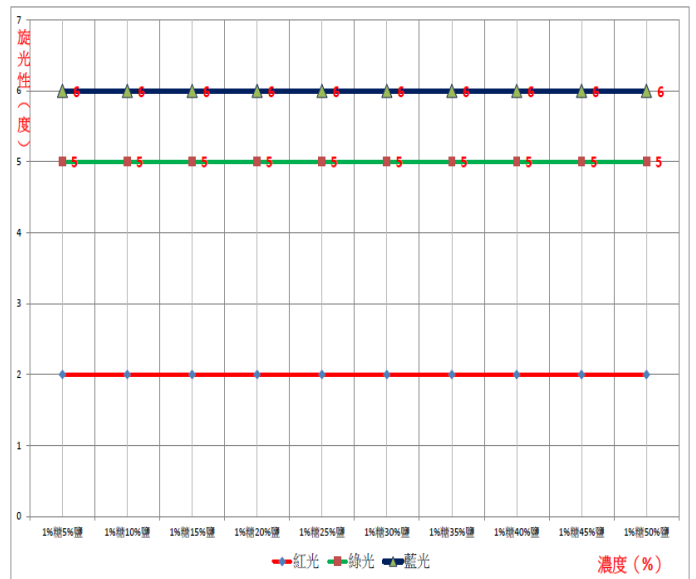


圖 7-17：不同糖鹽混合水溶液的旋光比較(鹽增加)

【研究結果與討論】

從糖鹽混合水溶液旋光角度發現，旋光儀測得糖的偏光角度，並不受混合液中鹽的濃度影響，因此，可以利用旋光儀測混合液中糖的濃度。

研究 2-5：探討旋光儀偏光角度與方糖顆數關係？

【研究構想】：為了讓偏光角度與糖水溶液中糖濃度的關係，更容易了解，研究小組利用方糖數作為比較糖濃度大小之基準，因此，就配製總重 100 公克方糖水溶液，測試不同顆方糖數時偏光儀偏光角度。

【實驗步驟】：

1. 利用電子天平測量 1 顆方糖重量，慢慢加水，讓方糖加水後總重為 100 公克。攪拌讓方糖完全溶解在水中。
2. 改秤 2~10 顆方糖重量，慢慢加水，都讓方糖加水後總重為 100 公克。攪拌讓方糖完全溶解在水中。
3. 分別以紅光、綠光、藍光三色旋光儀測試偏轉角度。
4. 改用糖度計測試其濃度。
5. 將結果整理成表格及統計圖。

【研究發現】：

1. 方糖顆數增加時，紅光、綠光、藍光的偏轉角度，都隨著糖濃度而增加。
2. 糖度計測得數值，接近實際糖濃度。但糖度計只能測到 8 顆方糖濃度，超過濃度時實無法測量。
3. 不同色光照射下，偏轉角度為：藍光>綠光>紅光。

【研究結果與討論】

由研究 3-5 發現(表 7-14、圖 7-18)，方糖顆數增加時，不論紅光、綠光、藍光，都隨著濃度增加而偏轉角度增加。因此，可利用方糖顆數對應糖濃度，作為實測一般飲料時的濃度參考值。此外，發現糖度計只能測到 8 顆方糖濃度，本研究利用糖的旋光性，可以測量較高濃度的糖。

表 7-14：不同顆方糖的旋光效果

偏光儀	紅光 (度)	綠光 (度)	藍光 (度)	糖濃度 (%)	糖度計 (%)
1 顆	1.0	4.0	7.0	4.04	3.4
2 顆	4.0	9.0	13.0	8.03	7.3
3 顆	7.0	13.0	18.0	12.9	11.6
4 顆	9.0	17.0	24.0	16.9	15.6
5 顆	11.0	20.0	36.0	20.29	19.4
6 顆	14.0	27.0	40.0	24.41	23.4
7 顆	16.0	31.0	46.0	28.3	27.8
8 顆	19.0	36.0	50.0	32.45	31.9
9 顆	21.0	40.0	55.0	36.22	-
10 顆	23.0	44.0	58.0	39.79	-

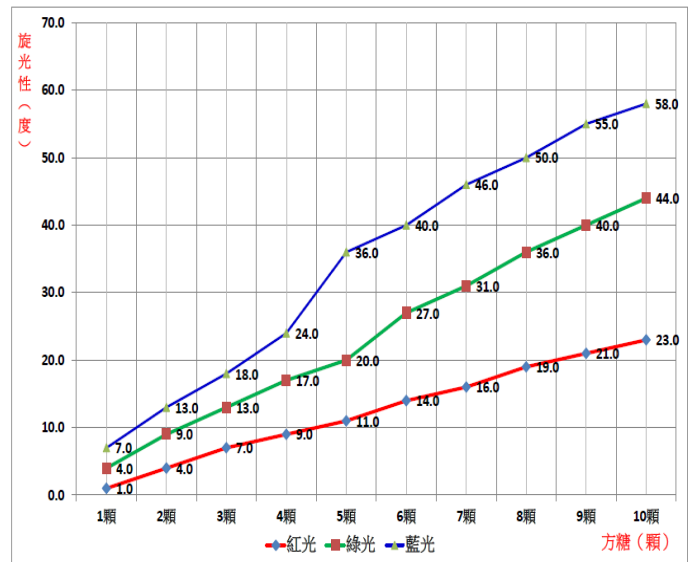


圖 7-18：不不同顆方糖的旋光效果圖

三、市售飲料及糖果，含糖量有何不同。

研究 3-1：探討不同種類的飲料含糖量有何不同？

【研究構想】：市售飲料含糖量是不是很高？我們以旋光儀、糖鹽度計探討「飲料含糖的問題」。由於飲料種類很多，以「茶飲」、「汽水」、「果汁」、「運動飲料」、「固體」等類別各選取四至五種測試，並以飲料之顏色較淡者為主要測試對象。

【實驗步驟】：

- 1.選取市售飲料「茶飲」、「汽水」、「果汁」、「運動飲料」、「固體」等類別各選取四至五種，各取 10 克，並加純水 90 克稀釋。
- 2.分別以旋光儀（紅光、綠光）檢驗水溶液偏轉角度，並利用表 7-14 轉換成方糖數。
- 3.改用糖度計檢驗水溶液之糖濃度。
- 4.將結果整理成表格及統計圖。

【研究發現】：

- 1.各類飲料檢測糖濃度最高的結果如下：茶飲類：雀巢檸檬茶；汽水類：可口可樂；果汁類：波蜜果菜汁及梅子蕃茄汁；運動飲料類：保利達蠻牛；固體狀類：威德果凍能量。
- 2.市售糖度計測得飲料含糖濃度，因測得整體水溶液濃度，明顯與偏光儀測糖不同。
- 3.旋光儀用紅色光照射時，產生的偏光角度較小，較無法區分糖濃度。
- 4.結果如表 7-15、圖 7-19。

【實驗討論與結果】：

我們用旋光儀測量飲料的偏光度，再推論其濃度大小。根據研究 2-3 發現偏光角度越大，糖的濃度越高。因此，偏光儀比傳統糖度計較能準確測出糖的濃度高低。

表 7-15：不同飲料糖的旋光度與糖濃度

偏光儀/糖度計/飲料種類	紅光(度)	綠光(度)	糖度計(%)	方糖數(綠光)	整瓶容量(g)	喝完整瓶的方糖數(顆)
生活泡沫綠茶	2	9	6.2	2	300	6
雀巢檸檬茶	2	12	7.2	2-3	235	4.7-7.05
花果舒芙茶	2	4	8.6	1	330	3.3
午後的紅茶	4	7	6.2	1-2	500	5-10
冰鎮紅茶	1	5	8	1-2	535	5.35-10.7
御茶園綠茶	3	5	3.8	1-2	500	5-10
冬瓜茶	5	7	5.8	1-2	600	6-12
蘋果西打	3	6	9	1-2	330	3.3-6.6
黑松沙士	3	7	10	1-2	600	6-12
可口可樂	4	11	9	2-3	350	7-10.5
雪碧 1	3	6	11	1-2	600	6-12
雪碧 2	4	6	10.9	1-2	300	3-6
芬達	2	4	11	1-2	500	5-10
果樣多果汁-葡萄	4	8	10.4	1-2	330	3.3-6.6
果樣多果汁-柳橙	5	7	10.2	1-2	330	3.3-6.6
果樣多果汁芭樂汁	2	4	11.5	1	330	3.3
波蜜果菜汁	9	12	9	2-3	300	6-9
津津蘆筍汁	2	10	8.1	2-3	400	8-12
梅子蕃茄汁	9	11	3.4	2-3	400	8-12
舒跑	2	8	6.9	1-2	590	5.9-11.8
寶礦力	4	7	6	1-2	580	5.8-11.6
保利達蠻牛	6	9	14.6	2	160	3.2
馬力夯	4	8	15	1-2	150	1.5-3
威德果凍維他命	4	8	9.6	2-3	180	3.6-5.4
威德果凍能量	7	22	24.9	3-4	180	5.4-7.2
威德果凍礦物質	9	11	9.3	2-3	180	3.6-5.4

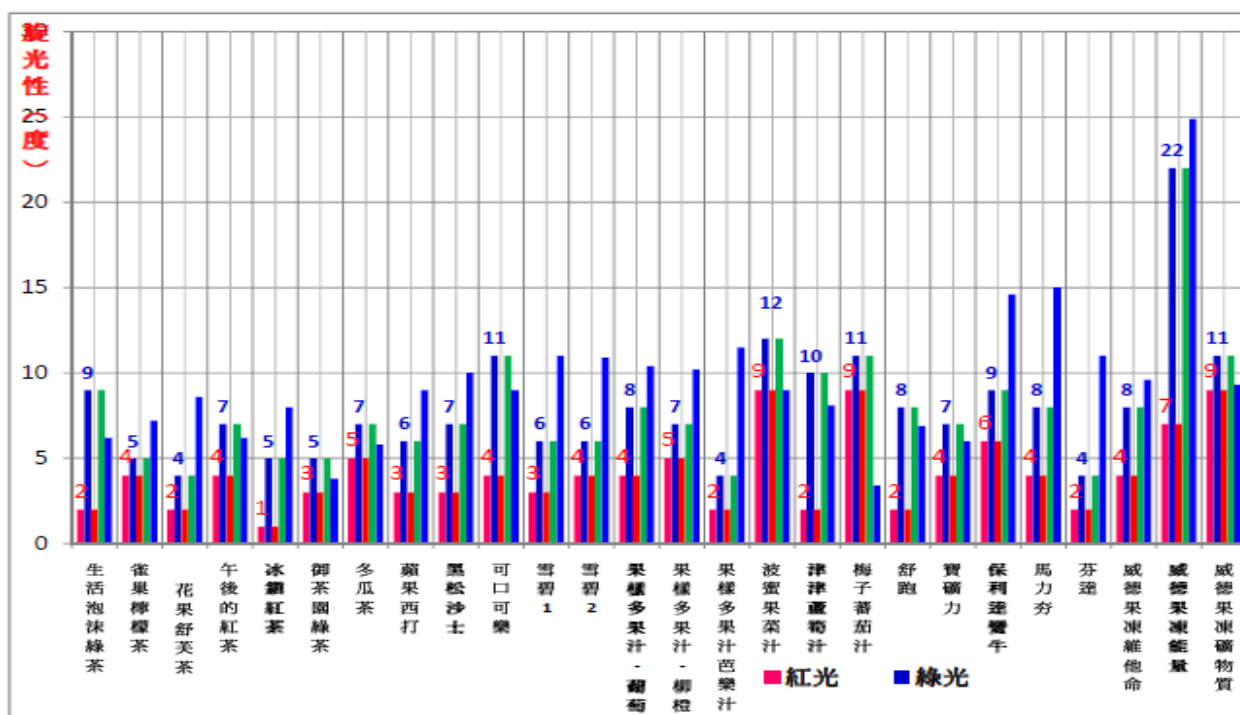


圖 7-19：不同飲料糖的旋光度與糖濃度

研究 3-2：探討不同種類的糖果含糖量有何不同？

【研究構想】：新聞報導很多市售糖果，含糖料很高。不曉得是否真是這樣？因此，以旋光儀、糖鹽度計探討「糖果含糖量的問題」。

【實驗步驟】：

1. 選取市售糖果選取 10 種，各取 10 克，並加純水 90 克稀釋。
2. 分別以旋光儀（紅光、綠光、藍光）檢驗水溶液偏轉角度。
3. 改用糖度計檢驗水溶液之糖濃度。
4. 將結果整理成表格及統計圖。

【研究發現】：

1. 水溶液偏轉角度最大，含糖最多的前三名是：飛壘口香糖、森永牛奶糖、曼陀珠、義美 QQ 巧克球。
2. 市售糖度計測得結果與偏光儀不同。
3. 三種不同色光測得的偏轉角度，都是藍光>綠光>紅光。

【實驗討論與結果】：

因糖果中含有其它成分，一般的糖度計測到的是所有的濃度，使用旋光儀較能精確測得真正糖的濃度。

表 7-16：不同糖果含糖量比較

偏光儀/糖度計 糖果種類	紅光 (度)	綠光 (度)	藍光 (度)	糖度計 (%)	取樣之 方糖數	食用一 包之方 糖數 (顆)
彩虹糖(45g)	2.0	7.0	9.0	5.00	1-2	4-8
曼陀珠(37.8g)	2.0	5.0	11.0	4.20	1-2	3-6
黑嘉麗(52.5g)	2.0	6.0	8.0	3.10	1-2	5-10
mm 巧克力牛奶口味(200g)	1.0	2.0	4.0	2.00	0-1	0-18
安迪士薄荷巧克力(132g)	1.0	3.0	5.0	3.80	0-1	0-13
森永牛奶糖(102g)	5.0	9.0	12.0	1.50	2	20
飛壘口香糖(30g)	6.0	10.0	15.0	3.10	2-3	40-60
77 乳加巧克力(28g)	2.0	3.0	8.0	1.10	0-1	0-2
義美 QQ 巧克球(50g)	2.0	7.0	11.0	3.00	1-2	5-10
mm 迷你巧克力(7g)	2.0	3.0	4.0	3.00	0-1	0-0.7

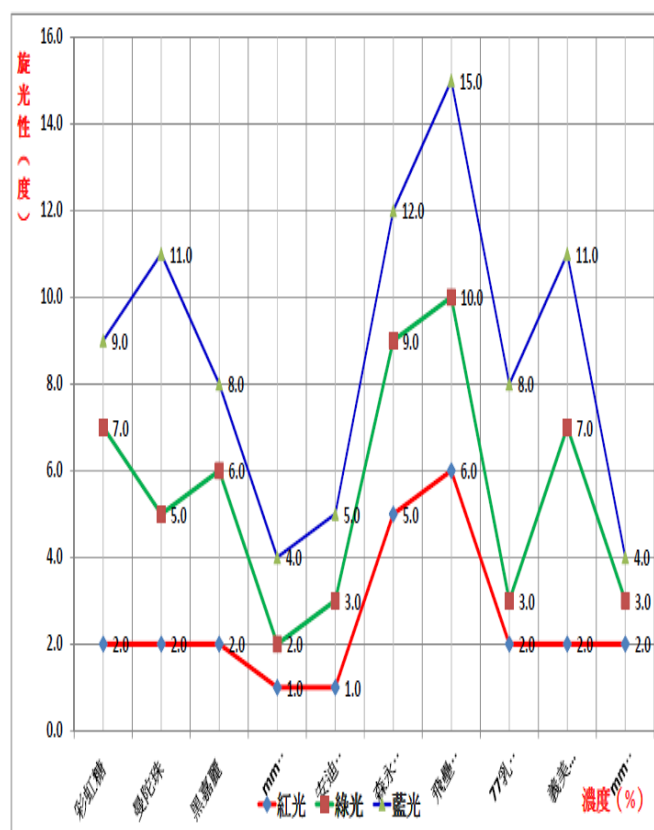


圖 7-20：不同糖果含糖量比較圖

研究4、探討不同的天然水果含糖量有何不同？

【研究構想】：天然水果含鹽、含糖情形又是怎樣呢？利用旋光儀進行水果「含糖」的測試實驗。

【實驗步驟】：

- 1.先將水果切碎，用果汁機榨出汁液，再用滴管吸取各種天然水果汁 10cc(編號 A~D)，滴入塑膠試管。
- 2.用滴管吸取 1 滴蒸餾水，滴在糖度計、鹽度計藍色薄膜上，觀測是否歸零。
- 3.確認糖度計、鹽度計歸零後，取 1 滴天然水果汁 A，滴在糖度計、鹽度計藍色薄膜上，並觀測紀錄刻度。
- 4.重複 A 汁液三次後，用滴管吸取蒸餾水沖洗糖度計、鹽度計數次，直到乾淨無殘渣後，用面紙吸乾表面。
- 5.改用水果 B~D 汁液，重複步驟 3.至 4.。
- 6.利用旋光儀紅光(R)、綠光(G)測糖的旋光角度。
- 7.將結果記錄於表格，並畫成統計圖。

【研究發現】：

- 1.以旋光儀測得偏光最大的前三名為：香蕉、蕃茄、愛文芒果。
- 2.市售糖度計測得結果與偏光儀不同。
- 3.糖度計與鹽度計測得數值接近。
- 4.表 7-17、圖 7-21。

【實驗討論與結果】：

由實驗發現旋光儀能測得水果含糖濃度，而用糖度計、鹽度計，因測到的是溶液總濃度（糖度計、鹽度計數值接近），並非單純的糖，與旋光儀僅測糖，結果不同。

表7-17：天然水果含糖鹽量分析一覽表

水果/儀器 糖鹽含量	偏光儀 Red (度)	偏光儀 Green (度)	糖度計 (%)	鹽度計 (%)
蘋果	4.0	7.0	4.20	4.60
柳丁	3.0	8.0	4.20	3.40
香蕉	5.0	11.0	8.00	6.60
荔枝	4.0	9.0	5.00	4.40
蕃茄	6.0	10.0	2.20	2.00
鳳梨	2.0	6.0	1.20	1.00
木瓜	4.0	8.0	0.40	0.10
愛文芒果	6.0	10.0	0.60	0.20
綠奇異果	1.0	2.0	0.80	0.80
黃金奇異果	1.0	4.0	1.00	0.00
李子	2.0	3.0	0.00	0.00
芭樂	3.0	5.0	0.10	0.00

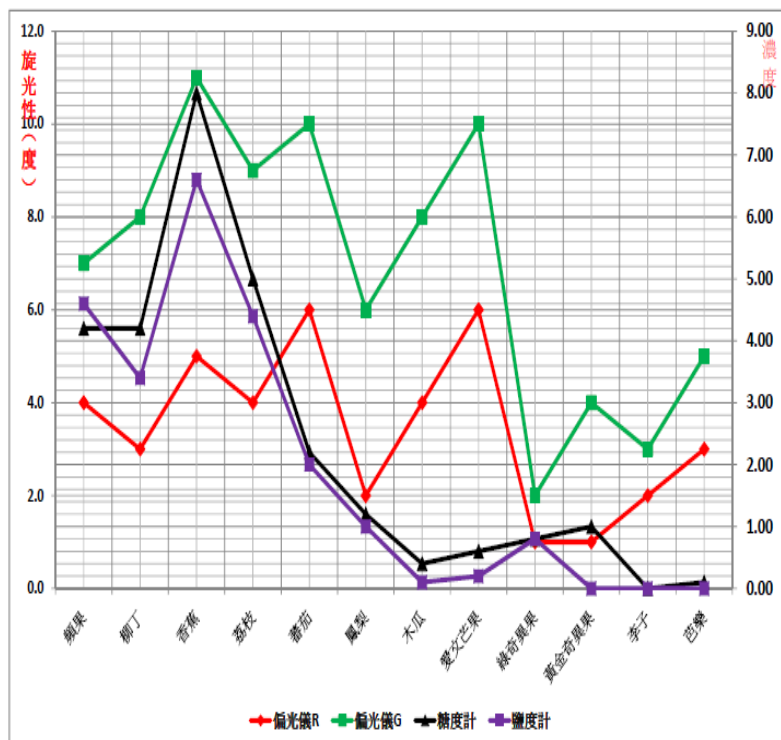


圖 7-21：不同天然水果含糖量比較圖

研究5、探討不同種類洋芋片與零嘴的含糖量有何不同？

【研究構想】：研究 1-1,1-2 發現洋芋片、零嘴含油量不少，是不是糖鹽也含量很多？因此，利用旋光儀、糖、鹽度計，進行天「含糖」「含鹽」的測試實驗。

【實驗步驟】：

- 1.先將洋芋片、零嘴秤出 10 克，利用研鉢搗碎，再加水 90 克浸泡。最後利用沖泡咖啡之濾紙過濾殘渣(編號 A~D)。
- 2.用滴管吸取 1 滴蒸餾水，滴在糖度計、鹽度計藍色薄膜上，觀測是否歸零。
- 3.確認糖度計、鹽度計歸零後，取 1 滴步驟 1 之水溶液 A，滴在糖度計、鹽度計藍色薄膜上，並觀測紀錄刻度。
- 4.重複 A 汁液三次後，用滴管吸取蒸餾水沖洗糖度計、鹽度計數次，直到乾淨無殘渣後，用面紙吸乾表面。
- 5.改用 B~D 汁液，重複步驟 3.至 4.。
- 6.取步驟 1 之水溶液 50CC，利用旋光儀（紅光及綠光）檢驗偏轉角度。
- 7.將結果記錄於表格，並畫成統計圖。

【研究發現】：

- 1.以旋光儀測得偏光最大的前三名為：五香乖乖、和風醬燒蝦味先、品客洋蔥洋芋片、品客原味洋芋片。
- 2.糖度計、鹽度計測得數值相近，但與旋光儀測得糖濃度順序不同。
- 3.表 7-18、圖 7-22。

【實驗討論與結果】：

在含鹽較多的食品中，利用旋光儀發現鹹的食品也含有糖。一般大眾很容易誤以為鹹的食品，只含鹽不含糖。這對我們來說是很重要的發現！

表 7-18：食品含糖鹽量分析一覽表

洋芋片零嘴/儀器/糖鹽含量	鹽度計 (%)	糖度計 (%)	偏光儀 Red (度)	偏光儀 Green (度)
美國經典原味洋芋片	1.00	1.00	3.00	5.00
蚵仔煎洋芋片	1.20	1.20	4.00	7.00
酷辣可樂果	1.00	1.00	5.00	8.00
五香乖乖	4.00	4.00	4.00	10.00
原味可樂果	1.00	1.00	2.00	5.00
奶油椰子乖乖	5.20	5.20	5.00	7.00
家常起司奇多	2.00	2.00	4.00	6.00
和風醬燒蝦味先	1.20	1.20	3.00	9.00
品客洋蔥洋芋片	2.00	2.00	6.00	9.00
品客原味洋芋片	1.00	1.00	6.00	9.00

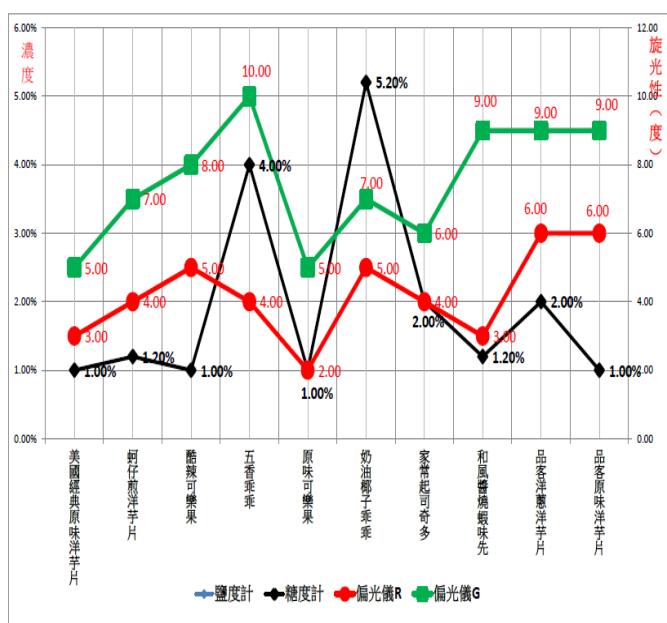


圖 7-22：食品含糖量分析一覽圖

捌、討論

一、市售洋芋片零嘴，含油量有何不同？

由【研究 1-1】及【研究 1-2】的實驗發現「吸油面紙吸油法」及「燃燒法」，都是洋芋片都是以下層的油滴較重，顯示這兩種方法，都可以檢驗洋芋片油含量多少，也證實洋芋片油量分布不均，如果將洋芋片顛倒、側放，油量分布是否將改變，有待我們更進一步實驗證明。

二、糖度計、鹽度計的大解碼

(一) 市售糖度計不測糖，鹽度計不測鹽

根據【研究 2-1】的實驗發現：糖量增加時（鹽量固定），糖度計測得的糖濃度隨著糖濃度增加而增加，但用鹽度計測得的鹽濃度，卻依然隨著糖增加而增加，顯示鹽度計無法測混合溶液中鹽的濃度；反過來，當鹽量增加時（糖量固定），鹽度計測得的鹽濃度隨著鹽濃度增加而增加，但用糖度計測得的糖濃度，卻依然隨著鹽增加而增加，顯示糖度計無法測混合溶液中糖的濃度（圖 7-12、圖 7-13）。因此，當混合糖鹽水溶液時，我們利用糖的旋光性，而鹽卻沒有旋光的特性，「自製旋光儀」測糖的濃度。

(二) 自製第一代旋光儀測試旋光度與糖濃度關係

根據資料蒐集發現「糖具有旋光性」，製第一代旋光儀。根據【研究 2-2】的實驗發現：第一代旋光儀，能顯現不同濃度糖，但偏光影響效果不是很好，手電筒光度不足，顏色不易判讀，因此，改用光源較單純的雷射光進行測試，並改進旋光儀刻度不易對齊缺點。

(三) 自製第二代旋光儀測試不同色光之旋光度與糖濃度關係

改進第一代旋光儀缺點，並測試不同色光之旋光度與糖濃度關係。結果由【研究 2-3】實驗發現，三種色光的偏轉角度，隨著糖的濃度增加而增加，鹽水不具任何偏光效果。而且，也發現綠光、藍光產生偏轉角度變化較大，但綠光較容易辨認。因此，選擇主要以綠光照射下的偏光儀，測量糖鹽混合水溶液時，糖的濃度（圖 7-15）。

(四) 不同濃度糖鹽混合水溶液旋光角度

根據【研究 2-4】的實驗發現：當糖濃度增加、鹽的濃度固定時，糖的旋光偏轉角度，隨著濃度增加而增加（圖 7-16）；當糖濃度固定、鹽的濃度增加時，糖的旋光偏轉角度，不隨著鹽濃度增加而改變（7-17）。因此，證明可以利用旋光儀測混合液中糖的濃度。

(五) 旋光儀偏光角度與方糖顆數關係

【研究 2-5】的實驗發現：方糖顆數增加時，三種色光偏轉角度，都隨著濃度增加而增加（圖 7-18）。而且，可利用方糖顆數對應糖濃度，作為實測一般飲料時的濃度參考值。

三、市售飲料及糖果，含糖量有何不同。

(一) 不同種類飲料，含糖量有何不同

根據【研究 3-1】的實驗發現，市售很多飲料經自製旋光儀測定，含糖濃度最高的食品：茶飲類是雀巢檸檬茶；汽水類是可口可樂；果汁類是波蜜果菜汁及梅子蕃茄汁；運動飲料類是保利達蠻牛；固體狀類是威德果凍能量。建議少飲用這些飲料。若將飲料含糖濃度轉換成方糖數，則喝完一整瓶可口可樂等同吃進 7-10 顆方糖。為了讓消費者有深刻體認糖的多寡，建議食品標示改成喝完本飲料，相當於吃了多少顆方糖。（方糖標示符號如附件）

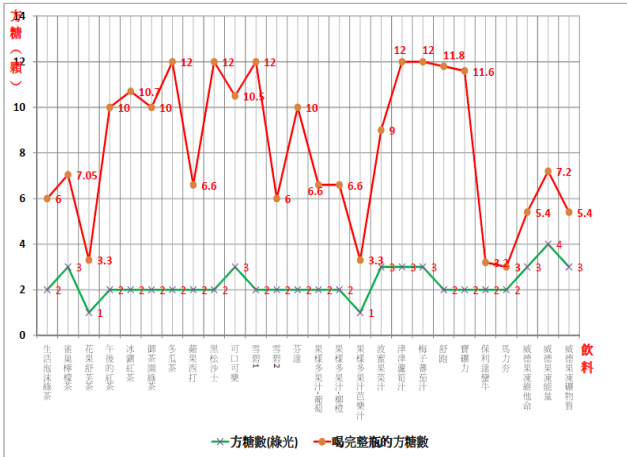


圖 7-23：食用整瓶飲料相當於方糖數量圖

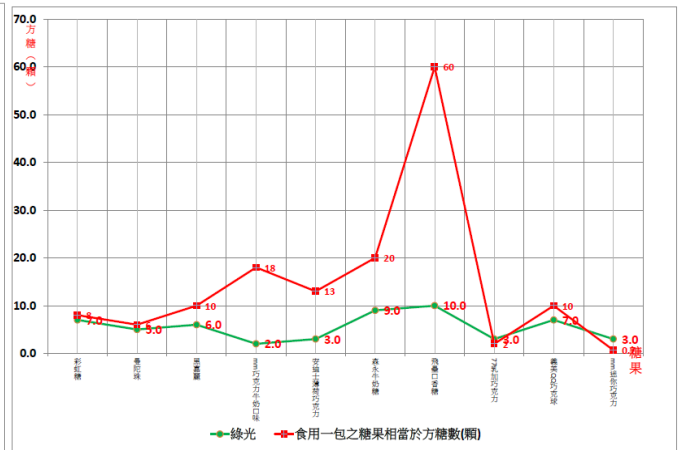


圖 7-24：：食用整包糖果相當於方糖數量圖

(二) 不同種類糖果，含糖量有何不同

根據【研究 3-2】的實驗發現，利用旋光儀測得偏轉角度較大（糖濃度高），含糖最多的前三名是：飛壘口香糖、森永牛奶糖、曼陀珠、義美 QQ 巧克球。與一般人習慣的感覺相同，建議少食用這些糖果。將糖果含糖濃度轉換成方糖數，結果如圖 7-24。吃完整包糖果，吃進去一整包飛壘口香糖，將等同吃了 40 顆方糖，這是多麼恐怖呀！

四、不同天然水果，含糖量有何不同？

利用旋光儀測定天然水果含糖濃度，結果由【研究 4】的實驗發現，含糖最多的前三名為：香蕉、蕃茄、愛文芒果。結果可以作為「糖量」食用控制參考。

五、洋芋片，含糖量有何不同？

一般來說，吃洋芋片時僅覺得很鹹，但洋芋片含糖嗎？由【研究 5】研究發現含糖最多的前三名為，五香乖乖、和風醬燒蝦味先、品客洋蔥洋芋片、品客原味洋芋片。而且包裝標示為無糖，顯示標示不實。一般大眾很容易誤以為鹹的食品，只含鹽不含糖。這對我們來說是很重要的發現！似乎生活中的食品，高鹽也伴隨著高糖。這些零嘴，要盡量少吃。

玖、結論

- (一) 吸油面紙吸油法及燃燒法，均可以檢驗洋芋片油含量多少；且洋芋片的油都是下層比上層多。
- (二) 糖度計不測糖，鹽度計不測鹽~測到的是溶液總濃度。
- (三) 自製糖度計發現，紅光、綠光與藍光照射下，隨著糖的濃度增加，偏轉角度越大；鹽水不具任何偏光效果。
- (四) 糖鹽混合水溶液時，糖的旋光偏轉角度，隨著糖濃度增加而增加；而鹽的濃度增加時，旋光偏固定一個偏轉角度，不受鹽濃度增加而影響。
- (五) 利用糖的旋光偏轉角度轉換成方糖數，較容易了解食品（飲料、糖果、水果）食用一整份的糖量。
- (六) 鹹的食品（洋芋片與零嘴），利用旋光儀檢測後全部均含糖。顯示高鹽的食物，也伴隨著高糖。

拾、未來展望與建議

本研究僅針對糖鹽混合水溶液，利用旋光儀測定糖的濃度，並應用在飲料、糖果及洋芋片含糖的檢測。未來研究方向，建議如下：

- 一、在鹽的部分，尚未有較好的檢測方式，是否可利用傳統之「糖度計」測得溶液總濃度後，

再扣除利用旋光儀測得之糖濃度，有待進一步探討。

二、食品標示糖濃度與實際旋光儀測得之糖濃度，兩者之比較。

三、食品標示整包糖量，利用方糖數標示法。

拾壹、研究心得

進行完一連串實驗，最深刻的體認是學習不能只靠父母、老師，得要靠「自己親身 DIY、親身體驗」，才能**感受**科學研究的甘苦，**享受**解決問題後的樂趣，**體驗**小組合作的重要。剛開始我們誤以為要解決食品含糖、含鹽問題，只要用現有工具—糖度計、鹽度計就輕易解決。不料，事情就在無意間的一個好奇、想法，「**將糖水、鹽水，除了給糖度計、鹽度計測之外，如果交換測會怎樣？**」、「糖鹽混合後，再測會怎樣？」單純的想法、簡易的實驗，打破了我們原先的想法，原來糖度計、鹽度計不測糖、鹽，只在於利用光在不同濃度溶液下的折光度（總濃度）。就這樣子，激發我們找出解決測量糖濃度方法～「偏光儀」。又經歷一連串試驗，才完成可測糖的儀器。但在實際應用偏光儀測量飲料、洋芋片、水果的糖濃度時，又發生「飲料顏色太深」、「水果太濃稠」、...等問題，小組又再度腦力激盪，利用「離心分層」、「稀釋」的方法解決。等到糖濃度問題稍為解決，但隨之而來的「鹽」，卻已來不及完成。食品大解碼，讓我們體驗科學研究，就是不斷解決問題的過程；這個研究引導我們踏入科學研究之門。未來將持續努力，圓一個科學夢！

拾貳、相關參考資料

- 一、南一書局主編（2013）。自然與生活科技課本第 2 冊，第 2 單元水的溶解。台南：南一。
- 二、南一書局主編（2013）。自然與生活科技課本第 6 冊，第 2 單元水溶液性質。台南：南一。
- 三、郭文玉、劉發勇、邱宗甫。食品加工 I。台南市：復文書局。p.91。2009
- 四、半糖是全糖的一半？手搖杯飲品含糖量調查揭密！102.12.10 取自董氏基金會
<http://nutri.itf.org.tw/index.php?idd=1&aid=50&bid=386&cid=2417>
- 五、市售包裝食品營養標示規範。2014.4.27 取自
<https://consumer.fda.gov.tw/Law/Detail.aspx?nodeID=518&lawid=142>
- 六、「甜」之有理—從影響番茄甜度因素到自製甜度。第 51 屆全國科展，國中組 生活與應用科學科。2014.4.27 取自 <http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/51/pdf/030806.pdf>
- 七、2014 年會員工廠各類飲料銷售數量統計表。2014.4.27 取自
http://www.bia.org.tw/style/content/CN-02a/download.asp?lang=1&customer_id=1135&name_id=16666&rid=1691
- 八、龍“鳳”“橙”祥～以鳳梨皮及柳橙果皮製作可裁式調味紙取代傳統速食麵調味包之可行性研究。第 53 屆全國科展，高職組 農業及生物科技科。2014.4.27 取自台灣科教館
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=72&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=10397>
- 九、**兒童每日建議糖攝取量 世衛擬砍半**。【聯合報／記者吳佳珍／台北報導】2014.4.27 取自
<http://udn.com/NEWS/HEALTH/HEA2/8611064.shtml>
- 十、世衛修改糖攝取量董氏：儘快公告糖份標示。(健康醫療網) 2014.4.27 取自
<https://tw.news.yahoo.com/%E4%B8%96%E8%A1%9B%E4%BF%AE%E6%94%B9%E7%B3%96%E6%94%9D%E5%8F%96%E9%87%8F-%E8%91%A3%E6%B0%8F-%E5%84%98%E5%BF%AB%E5%85%AC%E5%91%8A%E7%B3%96%E4%BB%BD%E6%A8%99%E7%A4%BA-102616645.html>
- 十一、Sugar Stacks - How Much Sugar Is in That? **Would you eat a stack of 16 sugar cubes?**103.5.4 取自 <http://sugarstacks.com/>
<http://www.techbang.com/posts/10025-diet-of-terror-the-sugar-content-of-these-things-should-be-so-high>
- 十二、燈「糖」入視—糖性質的測定 糖性質的測定，第 53 屆全國科展，國小組化學科。2014.4.23 取自 <http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/080209.pdf> 中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 參展作品專輯網站

【評語】 080202

本研究是檢測市售食品中油、糖、鹽的含量，研究對象很生活化。實驗利用面紙吸油及燃燒法檢測含油量，實驗方法略嫌粗糙，僅能作定性的觀察，而無定量的數據。重要的是發現市售的糖度計與鹽度計無法分辨糖與鹽，並且自行製作旋光度計來測定含糖量。綜合而言，應該加強實驗結果的數量化。