

屏東縣第 65 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國中組

作品名稱：抗性澱粉轉化之研究

關 鍵 詞：抗性澱粉、血糖、澱粉

編號：B3006

目錄

摘要-----	p.3
壹、前言-----	p.3
貳、研究設備及器材-----	p.5
參、研究過程與方法-----	p.6
肆、研究結果-----	p.9
伍、討論-----	p.11
陸、結論-----	p.12
柒、參考資料和其他-----	p.17

摘要

我們收集六種不同的食物，分別代表六種不同的澱粉。然後在溫熱、常溫和冷凍三種不同的溫度下，將這六種澱粉食用，然後在食用後的 45 分鐘、90 分鐘和 135 分鐘後，比較空腹 8 小時的血糖變化。依此來判斷這六種澱粉在不同溫度下，澱粉轉換成抗性澱粉的情況。由結果我們發現，溫度越低，抗性澱粉的轉換率越高。溫熱時，玉米澱粉表現最好；常溫時，玉米、地瓜和白米飯澱粉表現最好；冷凍時，大豆澱粉表現最好。

壹、前言

一、研究動機：

生物的第三章有提到，植物的光合作用所製造的葡萄糖，會轉換成澱粉儲存。而我們吃澱粉來獲得能量，但吃太多澱粉又會讓身體變胖，尤其是現在營養過剩的我們。

在網路上我們曾經看過一篇文章，說「抗性澱粉」可以阻礙醣類被小腸的吸收，防止身體過胖，而且有些食物在放涼之後，又會產生更多的「抗性澱粉」。於是我們想利用溫度的差異來製作各種不同種類的澱粉來轉換成「抗性澱粉」，然後利用人體對於「抗性澱粉」的吸收差異，來討論不同澱粉受溫度影響轉換成「抗性澱粉」的差異。如右圖 01 為抗性澱粉在碘液染色下的情況。

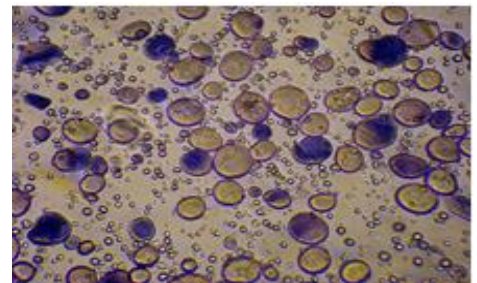


圖 01 為用碘染色的抗性澱粉

二、研究目的：

(一)、研究各種不同的澱粉，受溫度的影響轉換成「抗性澱粉」之後。人體對「抗性澱粉」無法吸收的情況下，血糖的變化波動。

我們研究的澱粉包括：白米飯(米澱粉)、玉米(玉米澱粉)、饅頭(小麥澱粉)、豆漿(大豆澱粉)、地瓜(地瓜澱粉)、馬鈴薯(太白粉)。

(二)、研究「抗性澱粉」在溫熱時食用、常溫下食用、冷凍後自然退冰後食用，各種食物在不同溫度下的「抗性澱粉」轉換率。

三、文獻回顧：

現在許多人要開始執行減肥計畫時，都會把「不吃澱粉」當成瘦身的第一步驟，像是流行好一陣子的低醣飲食、減醣飲食，都是藉由控制澱粉攝取來減重。現在減醣或低糖，甚至無糖盛行，很多人『看到澱粉像看到鬼一樣』，飲食幾乎會盡可能避開澱粉。而完全不吃澱粉唯一的好處只有在短期內瘦下一些體重，但很快就會進入停滯期，更可怕的是，一旦恢復吃澱粉，就會回復所有體重。

實行減肥的許多人，雖然靠著生酮飲食成功減肥，但也有研究發現，施行生酮飲食 6 個月後，即使努力維持飲食型態，身體還是會復胖。有研究發現，可能是因為腸道裡的環境變差，甚至是身體被訓練成「容易吸收油脂」的體質。因此一旦回復吃澱粉，體重不但會恢復，甚至可能比本來更胖。

澱粉是屬於多醣類，是葡萄糖聚合物，分子式為 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，如下圖 02 為澱粉的分子結構，由澱粉醣及膠澱粉所組成的大分子化合物。澱粉醣由 200 至 300 個葡萄糖分子以直鏈排列聚合所構成；膠澱粉則是以含有磷酸根的支鏈所構成。一般分解澱粉的酵素叫澱粉酶或澱粉水解酵素，它會使澱粉分解成麥芽糖、葡萄糖及糊精等小分子化合物。

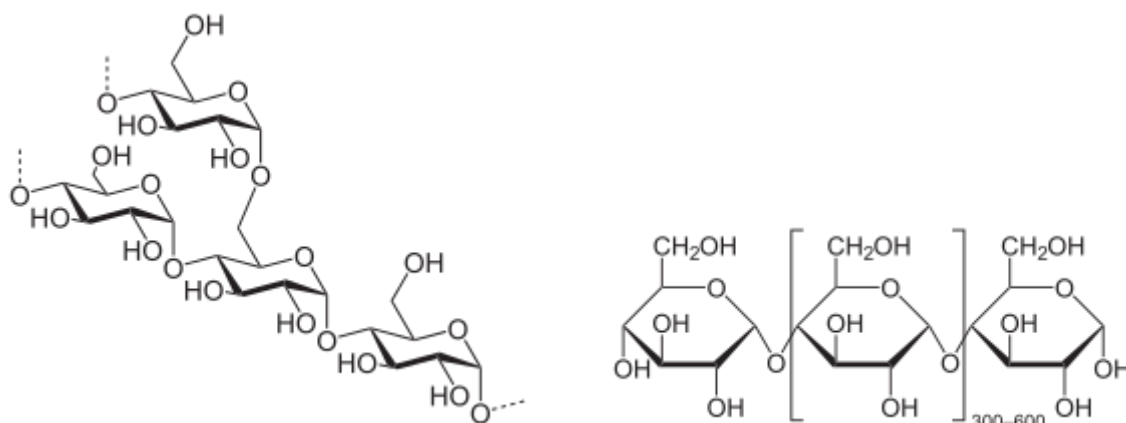


圖 02 為澱粉分子結構式及葡萄糖分子的聚合結構

抗性澱粉對健康的影響，就其性質而言，抗性澱粉與膳食纖維一樣，不能像其他碳水化合物那樣在腸道消化吸收，不能分解為葡萄糖，而是在大腸中被生理性細菌發酵，產生短鏈脂肪酸與氣體，刺激有益菌生長。

抗性澱粉存在於各式天然食材當中，依其物理特性區分為四類：

第一類是因物理阻隔（如外殼）而無法被消化酵素分解之澱粉，如種子、豆類、全穀類等 未精緻加工之澱粉。

第二類為顆粒形態難以被消化之澱粉，如生馬鈴薯、未成熟 香蕉。

第三類是經烹調後冷卻之老化澱粉，如隔夜飯、壽司、冷麵。

第四類則是指經化學修飾後不易消化之澱粉，其種類繁多且非天然澱粉，例如一些食品添加物。

貳、研究設備及器材



血糖機↵



採血筆和採血針↵



酒精棉片↵



血糖機試紙片↵



冰箱↵



微波爐↵



玉米↵



饅頭↵



豆漿↵



地瓜↵



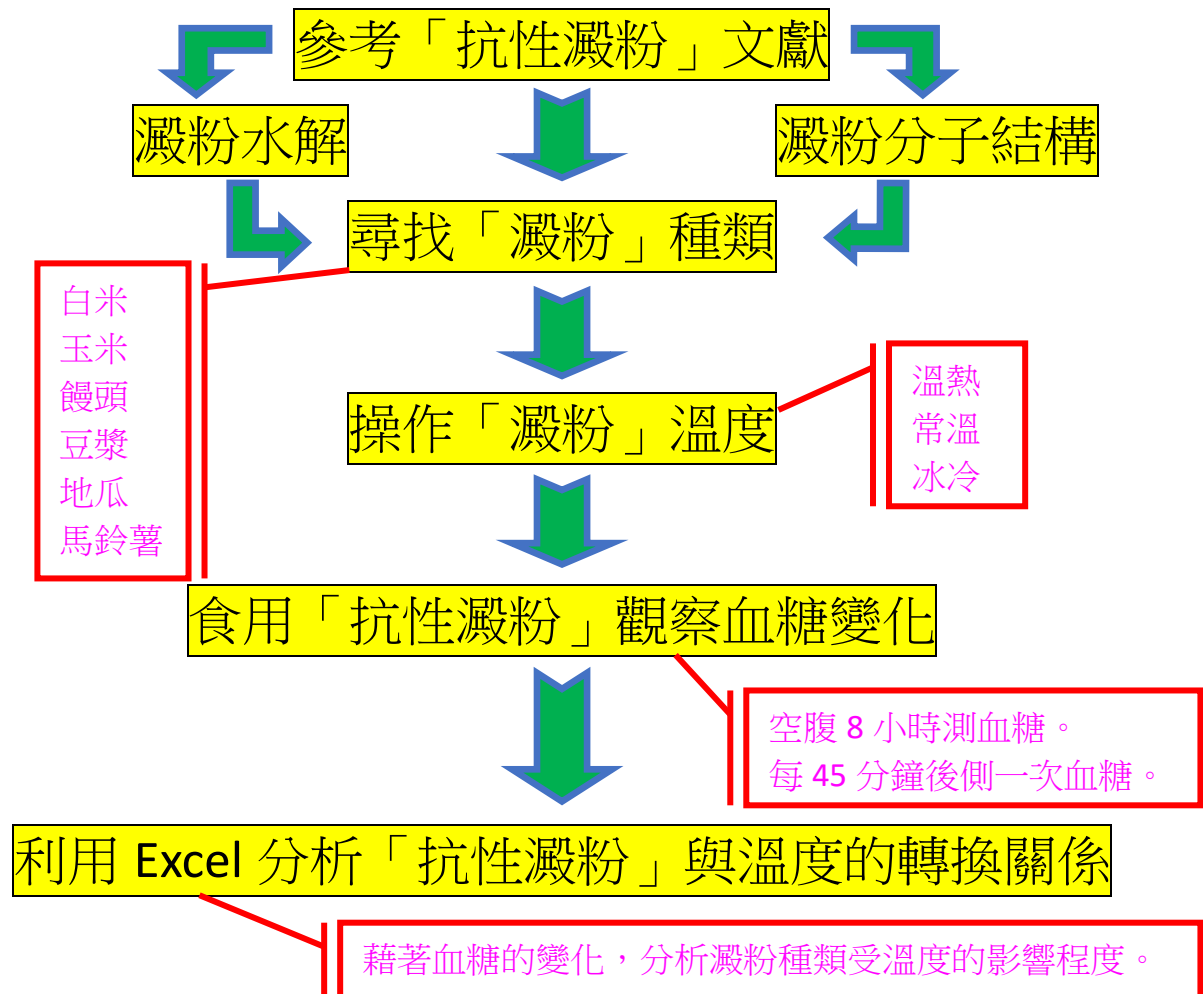
馬鈴薯↵



白米飯↵

參、研究過程與方法

一、實驗架構：



二、實驗步驟：

(一)、收集不同種類的澱粉：

1. 我們分別收集六種不同的食材，他們有代表各自不同的澱粉，食材種類和澱粉名稱如下：
玉米(玉米澱粉)、饅頭(小麥澱粉)、地瓜(地瓜澱粉)、馬鈴薯(太白粉)、豆漿(大豆澱粉)、白米飯(米澱粉)。

2. 採購來的食物食用方式，一種食材均採購三份：

(1). 冷藏食物：玉米、豆漿。

先放在常溫下 30 分鐘左右，然後食用第一部分。另二部分，一份放入冷凍、一份放入冷藏。明天一早將冷藏那一份拿出來微波後食用。隔天再將冷凍 48 小時那一份取出，然後在稍微自然退冰之後食用。(玉米稍退冰食用，豆漿以冰沙狀態食用，如下圖 03-1 所示)

(2). 採購時即是溫熱食品：饅頭、地瓜、白米飯。

先在溫熱的情況下食用第一份，若實驗時，第一份食品已經退熱到常溫，則以常溫記錄。另二部分，一份放入冷凍、一份放入冷藏。明天一早將冷藏那一份拿出來放置到常溫在食用，若常溫狀態已經時用過，則微波後食用。隔天再將冷凍 48 小時那一份取出，然後在稍微自然退冰之後食用。(饅頭可以直接食用，如下圖 03-2 所示，地瓜和白米飯在冷凍前可以先分成小塊，從冷凍庫取出後，可以直接小塊食用，如下圖 03-3 所示)

(3). 採購原型食物回來烹煮：馬鈴薯。

採購一小袋馬鈴薯，清洗乾淨之後，大顆切 6 塊、小顆 4 塊，直接放入微波爐烹煮。分成三份，一份現場時用，另二部分，一份放入冷凍(切成可一口時用的小塊，類似薯條塊)、一份放入冷藏。明天一早將冷藏那一份拿出來放置到常溫在食用(可壓成馬鈴薯泥時用)。隔天再將冷凍 48 小時那一份取出，然後在稍微自然退冰之後食用(可以撒上一些胡椒粉)。



圖 03 為食材冷凍後的狀態

(二)、學習血糖機的操作，如下圖 04 所示：

1. 先將手洗乾淨，然後用面紙擦乾。
2. 再將乾淨的採血針裝入採血筆中，調整控制針插入皮膚的深度。
3. 從試紙瓶拿取試紙，將一張測試紙插入儀器裡。
4. 使用採血筆取血：先使用酒精棉片將採血手指消毒擦拭，在將採血筆按在指尖側邊採血。
5. 按壓手指前端，將血液滴在試紙的前端感應位置上。
6. 在取一片酒精棉片，按壓在傷口位置止血。
7. 遵詢儀器指示，取得檢測結果後將其記錄。



圖 04 為採血和測血糖數值的過程

(三)、採血的時間點：

1. 一早空腹 8 小時後，即早上 07:35～07:45 之間，到實驗室測量空腹血糖值。
2. 早自修結束後，約在 08:20～08:30 之間，到實驗室測量飯後 45 分鐘血糖值。
3. 早上第一節下課後，約在 09:15～09:25 之間，到實驗室測量飯後 90 分鐘血糖值。
4. 早上第二節下課後，約在 10:10～10:20 之間，到實驗室測量飯後 135 分鐘血糖值。

肆、研究結果

一、二位同學在食用溫熱食品之後的血糖測量值，如下表 05 所示：

A 學生	玉米	饅頭	地瓜	馬鈴薯	豆漿	白米飯
飯前	90	78	102	86	92	97
飯後 45 分	116	134	132	123	124	132
飯後 90 分	115	121	131	118	116	114
飯後 135 分	106	98	116	97	108	105
B 學生	玉米	饅頭	地瓜	馬鈴薯	豆漿	白米飯
飯前	101	102	97	87	96	95
飯後 45 分	121	127	129	129	121	126
飯後 90 分	118	121	124	116	108	114
飯後 135 分	101	104	108	104	104	95

表 05 為食用溫熱食品之後的血糖值紀錄

二、二位同學在食用常溫食品之後的血糖測量值，如下表 06 所示：

A 學生	玉米	饅頭	地瓜	馬鈴薯	豆漿	白米飯
飯前	91	82	92	96	102	107
飯後 45 分	120	127	121	132	124	124
飯後 90 分	114	116	116	114	114	109
飯後 135 分	97	111	98	104	94	98
B 學生	玉米	饅頭	地瓜	馬鈴薯	豆漿	白米飯
飯前	91	87	101	78	86	89
飯後 45 分	119	129	126	128	131	126
飯後 90 分	109	124	127	116	116	112
飯後 135 分	97	102	106	110	102	102

表 06 為食用常溫食品之後的血糖值紀錄

三、二位同學在食用冷凍食品之後的血糖測量值，如下表 07 所示：

A 學生	玉米	饅頭	地瓜	馬鈴薯	豆漿	白米飯
飯前	89	98	92	86	94	87
飯後 45 分	118	120	124	119	116	118
飯後 90 分	114	104	116	114	108	106
飯後 135 分	90	97	102	98	104	101
B 學生	玉米	饅頭	地瓜	馬鈴薯	豆漿	白米飯
飯前	91	92	87	107	106	105
飯後 45 分	117	116	119	121	119	119
飯後 90 分	112	112	108	114	114	116
飯後 135 分	97	101	92	100	111	107

表 07 為食用冷凍食品之後的血糖值紀錄

四、將這八種食物在三種溫度下的血糖總數值平均和折線圖，如下表 08 所示。

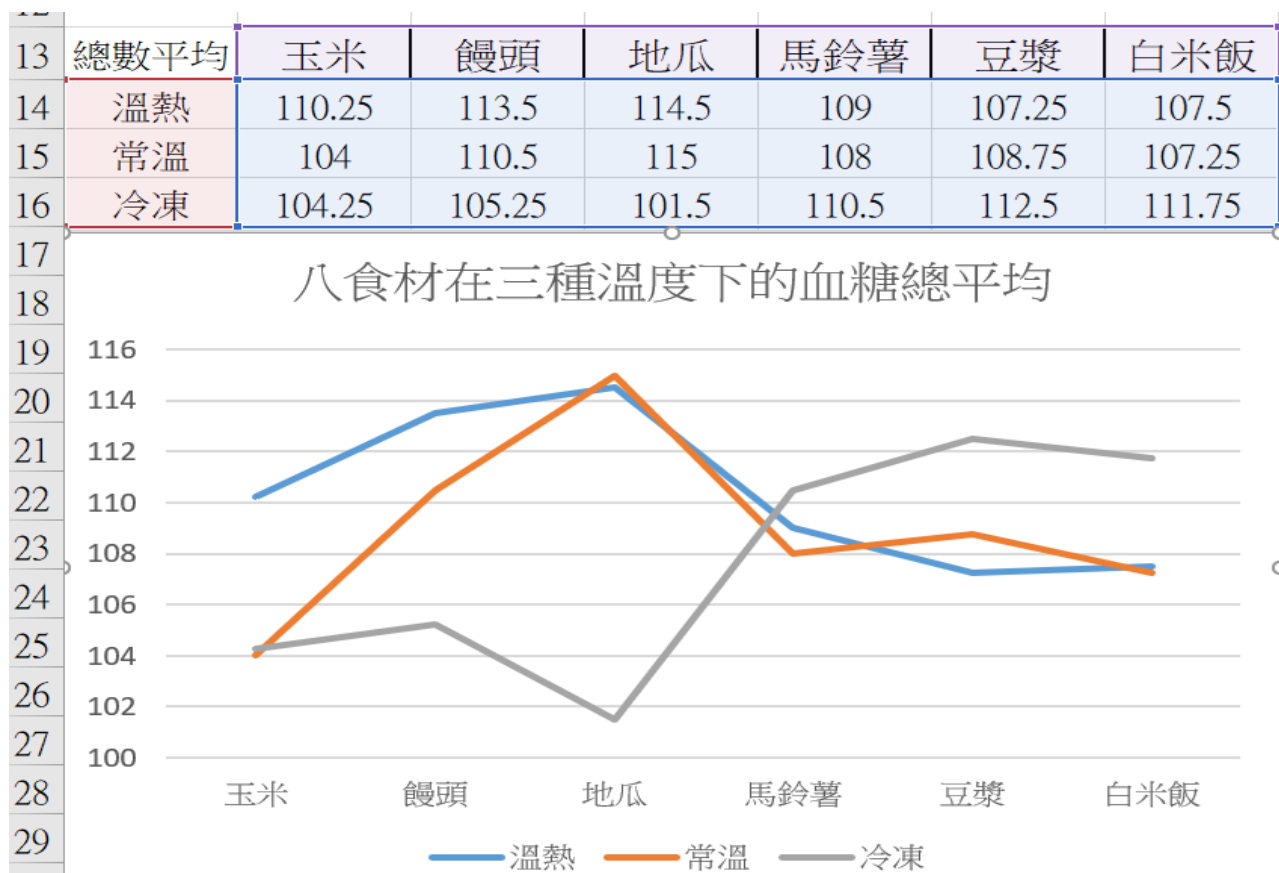


表 08 為八種食物在三種溫度下的血糖平均值折線圖

伍、討論

一、我們所食用的白米飯(米澱粉)是學校提供的長型米，它的直鏈澱粉和支鏈澱粉比例，如下表 08 所示。因為支鏈澱粉較難轉化成抗性澱粉，所以不同種類的米澱粉，還是有差異的。只是我們這次的實驗只討論長型米的白米澱粉。

米粒類型	米飯種類	直鏈澱粉	支鏈澱粉
長型米	白米	22%	78%
長型米	糙米	18%	82%
短型米	糯米	4%	96%

表 08 為米飯澱粉成分比例

二、我們所食用的饅頭(小麥澱粉)是屬於中筋麵粉製作，因為小麥麵粉的直鏈澱粉比例約在 22% 左右，如下表 09 所示。除了無筋麵粉稍微偏高之外，其餘相差不大。所以我們在討論之後，決定採用中筋麵粉的饅頭來做實驗。其他原因有包括它便宜、容易購買、方便食用。

麵粉種類	食品種類	粗蛋白質	直鏈澱粉	支鏈澱粉
高筋麵粉	麵條	11.5% 以上	22.1%	66.4%
中筋麵粉	饅頭	8.5% ~ 11.5%	22.5%	67.5%
低筋麵粉	蛋糕	8.5% 以下	22.9%	68.6%
無筋麵粉	鳳梨酥皮	0 ~ 1%	24.5%	74.8%

表 09 為各種麵粉的成分比例

三、在實驗數據上面，我們只做六種食物，而且受測人員只有我們二人。所以我們所做的數據分析結果不一定和其他科學研究實驗的結果相符合。我們討論有以下幾項原因：

- (一)、我們二人的體質，不能代表大多數人的體質。所以對食物的吸收也不盡相同。更何況我們二人都是女生，而且是國中生。所以最多也只能代表國中女生這一小區域。
- (二)、我們二人，為何只選六種食物，其實最主要的原因是經費問題。因為檢測一次血糖值都要有一次基本花費，每增加一種食品的總檢測數量的經費是很多的，所以在一次次的實驗之後，經費花完之後，我們只做了六種食品的完整測量。

四、我們一開始就討論過，為什麼不直接檢測每一種食品的抗性澱粉，反而要間接透過血糖值來反推抗性澱粉呢？這樣不是更容易增加誤差值，而且檢測的時間又長，檢測的範圍又小。原因就是一個，買不起檢測儀器。

五、在文獻資料中，我們發現大豆的營養成分為：蛋白質含量約 36%、脂肪含量約 34%、澱粉含量約 30%。在做成豆漿之後，水的含量又占多數。所以我們的實驗中，豆漿的血糖普遍偏低，尤其是豆漿冰沙是所有實驗中最低的。這可能也和原食材的成分有關吧。

陸、結論

一、由二位同學對每六種食物，在食用前後的血糖變化，如下圖 10 所示，我們將數據轉為折線圖分析之後。我們可以得到以下結論。



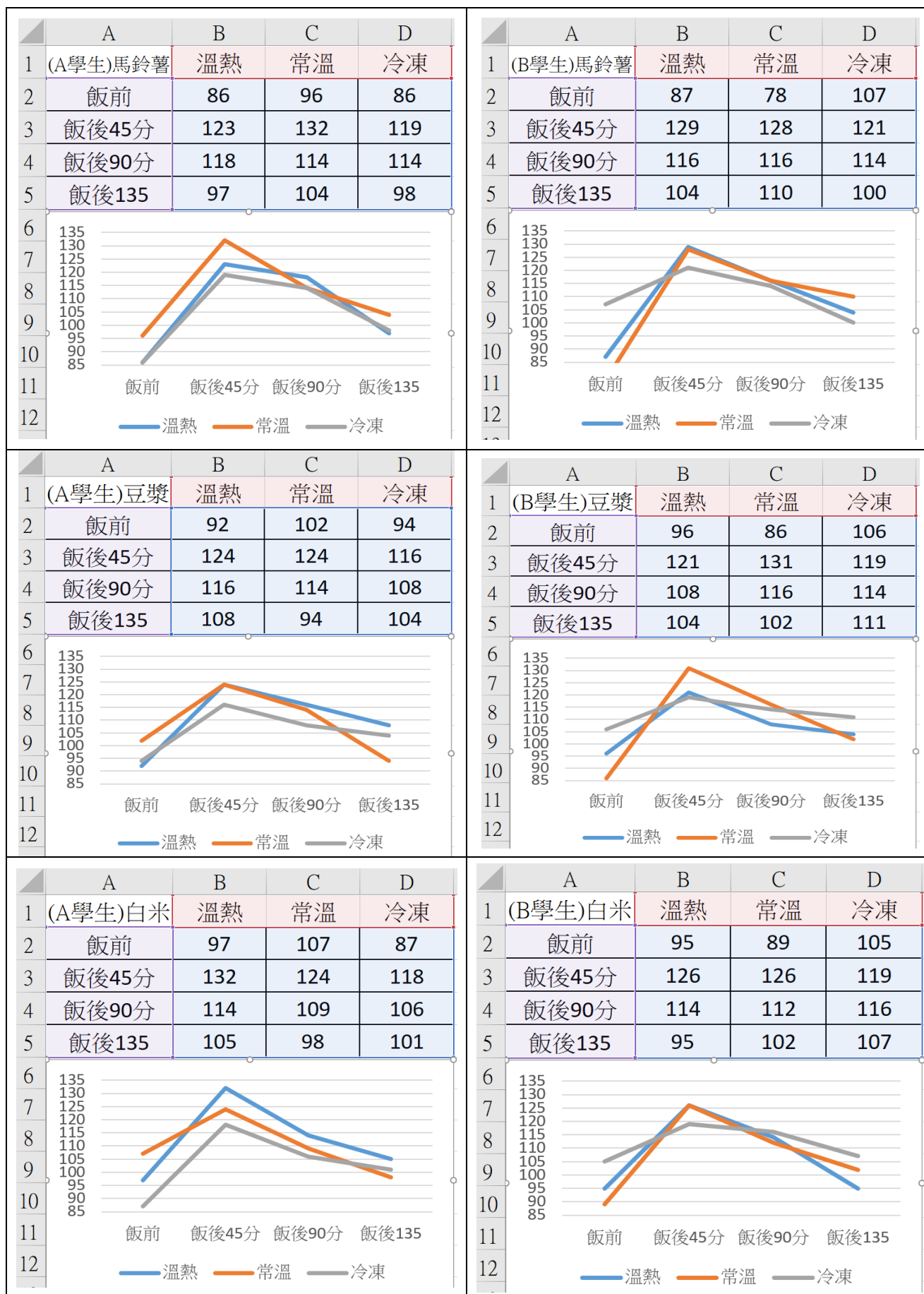


圖 10 為二位同學對每六種食物，在食用前後的血糖變化折線圖

- (一)、由折線圖我們可以發現玉米的血糖變化，無論是溫熱、常溫還是冷凍，血糖的變化均不是很明顯。可見溫度對玉米澱粉的轉化成抗性澱粉的效果非常不明顯。
- (二)、有以上的折線圖，我們可以很明顯的發現，溫熱的食物，在食用之後，血糖普遍都偏高。可見食物在溫熱之時，抗性澱粉的轉換效果是非常差的。尤其是地瓜、玉米和白米飯表現更為明顯。
- (三)、文獻資料上顯示，涼冷的食物，通常會讓抗性澱粉轉換率增加。而我們的實驗是將食物冷凍 48 小時後食用，由數據折線圖我們可以更明顯的看到這個現象。冷凍後的食物，在食用後，血糖普遍都上升幅度不大。尤其是地瓜表現最為明顯，其他還有饅頭和白米的有很明顯。
- (四)、由以上圖表，我們也可以發現，在食用食物 135 分鐘之後，一般血糖大都恢復到的正常值。但有幾項食物並未如此。於是我們做了以下統計。將每個階段的最高血糖值統計，如下表 11 所示。

※血糖值相差 5 以上，才有前後之分※

	溫熱食物	常溫食物	冷凍食物
45 分鐘時血糖最高	8 件	9 件	3 件
90 分鐘時血糖最高	11 件	5 件	2 件
135 分鐘時血糖最高	6 件	4 件	2 件

表 11 為 135 分鐘後的血糖值高低統計

由這個統計表可以更明顯的看出，食物的溫度越高，在食用之後，血糖值越高。代表溫度對抗性澱粉有明顯的影響。即是抗性澱粉的轉換率：冷凍溫度 > 常溫溫度 > 溫熱溫度。

二、因為每一天的空腹血糖值不一定相同，所以我們將每一種食物的最低血糖值和最高血糖值的差值統計出來比較。如下表 12 所示。

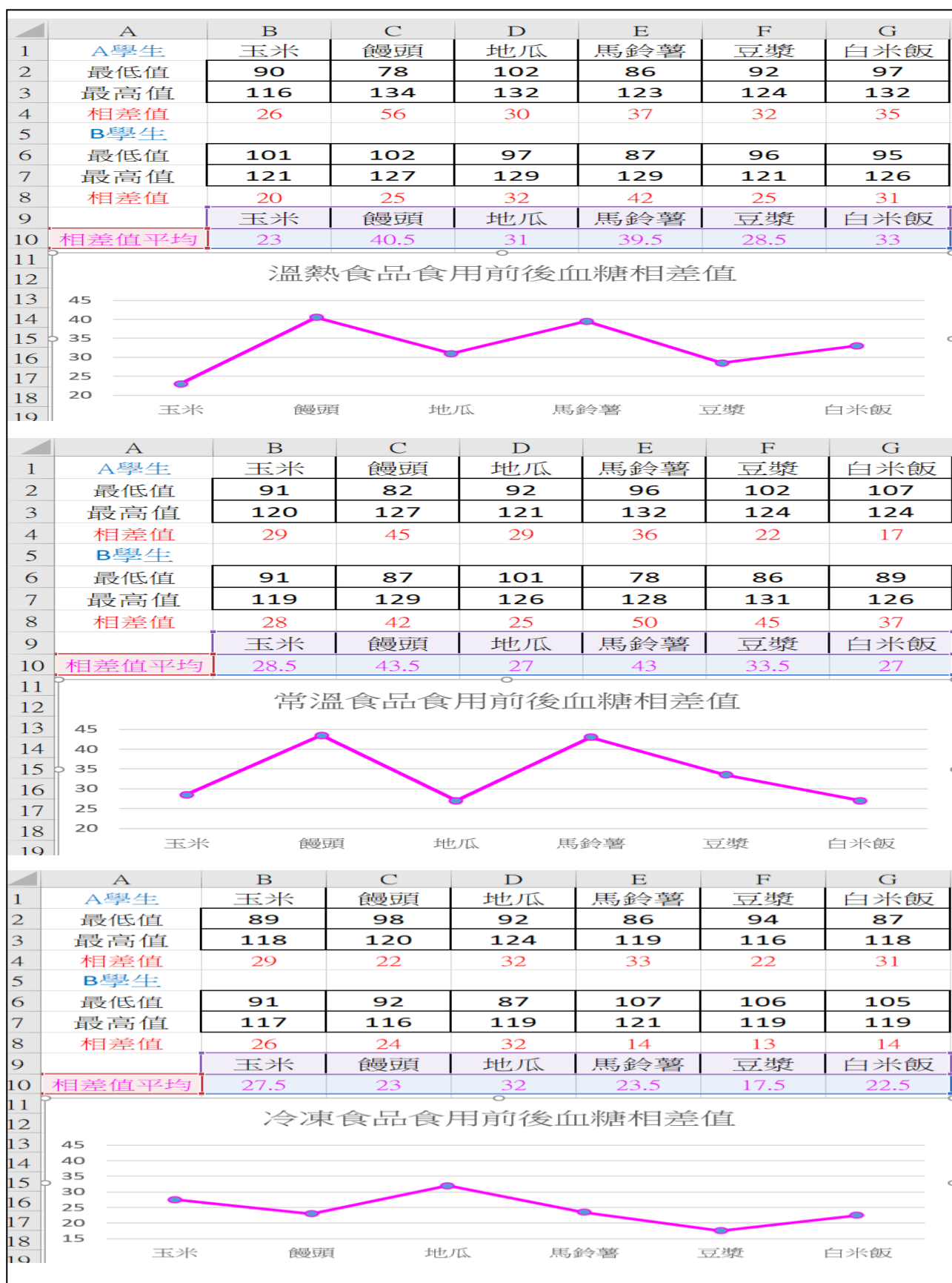


表 12 為食品食用前後的血糖相差值

由上表 12 我們得到以下幾個結論：

- (一)、在溫熱食品中，玉米的血糖值變化最小，就間接表示食用溫熱的玉米後，小腸對於澱粉的分解吸收率最低。也就證明抗性澱粉的含有率最高
- (二)、在常溫食品中，玉米、地瓜和白米飯的血糖值變化最小，就間接表示常溫下食用這三種食品之後後，小腸對於澱粉的分解吸收率較低。也就證明抗性澱粉的含有率偏高
- (三)、在冷凍食品中，豆漿的血糖值變化最小，就間接表示食用冰沙豆漿後，小腸對於澱粉的分解吸收率最低。也就證明抗性澱粉的含有率最高
- (四)、觀察以上三個圖表的折線圖比較之後，明顯的發現：冷凍食品的血糖波動最小，常溫食品的波動最大。證明食物在冷凍狀態下，抗性澱粉普遍都增加到一個比例範圍內，而常溫食品之所以會有這樣的波動，是受到原有食品本身就含有的抗性澱粉多寡的影響。
- (五)、觀察以上三個圖表的折線圖比較之後，明顯的發現：
 - 1. 玉米的血糖波動受溫度的影響較小，但在溫熱時，血糖波動更小。
 - 2. 饅頭在冷凍之後，血糖的波動變小，而且變化特別大。
 - 3. 地瓜在冷凍之後，血糖的波動反而變大，雖然變化不大，但相對其他食品反而明顯突出。
 - 4. 馬鈴薯在常溫時食用，血糖的波動特別大，馬鈴薯在溫熱時食用，血糖波動也不小，但相對於冷凍時而言很明顯。
 - 5. 豆漿在冰沙狀態食用，是所有血糖的波動最低的。而其他狀態的血糖變化也不大。
 - 6. 白米飯是我們最常食用的主食，在實驗中我們明顯的發現：無論溫熱、常溫、冷凍之下食用，血糖的變動範圍均不會太大，大約是在 20 到 30 之間。但是變動量還是溫熱 > 常溫 > 冷凍。指示不明顯。所以想利用冷凍米飯來減肥的效果，應該不會太明顯。

三、在實驗數據中，我們發現 A 學生在食用溫熱饅頭後的 45 分鐘後，血糖值飆升到 134。是這實驗中，血糖值最高的，而且也是血糖值相差最大的一次，高達 56。而最低血糖值是 116，食物除了冰沙豆漿以外，還有冷凍饅頭。由此個案數據可以發現，饅頭是最容易受到溫度影響而產生抗性澱粉的。

四、從這六種食物中，我們將所得到的所有數據加總後平均，發現：

- (一)、總平均血糖數值最低的是冷凍地瓜，平均血糖值是 101.5、最高的是溫熱地瓜，平均血糖值是 114.5。八種食物中相差最大，所以就總數血糖值而言，地瓜的抗性澱粉最容易受溫度的影響。
- (二)、從馬鈴薯的總平均血糖數值，我們發現它的最高值是冷凍馬鈴薯，平均血糖值是 110.5；它的最低值是常溫馬鈴薯，平均血糖值是 108。所以就總數血糖值而言，馬鈴薯的抗性澱粉最不容易受溫度的影響。

柒、參考資料及其他

一、翰林出版社，第一冊第 3 章，生物體的營養。

二、南一出版社，第一冊第 3 章，3-3 植物如何製造養分。

三、翰林出版社，第四冊第 5 章，有機化合物。

四、南一出版社，第四冊第 5 章，有機化合物。

五、蕭捷健，早安健康，2023.01.09，網路影片。

取自：https://www.edh.tw/media_article/1243

六、澱粉的水解作用。

取自：<https://www.scu.edu.tw/microbio/proj/charact/biotest/starch.htm>

七、維基百科，澱粉。

取自：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B7%80%E7%B2%89>

八、斯圖亞特·法里蒙博士，2024.11.19，認識你所使用的白米 飯粒口感大不同。

取自：<https://www.epochtimes.com/b5/24/11/13/n14370555.htm>

九、周育陞，麵粉傷腦筋，2013.10 月。

取自：

https://tea.japs.tp.edu.tw/~japsteagif/old/guaidis/10210-No34/Goods/26%E5%B1%86_%E5%91%A8%E8%82%B2%E9%99%9E_%E9%AB%98%E6%84%9B%E8%BF%AA%E6%96%AF%E8%87%AA%E7%84%B6%E5%84%AA%E8%89%AF%E5%8D%B7.pdf

十、維基百科，抗解澱粉。

取自：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%8A%97%E8%A7%A3%E6%BE%B1%E7%B2%89>

十一、吳俊輝，簡介抗性澱粉及其應用。金門縣政府全球資訊網。

十二、傅昭陽，認識「助你瘦」的抗性澱粉，康健雜誌 148 期及 184 期。