

法老之蛇

摘要

法老之蛇實驗原本是利用硫氰化汞受熱分解，藉由產生氣體將固體膨脹成蛇形的生成物， $4\text{Hg}(\text{SCN})_2 \rightarrow 4\text{HgS} + 2\text{CS}_2 + 3(\text{CN})_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow$ ，因為會產生有毒的氰化物，因此漸漸不再使用，現今法老之蛇實驗則利用酒精和糖還有小蘇打(碳酸氫鈉)，燃燒糖產生碳及二氧化碳還有水， $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m + \text{O}_2 \rightarrow n\text{C} + m\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m + \text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2(\uparrow) + m\text{H}_2\text{O}$ ，熱分解碳酸氫鈉生成碳酸鈉及二氧化碳還有水， $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2(\uparrow) + \text{H}_2\text{O}$ ，二氧化碳使碳及碳酸鈉膨脹成蛇形的生成物。

本研究先利用特砂在比例1:4下觀察不同總重其剩餘比例，發現隨著總重下降剩餘比例下降，但在1.5g時有反彈現象；並藉由利用不同糖類、比例，觀察反應後其長度，發現個糖類皆在1:4長度最長，而二號砂糖最長，且黑糖在各比例長度皆非常短；最後藉由利用不同糖類、比例，觀察反應後其剩餘比例，發現各糖類皆在1:4剩餘比例最少，而特砂最少。

研究動機

一次在實作課中操作法老之蛇實驗，一小撮的小蘇打粉和特紗就可以不斷長出黑蛇，原本我們以為長出如此巨大的黑蛇應該大部分的反应物都反應了，但反應結束後我們測量與原本反應前的重量比例，結果竟然還有將近一半的反應物。

後來上網搜尋相關文獻後了解是利用燃燒糖及熱分解碳酸氫鈉產生二氧化碳，使碳及碳酸鈉膨脹成蛇形的生成物。我們好奇如果使用更多的小蘇打會不會因為二氧化碳越多而長得更大、剩下的粉越少，還有如果使用不同的糖黑蛇會不會利用的效率更好，於是我們設計以不同比例、不同總重、不同糖類來探討法老之蛇實驗。

研究目的

- (一)、探討法老之蛇在不同比例的長度
- (二)、探討法老之蛇在不同種類糖的長度
- (三)、探討法老之蛇在不同總重的剩餘比例
- (四)、探討法老之蛇在不同比例的剩餘比例
- (五)、探討法老之蛇在不同糖類的剩餘比例

文獻探討

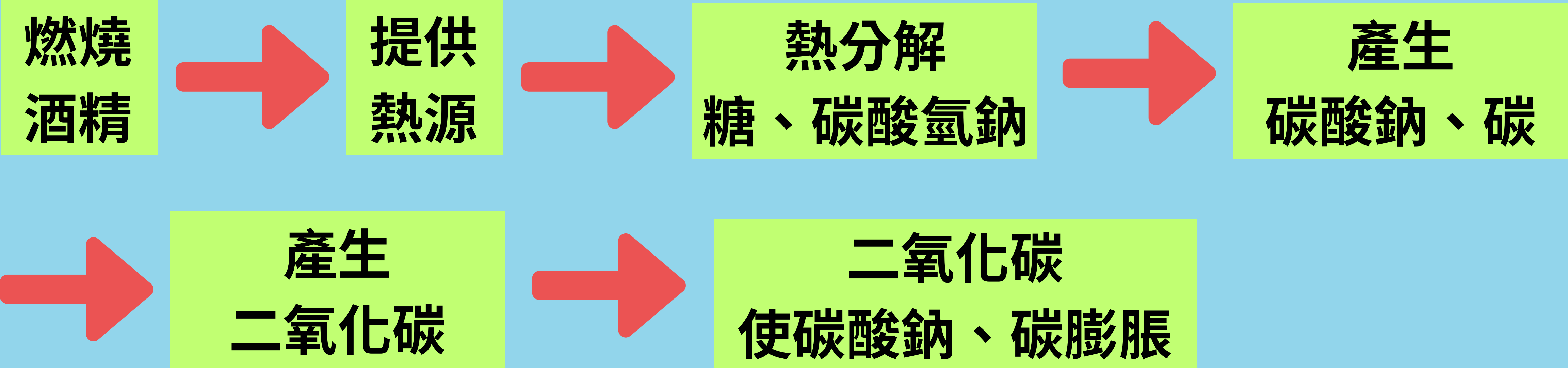
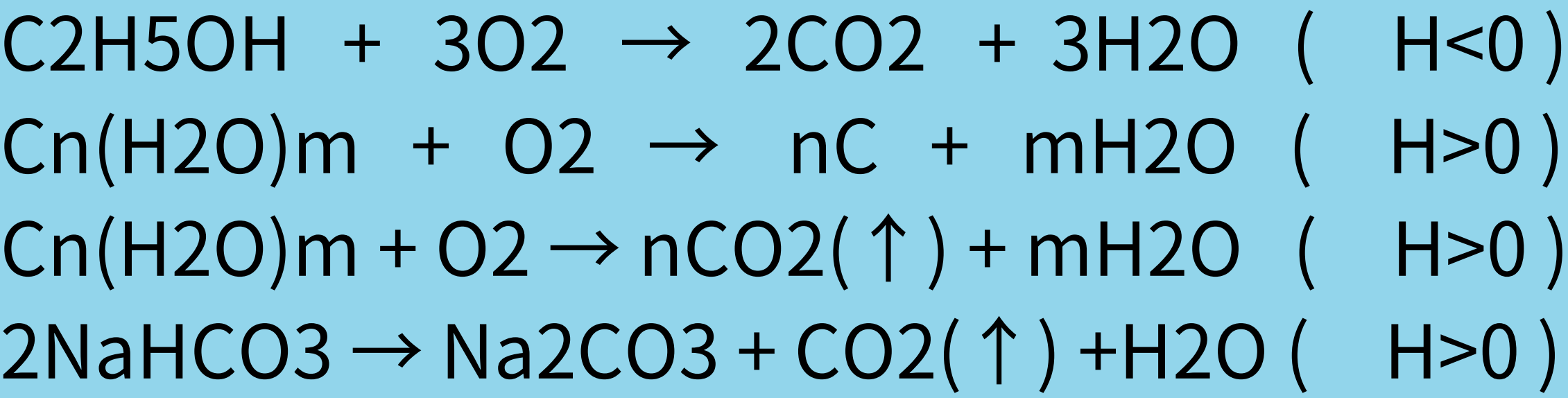
- (一)、特砂 特砂為原料蔗糖經溶解去雜質及多次結晶煉製而成的高純度白糖。
- (二)、二號砂糖 二號砂糖是帶有微量糖蜜的白糖。
- (三)、黑糖 黑糖則是熬煮時間較長的紅糖，為尚未分蜜的粗糖，糖蜜的量最高。
- (四)、糖蜜 糖蜜是將甘蔗成食糖的加工過程中產生之副產品，棕黑色黏稠液體。

蔗糖純度:白糖>二號砂糖>黑糖 糖蜜量:黑糖>二號砂糖>白糖

因為糖蜜是黏稠液體，我們認為糖蜜會阻礙糖的燃燒，因此長度應該是純度最高的特砂大於其次的二號砂糖大於黑糖，而剩餘比例則是特砂小於二號砂糖小於黑糖，而只有酒精是可燃物，因此燃燒時間應取決於酒精量。

實驗原理

燃燒酒精提供熱源，燃燒糖產生碳及二氧化碳還有水，熱分解碳酸氫鈉生成碳酸鈉及二氧化碳還有水，二氧化碳使碳及碳酸鈉膨脹成蛇形的生成物。



參考資料及其他

- 一、LIS情境科學教材 化學反應-糖最不為人知的玩法-法老黑蛇
- 二、Carbon Sugar Snake
- 三、科學online 硫氰酸汞
- 四、食力foodNEXT-特砂、細砂、二砂 一樣是砂糖，到底差在哪？
- 五、食糖。維基百科-自由的百科全書
- 六、糖蜜。維基百科-自由的百科全書

實驗步驟

(一)、土

經過測量塑膠盆深度為7cm，先將土鋪平深度4cm(墊高)，再用鋁箔紙隔絕下方的土(避面酒精滲入下方的土中)，再鋪一層深度3cm的土(反應空間)，反應結束後翻土點燃底部未燃燒的酒精(避免殘餘的酒精影響下一次實驗)並放入陽台乾燥(避免反應產生的水影響下一次實驗)，檢查鋁箔紙是否有破洞

(二)、酒精

將酒精倒入滴定管，於土的正上方15cm使用滴定管架滴定，當酒精碰觸土的表面的一瞬間開始計時，兩分鐘後燃燒

(三)、碳酸氫鈉和糖

調好所需的糖和碳酸氫鈉後，加入研鉢與杵磨細磨均勻。剪一長10cm的長方形(確保燃燒時碳酸氫鈉和糖底面積一致)(寬視總重改變)，圍成一圓柱並用膠帶黏貼。使用刮杓將碳酸氫鈉加糖加在圓柱中燃燒(燃燒過程中碳酸氫鈉和糖不會倒塌)

(四)、法老之蛇

1、長度

反應結束後剪去上面的生成物，留下底部圓柱(圓柱高視燃燒前圓柱高)，以皮尺測量生成物長度，若遇到彎曲處將其分為兩段，相加總合即為長度

2、剩餘比例

反應結束後剪去上面的生成物，留下底部圓柱(圓柱高視燃燒前圓柱高)，用鑷子夾起測量其重量，計算與反應前碳酸氫鈉加糖的重量比例

研究結果

(1)相同總重不同比例的長度

比例(碳酸氫鈉:糖)	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
長度(cm)	9	14	21	29	23
時間	8:03	8:21	8:58	10:30	9:13

表1 特砂相同總重不同比例的時間

比例(碳酸氫鈉:糖)	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
長度(cm)	6	10	16	47	29
時間	9:01	9:26	8:50	10:07	7:13

表2 二號砂糖相同總重不同比例的長度

比例(碳酸氫鈉:糖)	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
長度(cm)	3.5	3	4.5	5	5
時間	8:26	10:02	11:27	11:20	12:27

表3 黑糖相同總重不同比例的长度

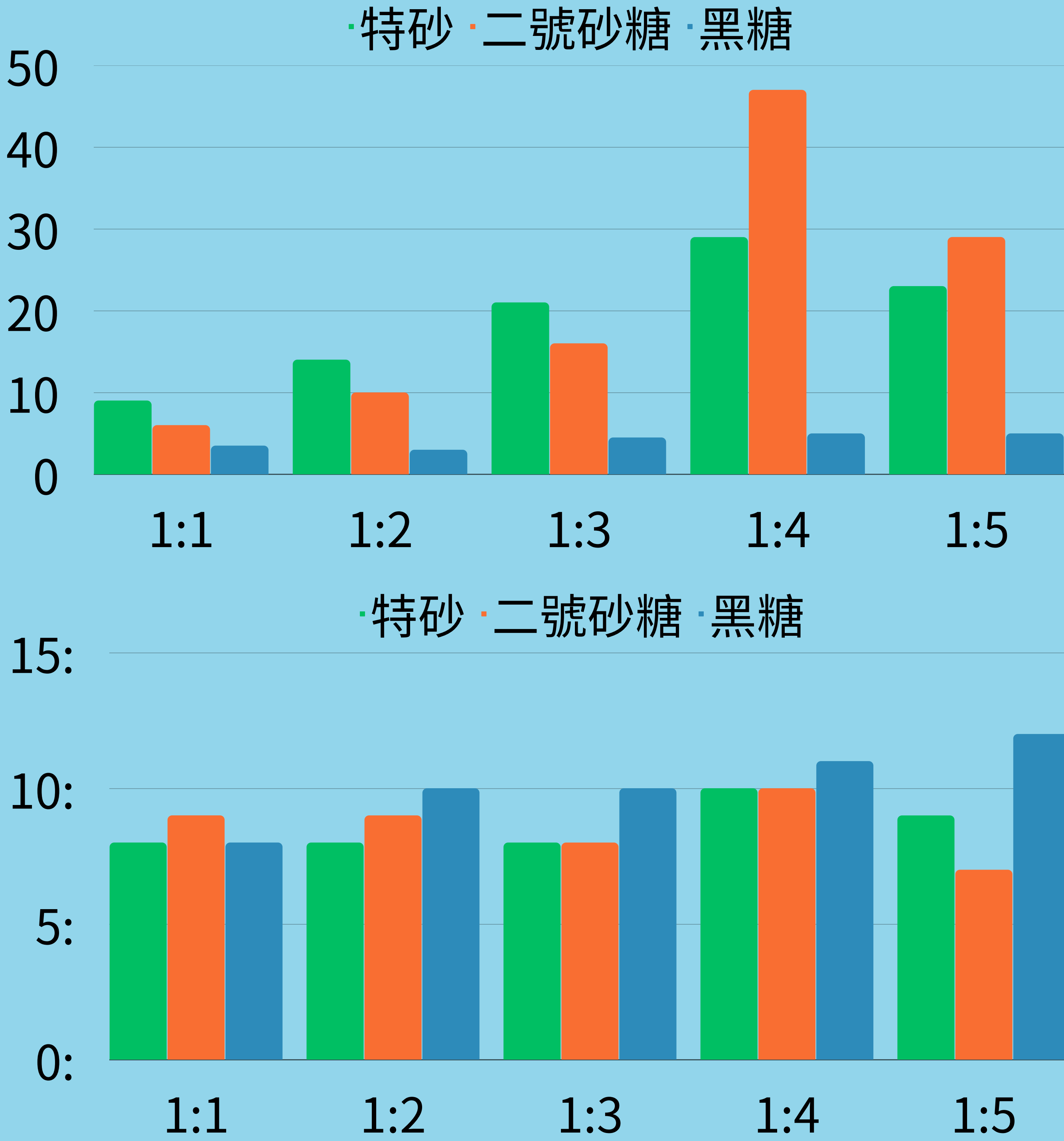
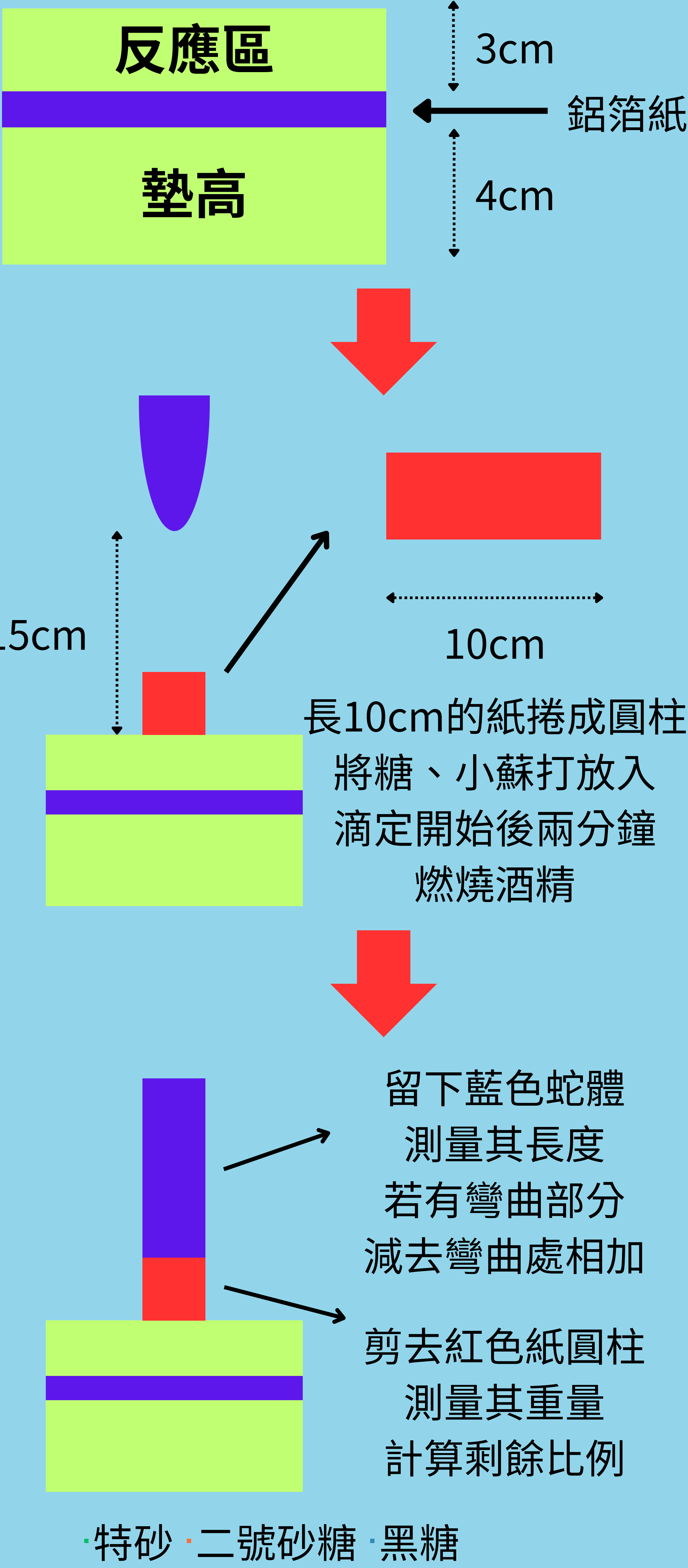


圖2 各糖類相同總重不同比例的時間

(1) 長度

各糖類皆在1:4有最長的黑蛇，而二號砂糖最長，其次是二號砂糖的1:5和特砂的1:4這與我們的假設不同，二號砂糖反而大於特砂黑糖在各比例皆非常短就長度而言，比例對二號砂糖的影響較特砂大

(2)時間

特砂和二號砂糖都在1:4有最長燃燒時間 黑糖則在1:5
黑糖雖然長度最短，燃燒時間卻幾乎都最長
顯示糖蜜可能會影響燃燒時間

(2)相同總重不同總重的剩餘比例

總重	7.5	6	4.5	3	1.5
剩餘比例(%)	29.33	21.83	17.11	15	19.33
時間	10:46	9:27	11:33	8:44	8:42

表4 特砂改變總重之剩餘比例

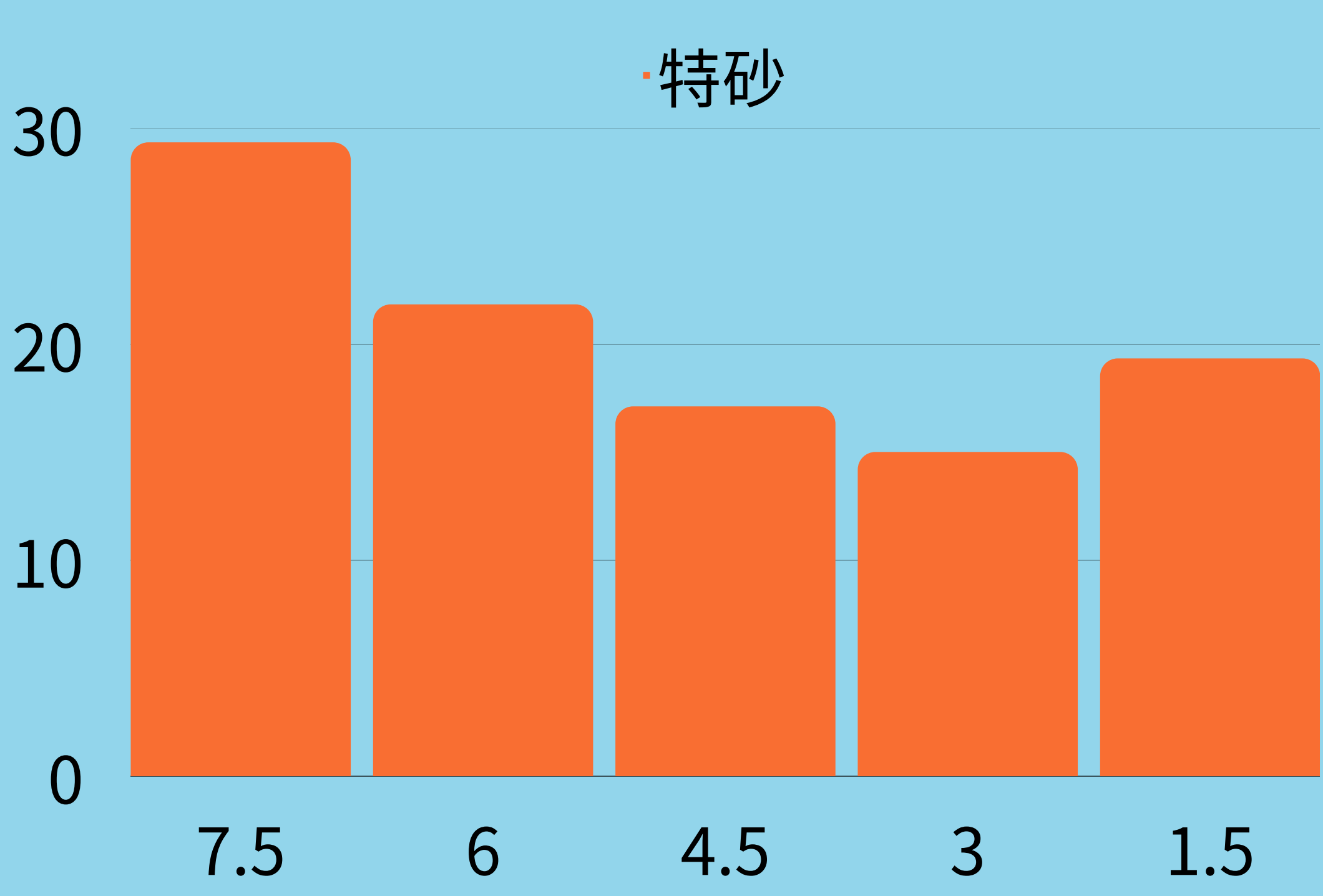


圖3 各糖類相同比例不同總重的剩餘比例

(3)小蘇打相同重量不同比例的剩餘比例

比例(碳酸氫鈉:糖)	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
剩餘比例(%)	82.29	48.86	36.6	20.06	28.66
時間	6:39	7:49	8:58	9:21	8:52

表4 特砂小蘇打相同重量不同比例的剩餘比例

比例(碳酸氫鈉:糖)	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
剩餘比例(%)	69.25	41.9	50.71	37.62	72.06
時間	6:28	7:36	7:32	8:13	7:07

表5 二號砂糖小蘇打相同重量不同比例的剩餘比例

比例(碳酸氫鈉:糖)	7.5	6	4.5	3	1.5
剩餘比例(%)	71.2	93.7	89.2	96.9	72.1
時間	10:40	9:38	9:20	7:35	10:01

表6 黑糖小蘇打相同重量不同比例的剩餘比例

討論

(一)酒精量

三次不同的實驗中(探討不同糖類在不同比例下的長度、探討相同糖類在不同總重下的剩餘比例、探討不同比例不同總重的剩餘比例)，我們分別使用40、20、10ml的酒精，而燃燒時間應該是取決於酒精量，因為只有酒精是可燃物，但我們統整各實驗反應時間後發現，10ml確實比40ml與20ml燃燒

時間短，但40ml卻比20ml燃燒時間還短，而燃燒完我們用刮杓檢查塑膠盆裡的土，發現不管是40、20、10ml，土中還有未燃燒完的酒精，我們猜測因為土能吸收酒精的量是固定，因此燃燒時間受限於土的體積與底面積，而當土吸收的速度小於酒精的燃燒速度，表面土中的酒精就會越來越少，而當表面土中的酒精量不足時，下方的酒精又缺少氧氣，就會熄滅，此時燃燒時間不一定取決絕於酒精量

(二)比例

在統整結果中我們發現一個現象，大部分最長的燃燒時間落比例1:4，表示比例也會影響燃燒時間

表7 酒精量與燃燒時間

酒精量(ml)	40	20	10
燃燒時間(平均)	9:29	9:38	7:34

(1)剩餘比例

隨著總重下降，剩餘比例也隨著下降，但在1.5g時反彈，與我們的預期不同

(2)時間

時間呈現不規則表現，且雖然酒精體積減少一半，但燃燒時間差不多

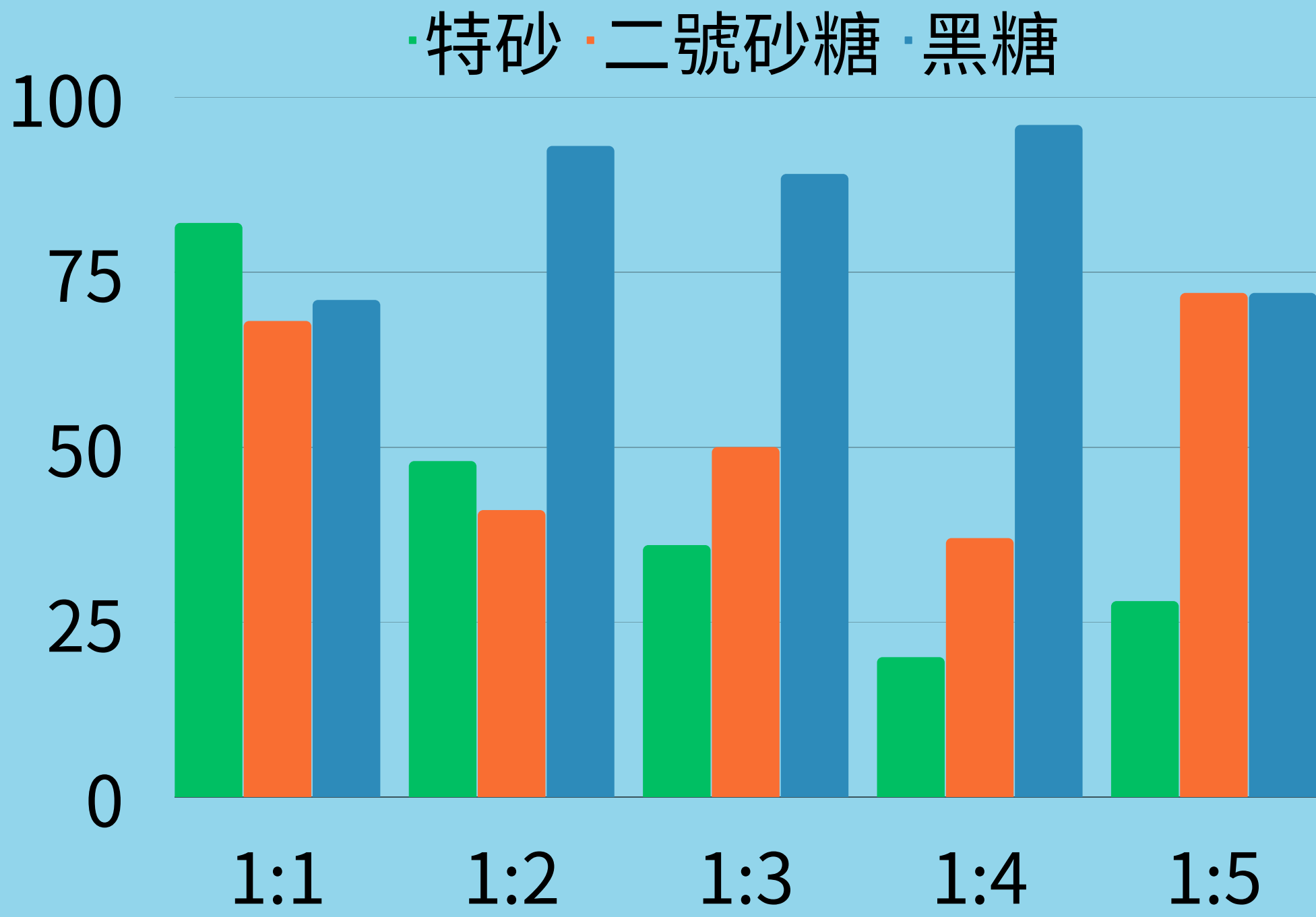


圖4 各糖類相同比例不同總重的剩餘比例

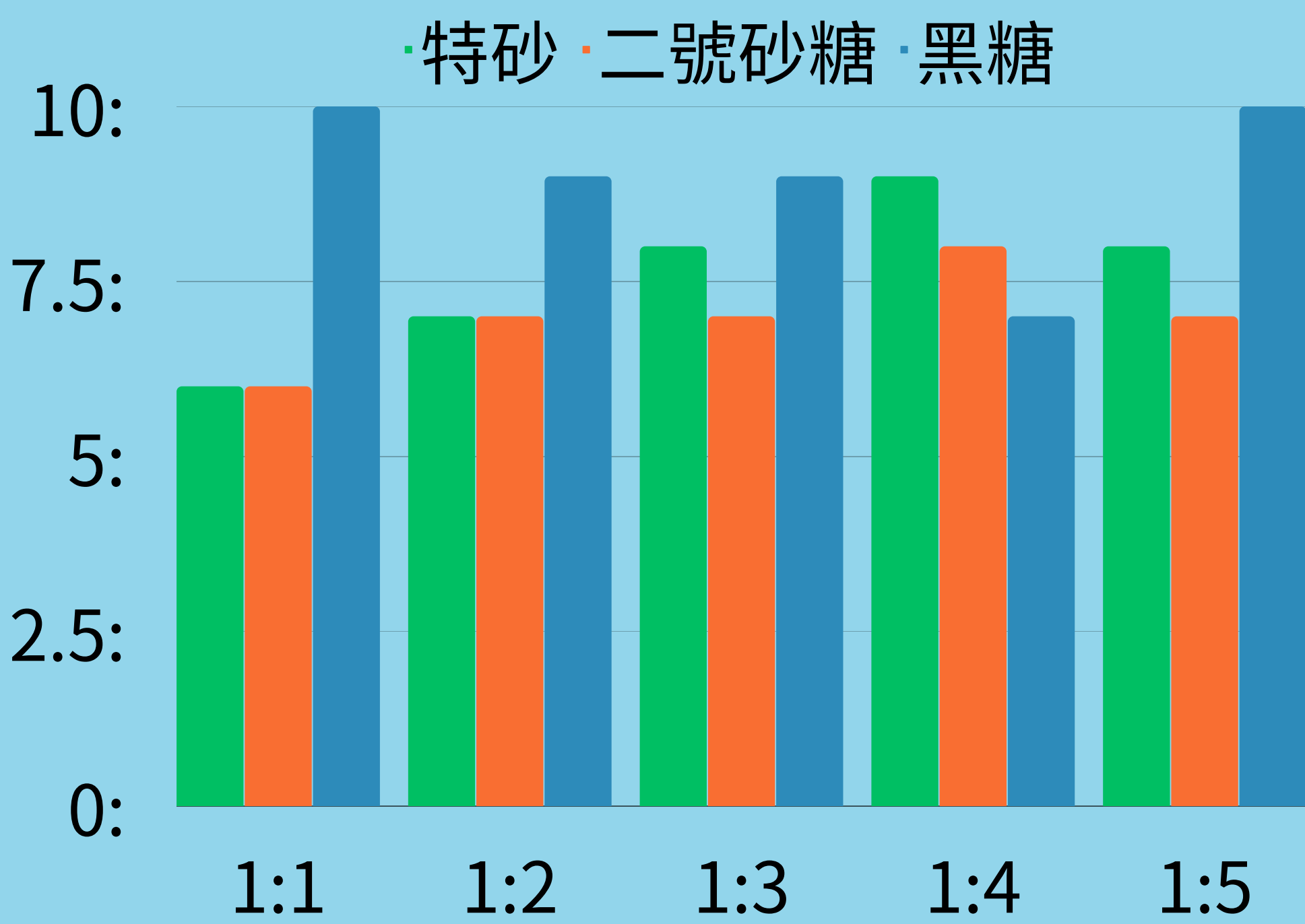


圖5 各糖類相同比例不同總重的時間

特砂與二號砂糖皆在1:4剩餘比例最少，而特砂最少，與我們的假設相同，黑糖在各比例之剩餘比例皆非常多，而在1:1與1:5時剩餘的比例最少，而在1:4時剩餘比例最多，與特砂和二號砂糖相反

(2)時間

黑糖燃燒時間較特砂與二號砂糖長，剩餘比例較少時，燃燒時間較長