

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：起「酵」啦!分解蛋白質，水果有奇「酵」

一、摘要

為了能取代在疫情期間使用唾液進行酵素實驗的課程活動，我們決定採用水果中的蛋白分解酶來進行酵素的實驗。實驗取用的水果酵素包含：奇異果、鳳梨、火龍果、木瓜和香蕉；含蛋白質的待測物則有小熊軟糖、棉花糖、蛋白及蛋黃。結果發現鳳梨和奇異果的酵素分解小熊軟糖及棉花糖的效果最好。溫度是否影響酵素活性的實驗部分，小熊軟糖及棉花糖因為本身含有「明膠」，會在高溫下溶解，因此我們將實驗的最高溫從 70 度改為 30 度。最後發現在一定溫度範圍下，溫度越高，反應速度越快；溫度越低，反應速度越慢。結果證明了採用鳳梨汁或奇異果汁，搭配小熊軟糖進行酵素分解蛋白質的實驗可以替代國中生物課本使用唾液澱粉酶進行的實驗，免除疫情擴散的疑慮。

二、探究題目與動機

在國中七年級的生物課有一項關於酵素作用以及探討影響活性因素的實驗，這項實驗是利用唾液中的澱粉酶來分解澱粉，但因為 2020 年爆發的新冠病毒讓這個實驗的關鍵有防疫的疑慮而無法使用。因此，想要找到唾液替代品的我們，開始利用資料上蛋白酶含量非常高的「鳳梨」來嘗試。我們將鳳梨加水以 3:4 的比例稀釋鳳梨汁，再以小熊軟糖、棉花糖、熟雞蛋等含蛋白質的食物來測試蛋白酶的分解效果。結果發現鳳梨汁的效果很好。於是我們又想，有沒有可能有其他水果也有分解效果更好的蛋白酶，因此實驗又加入了奇異果、香蕉、木瓜和紅龍果，並嘗試找出哪一種水果的蛋白酶的分解效果最佳。

此外，實驗過程中因為觀察蛋白質被分解需要 24 小時的時間，反應速率很慢，因此我們又想嘗試實驗看看不同溫度是否對水果酵素分解蛋白質有影響？於是展開一連串的實驗。

三、探究目的與假設

本研究提出三個實驗的假設，說明如下：

(一)探討鳳梨酵素分解含有明膠(動物性蛋白)製成的小熊軟糖和棉花糖的情形

因為鳳梨含有蛋白質分解酶，可以分解蛋白質，所以我們認為它也可以分解含有明膠(動物性蛋白質)成分製成的小熊軟糖和棉花糖。因此先以這兩種材料來做測試實驗。

(二)探討不同水果所含的酵素對蛋白質分解的效率

- 1.香蕉汁分解不同含蛋白質食物(小熊軟糖、棉花糖、蛋白、蛋黃)的效率
- 2.火龍果汁分解不同含蛋白質食物(小熊軟糖、棉花糖、蛋白、蛋黃)的效率
- 3.鳳梨汁分解不同含蛋白質食物(小熊軟糖、棉花糖、蛋白、蛋黃)的效率
- 4.木瓜汁分解不同含蛋白質食物(小熊軟糖、棉花糖、蛋白、蛋黃)的效率
- 5.奇異果汁分解不同含蛋白質食物(小熊軟糖、棉花糖、蛋白、蛋黃)的效率

(三)探討不同溫度對水果酵素分解蛋白質食物的影響

- 1.不同溫度對鳳梨酵素分解蛋白質食物的影響

2.不同溫度對奇異果酵素分解蛋白質食物的影響

四、探究方法與驗證步驟

(一)實驗設計與實驗架構



(二)實驗儀器、器材與食物材料

材料名稱	數量	材料名稱	數量	器材名稱	數量	器材名稱	數量
鳳梨	1.5 顆	棉花糖	2 包	100cc 燒杯	20 個	小型果汁機	1 臺
奇異果	5 顆	小熊軟糖	1 包	50cc 燒杯	3 個	恆溫水浴箱	1 台
木瓜	1 顆	1cm ³ 熟蛋白	數個	量筒	16 個	計時器	2 台
火龍果	1 顆	1cm ³ 熟蛋黃	數個	玻棒	3 支	溫度計	2 支
香蕉	4 根			培養皿	12 個	削皮刀	1 支
				切割墊	1 片	菜刀	1 支

(三)測試實驗

【測試實驗】：鳳梨酵素可以分解含有明膠(動物性蛋白)製成的小熊軟糖和棉花糖

對照組：小熊軟糖+等量的水、棉花糖+等量的水

實驗組：小熊軟糖+等量的鳳梨汁、棉花糖+等量的鳳梨汁

1. 實驗步驟

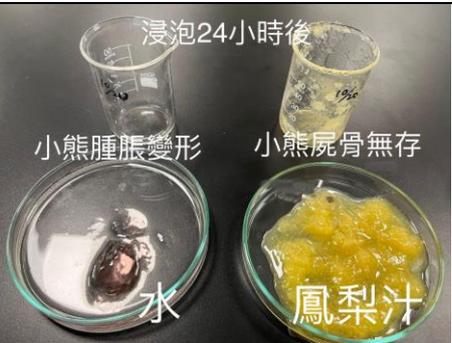
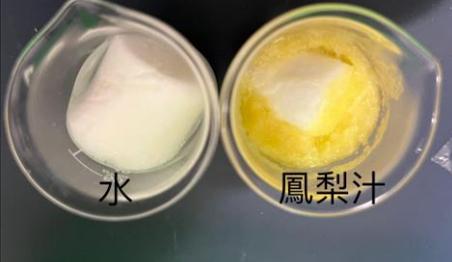
(1) 取四個 100ml 燒杯，2 個分別放入 1 顆小熊軟糖，另 2 個分別放入 1 顆棉花糖

(2) 裝有小熊軟糖和棉花糖的對照組燒杯中加入可以浸沒兩物體的水量。

(3) 裝有小熊軟糖和棉花糖的對照組燒杯中加入可以浸沒兩物體的鳳梨汁的量。

(4) 觀察 24 小時，紀錄小熊軟糖與棉花糖是否被分解。

2. 實驗記錄

對照組與實驗組	浸泡 12 小時的結果	浸泡 24 小時的結果
	<p>這些是小熊軟糖在鳳梨汁與水浸泡12小時的結果。圖片中明顯可得知泡鳳梨汁可讓小熊軟糖變小</p> 	<p>浸泡24小時後</p>  <p>小熊腫脹變形 小熊屍骨無存</p>
	<p>棉花糖浸泡在水及鳳梨汁12小時，鳳梨汁裡面的棉花糖縮水，而水中的棉花糖膨脹</p> 	 <p>棉花糖浸泡在水及鳳梨汁24小時並拿出來，鳳梨汁裡面的棉花糖縮水更加厲害，而水中的棉花糖膨脹更加明顯</p>

3. 實驗結果

(1) 小熊軟糖浸泡水 12 小時後，身體明顯吸水膨脹，泡鳳梨汁的體積縮小。

(2) 小熊軟糖浸泡水 24 小時後，身體腫脹變形破裂，泡鳳梨汁的已經全部消失。

(3) 棉花糖浸泡水 12 小時後，體積變大，泡鳳梨汁的體積明顯縮小。

(4) 棉花糖浸泡水 24 小時後，體積看起來與原來一樣，泡鳳梨汁的只剩一點點殘骸。

本實驗為測試實驗，表示泡鳳梨汁能有效分解單白質，但我們仍要設計如何量化結果。

(四) 正式實驗

【實驗一】：不同水果的酵素對蛋白質分解的影響

1. 酵素實驗步驟:

(1) 將水果削皮切塊並秤重 400 克後，加水 300 克，加入果汁機中打成果汁備用。

(2) 將 20 個燒杯分成 5 組，每組的 4 個燒杯中分別放入 1 塊蛋黃、1 塊蛋白、1 個棉花糖和 1 個小熊軟糖。

(3) 倒入果汁使上述的實驗材料完全淹沒浸泡在果汁中。

(4) 若棉花糖有浮起，則以 50cc 燒杯壓住。

2. 以排水法測量體積的實驗步驟:

(1) 先以排水測量法測量小熊軟糖和棉花糖在浸泡果汁前的體積。

(2) 24 小時後以排水測量法測量體積，並比較原體積與浸泡後的體積。

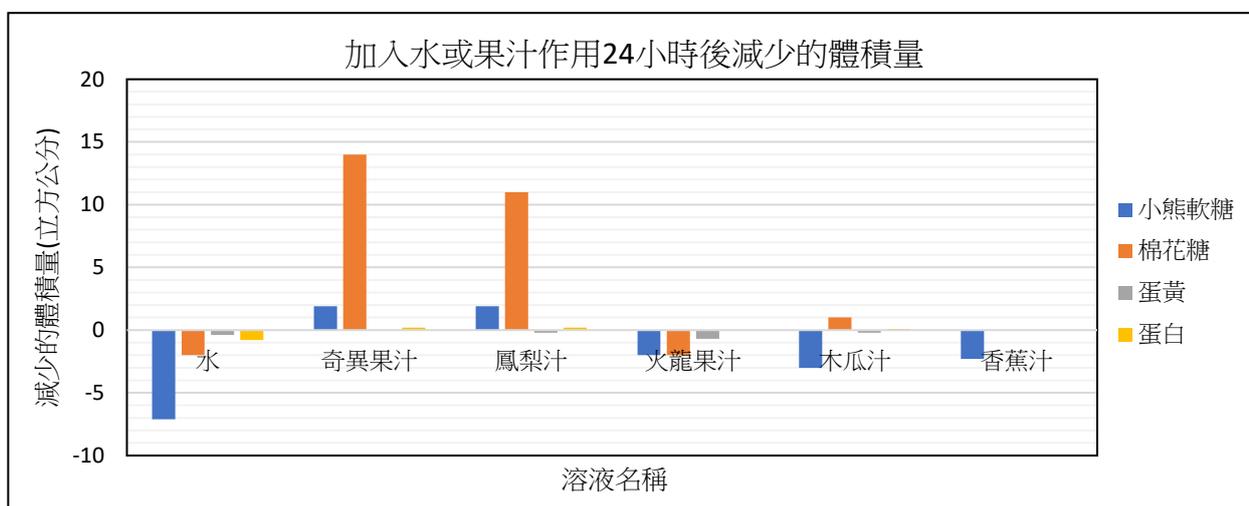
(3) 拍照紀錄第一次的情形後，再間隔固定時紀錄。

3. 實驗記錄

待測物	體積	加入水或果汁作用 24 小時後的體積(cm ³)					
		水	奇異果汁	鳳梨汁	火龍果汁	木瓜汁	香蕉汁
小熊軟糖	1.9	9.0	0	0	3.9	4.9	4.2
棉花糖	14.0	16.0	0	3.0	16.0	13.0	14.0
蛋黃	1.0	1.4	1.0	1.2	1.7	1.2	1.0
蛋白	1.0	1.8	0.8	0.8	1.0	0.9	1.0

待測物	體積	加入水或果汁作用 24 小時後減少的體積(cm ³)					
		水	奇異果汁	鳳梨汁	火龍果汁	木瓜汁	香蕉汁
小熊軟糖	1.9	-7.1	1.9	1.9	-2.0	-3.0	-2.3
棉花糖	14.0	-2.0	14.0	11.0	-2.0	1.0	0
蛋黃	1.0	-0.4	0	-0.2	-0.7	-0.2	0
蛋白	1.0	-0.8	0.2	0.2	0	0.1	0

註:「-」表示膨脹的量,「+」表示縮小的量,體積縮越小,酵素分解效果越好。



4. 實驗結果

由上圖可知：

- (1) 4 種待測物泡水 24 小時後, 都是吸水膨脹的, 體積變大, 表示水無法分解這 4 種含蛋白質的待測物。
- (2) 4 種待測物泡奇異果汁 24 小時後, 小熊軟糖和棉花糖都已完全化掉, 但蛋黃及蛋白並未有明顯的變化。
- (3) 4 種待測物在鳳梨果汁 24 小時後, 小熊軟糖完全化掉, 棉花糖分解了 78.6%。
- (4) 4 種待測物在火龍果汁 24 小時後, 體積不減反增。
- (5) 4 種待測物在木瓜果汁 24 小時後, 小熊軟糖膨脹了, 其他沒明顯變化。
- (6) 4 種待測物在香蕉果汁 24 小時後, 小熊軟糖膨脹了, 其他三種完全沒變化。

綜上所述, 奇異果汁和鳳梨汁都能有效分解小熊軟糖和棉花糖。而蛋黃有可能脂肪含量較高, 以及蛋白和蛋黃所含的蛋白質成分和前兩者不同, 所以無法被分解。

【實驗二】：不同溫度對水果酵素分解蛋白質的影響

1. 實驗步驟

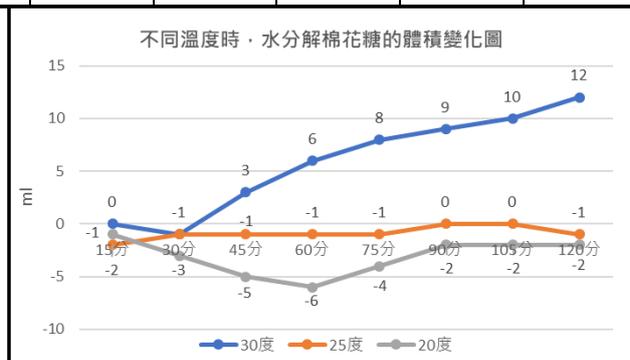
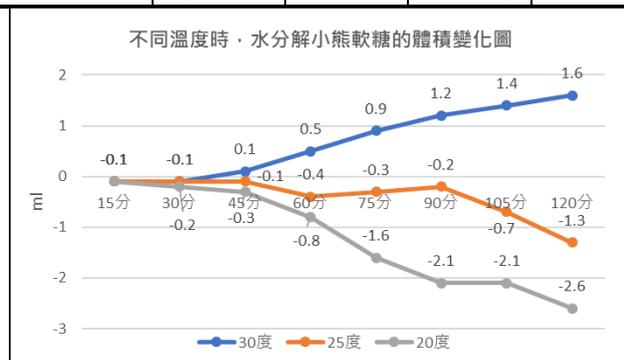
- (1) 準備飲用水、鳳梨汁、奇異果汁備用。
- (2) 將 3 個燒杯分成 3 組，每組的 2 個燒杯中分別放入 1 個棉花糖和 1 個小熊軟糖。
- (3) 倒入能完全淹沒實驗物的水和果汁，若棉花糖有浮起，則以小燒杯壓住。
- (4) 將恆溫水浴槽調整為 20°C，並將裝有待測物的燒杯放入水浴槽中。
- (5) 每隔 15 分鐘以排水測量法測量體積，並比較原體積與浸泡後的體積。
- (6) 將恆溫水浴槽分別調整為 25°C 和 30°C，重複上述步驟再進行實驗。

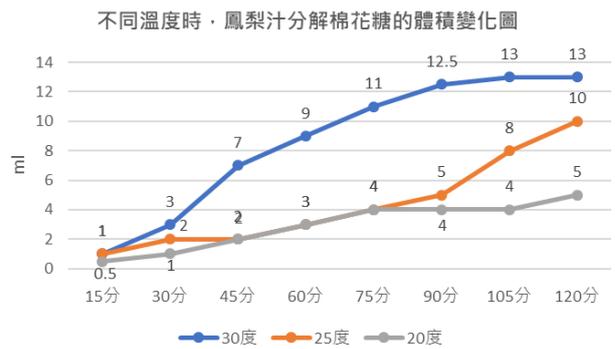
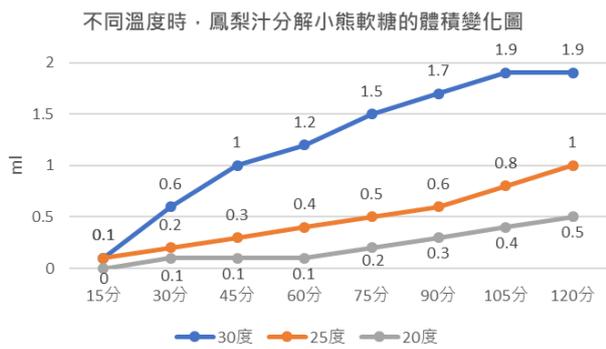
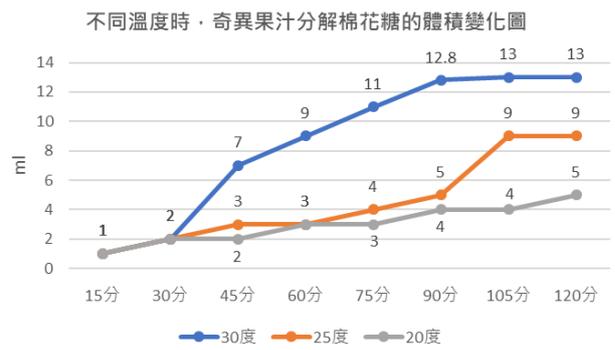
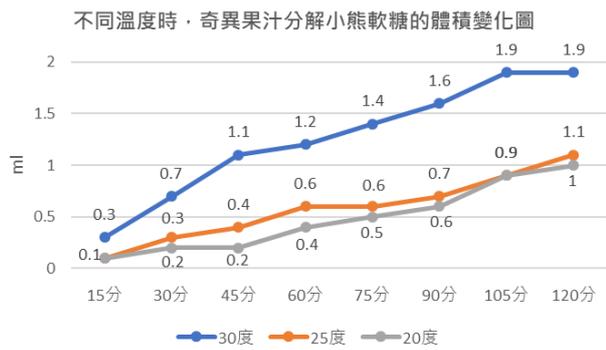
2. 實驗記錄：「-」表示膨脹的量，「+」表示縮小的量。

浸泡【水】後 減少的體積 ml		15 分	30 分	45 分	60 分	75 分	90 分	105 分	120 分
小熊軟糖 (1.9ml)	20°C	-0.1	-0.2	-0.3	-0.8	-1.6	-2.1	-2.1	-2.6
	25°C	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	-0.3	-0.2	-0.7	-1.3
	30°C	-0.1	-0.1	0.1	0.5	0.9	1.2	1.4	1.6
棉花糖 (14ml)	20°C	-1.0	-3.0	-5.0	-6.0	-4.0	-2.0	-2.0	-2.0
	25°C	-2.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	0	0	-1.0
	30°C	0	-1.0	3.0	6.0	8.0	9.0	10.0	12.0

浸泡【鳳梨汁】後 減少的體積 ml		15 分	30 分	45 分	60 分	75 分	90 分	105 分	120 分
小熊軟糖 (1.9ml)	20°C	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.9	1
	25°C	0.1	0.3	0.4	0.6	0.6	0.7	0.9	1.1
	30°C	0.3	0.7	1.1	1.2	1.4	1.6	1.9	1.9
棉花糖 (14ml)	20°C	1	2	2	3	3	4	4	5
	25°C	1	2	3	3	4	5	9	9
	30°C	1	2	7	9	11	12.8	13	13

浸泡【奇異果汁】後 減少的體積 ml		15 分	30 分	45 分	60 分	75 分	90 分	105 分	120 分
小熊軟糖 (1.9ml)	20°C	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
	25°C	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1
	30°C	0.1	0.6	1	1.2	1.5	1.7	1.9	1.9
棉花糖 (14ml)	20°C	0.5	1	2	3	4	4	4	5
	25°C	1	2	2	3	4	5	8	10
	30°C	1	3	7	9	11	12.5	13	13





3. 實驗結果

- (1) 由實驗數據可知，溫度越高，反應速度越快，隨著溫度升高，鳳梨汁和奇異果汁分解小熊軟糖和棉花糖的效率越好。
- (2) 由對照組的結果也發現，小熊軟糖和棉花糖在 30°C 的水溫下 45 分鐘後，即使沒有酵素也會開始融化，可能是明膠本身的特性導致，因此實驗時，溫度應控制不要超過 30°C。

五、結論與生活應用

(一) 結論

奇異果汁和鳳梨汁所含的酵素都能有效分解小熊軟糖和棉花糖，且隨著溫度越高，分解效率越好，但不宜超過 30°C。其中，小熊軟糖在實驗組與對照組的效果更顯著。

(二) 應用

經本研所得結果，我們認為此實驗可以取代國中生物課本利用唾液進行酵素的實驗，實驗改用含有明膠的小熊軟糖，浸泡在水及鳳梨汁或奇異果汁中來探討酵素的作用，這樣可避免取用唾液分解澱粉會有防疫的風險。此外，本實驗材料容易取得，亦可在家自行操作，容易觀察比較結果，真的是一舉數得！

六、參考資料

- 康軒文教（主編）（2021）。國民中學自然科學第一冊（1上）。62-66。新北市：康軒文教事業。
- 洪泰雄（2018）。酵素驚人！香蕉、奇異果「超強排便4水果」怕發福更要吃。吃出好體質：甩肉17公斤不復胖、臺大爆棚營養課教師傳授的聰明挑食新主張。臺北市：新手父母。取自：<https://health.ettoday.net/news/1402007>。