

屏東縣第 65 屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生物科

組 別：國中組

作品名稱：抗性澱粉對血糖之研究

關 鍵 詞：抗性澱粉、血糖、糖化血色素

編號：B4004

目錄

摘要-----	p.3
壹、前言-----	p.3
貳、研究設備及器材-----	p.4
參、研究過程與方法-----	p.5
肆、研究結果-----	p.7
伍、討論-----	p.15
陸、結論-----	p.16
柒、參考資料和其他-----	p.22

摘要

我們將八種食品在未冷凍、冷凍一天、三天和七天，然後由我們三位同學和一位患有糖尿病(DM)的老師一起來食用。食用前，先空腹 8 小時檢測血糖，然後每隔 45 分鐘再檢測一次血糖。我們用身體的血糖變化來判斷冷凍對這八種食物的抗性澱粉的轉化成效。

結果發現，麵條和玉米的轉換效果最佳。而抗性澱粉對患有糖尿病的人，效果微乎其微。而冷凍的時間越長，抗性澱粉的轉換並不會更明顯，只有白米稍微明顯。而蜂蜜蛋糕因為有多餘的糖類添加，所以轉換效果較差。

壹、前言

一、研究動機：

我們的老師患有糖尿病，在講解消化系統時，也順便聊了糖尿病和血糖。之前媽媽在減肥時，也有聊到「抗性澱粉」可以降低醣類的吸收，而達到減肥的目的。於是我把這兩項資訊結合，想研究「抗性澱粉」是否可以降低血糖，又是否對糖尿病有幫助。所以我們開始了這一項研究。

二、研究目的：

- (一)、冷凍澱粉食物使其產生抗性澱粉的成效，及其對血糖的影響。
- (二)、抗性澱粉對糖尿病患者的影響。

三、文獻回顧：

抗性澱粉（Resistant starch，簡稱 **RS**）就是生的澱粉、人體的胃跟小腸無法消化的澱粉，吃下去後會有飽足感，但是因為無法吸收所以攝取的熱量也較低。所有的澱粉都是由直鏈澱粉跟支鏈澱粉所組成，只是比例不一樣，且只有直鏈澱粉能夠變成抗性澱粉。特定澱粉放涼之後，熟澱粉就會變成生澱粉，像是冷白飯，並且越硬的米抗性澱粉含量越高。

抗性澱粉分為第一型、第二型、第三型及第四型。

第一型（**RS1**），由於物理構造無法被分解，例如研磨不完整使穀粉顆粒太大，導致消化道中的澱粉酶無法有效與澱粉反應，經過咀嚼或更完整的研磨可在小腸中分解。

第二型（**RS2**），澱粉顆粒有特定形式不被酵素分解。

第三型（**RS3**），回凝澱粉，普通澱粉糊化後經過低溫重新回凝，重新排列的澱粉不易在小腸中分解。

第四型（**RS4**），化學修飾澱粉，單醣分子不同於一般澱粉以 α -(1-4)或 α -(1-6)連結。

第一型、第二型及第三型抗性澱粉（**RS1**、**RS2**、**RS3**）可被大腸中的微生物群（Microbiota）分解成短鏈脂肪酸。

貳、研究設備及器材



血糖機和試紙片



微波爐



電子秤



採血筆和採血針



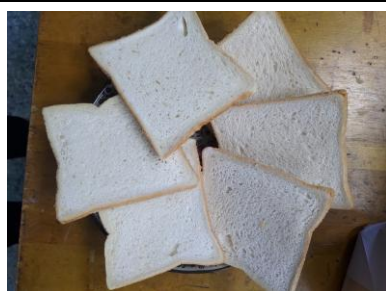
蜂蜜蛋糕



饅頭



地瓜



吐司



玉米



麵條



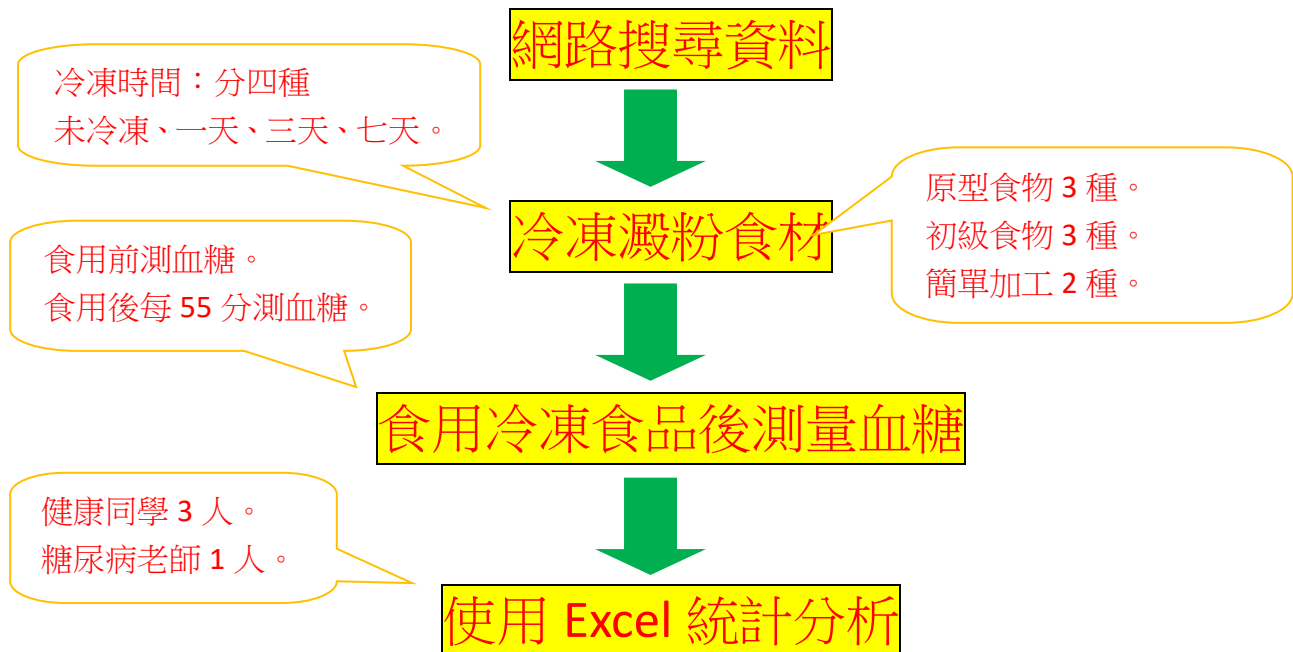
白米飯



紫米飯

參、研究過程與方法

一、實驗架構：



二、實驗步驟：

(一)、選擇澱粉的種類：

1. 原型食物：白米飯、紫米飯、玉米。
2. 初級食物：麵條、饅頭、油炸地瓜。
3. 簡單加工(發酵)食物：蜂蜜蛋糕、吐司。

(二)、將須食用的食品，依所需冷凍的時間提前採購。

1. 所採購的食物，因為一大早就需要食用，除了饅頭可以一大早可以買到新鮮的外，其他的須在前一天採購完畢。然後放入冰箱先冷藏。
2. 一次採購四人共四次食用的量。包含未冷凍前食用、冷凍一天後食用、冷凍三天後食用、冷凍七天後食用。如下圖 01 所示。
3. 一次可以採購二種食品，一種單日食用，另一種雙日食用，然後中間剛好還可以遇到六日休息。



圖 01 為各種食材在冷凍 7 天後的情況

(三)、學習如何使用血糖機，如下圖 02 所示：

1. 開啟血糖機，取出試紙片並插入血糖機。
2. 採血筆裝上採血針。
3. 先用酒精消毒採血部位，待風乾後再採血，以免影響之後血糖值的準確度。
4. 採血筆貼緊手指末端外側，穿刺採血部位。
5. 扎針後，擠出適量血量滴入試紙片上，等待血糖機讀出血糖值。



圖 02 為使用血糖機採血

(四)、血糖檢測時間：

1. 早上 8 小時空腹後，在 07:40 到校時，在實驗室馬上測量空腹血糖值。然後依照個人設定要吃的食物，設定的方式如下表 03 所示。(老師 DM 是代表有糖尿病)

測試人員	共四人：學生甲、學生乙、學生丙、老師(DM)
測試食品重量	依食材的秤重方便性而記錄。
食品冷凍時間	共三種：24 小時(一天)、72 小時(三天)、168 小時(7 天)

表 03 為四位受測人員要食用的食品重量和食品冷凍時間

2. 在早晨打掃和早自修後，在 08:25 到實驗室測量餐後的第一次血糖值。
3. 在第一節下課後，即 09:25 到實驗室測量餐後的第二次血糖值。
4. 在第二節下課後，即 10:15 到實驗室測量餐後的第三次血糖值。
5. 將所測量到的數據紀錄下來，如下圖 04 所示。然後再輸入電腦後整理分析。

期 12/24 星期二

食品名稱	空腹 8 小時 07:50	早自修後 08:25	第一節後 09:20	第二節後 10:15
10g 煮地瓜	101	114	131	81
10g 煮地瓜	99	96	110	92
10g 煮地瓜	113	103	113	93

食用地瓜的血糖變化紀錄

1/29 星期五

食品名稱	空腹 8 小時 07:50	早自修後 08:25	第一節後 09:20	第二節後 10:15
45g 麵條	99	128	117	109
麵條	97	104	94	96
麵條	100	101	105	108

食用麵條的血糖變化紀錄

12/24 星期二	12/25 星期三	12/26 星期四	12/27 星期五	12/28 星期六	12/29 星期日
12/30 星期一	12/31 星期二	1/1 星期三	1/2 星期四	1/3 星期五	1/4 星期六
1/5 星期日	1/6 星期一	1/7 星期二	1/8 星期三	1/9 星期四	1/10 星期五
1/11 星期六	1/12 星期日	1/13 星期一	1/14 星期二	1/15 星期三	1/16 星期四
1/17 星期五	1/18 星期六	1/19 星期日	1/20 星期一	1/21 星期二	1/22 星期三
1/23 星期四	1/24 星期五	1/25 星期六	1/26 星期日	1/27 星期一	1/28 星期二
1/29 星期三	1/30 星期四	1/31 星期五	2/1 星期六	2/2 星期日	2/3 星期一
2/4 星期二	2/5 星期三	2/6 星期四	2/7 星期五	2/8 星期六	2/9 星期日
2/10 星期一	2/11 星期二	2/12 星期三	2/13 星期四	2/14 星期五	2/15 星期六
2/16 星期日	2/17 星期一	2/18 星期二	2/19 星期三	2/20 星期四	2/21 星期五
2/22 星期六	2/23 星期日	2/24 星期一	2/25 星期二	2/26 星期三	2/27 星期四
2/28 星期五	2/29 星期六	2/30 星期日	3/1 星期一	3/2 星期二	3/3 星期三
3/4 星期四	3/5 星期五	3/6 星期六	3/7 星期日	3/8 星期一	3/9 星期二
3/10 星期三	3/11 星期四	3/12 星期五	3/13 星期六	3/14 星期日	3/15 星期一
3/16 星期二	3/17 星期三	3/18 星期四	3/19 星期五	3/20 星期六	3/21 星期日
3/22 星期一	3/23 星期二	3/24 星期三	3/25 星期四	3/26 星期五	3/27 星期六
3/28 星期日	3/29 星期一	3/30 星期二	3/31 星期三	4/1 星期四	4/2 星期五
4/3 星期六	4/4 星期日	4/5 星期一	4/6 星期二	4/7 星期三	4/8 星期四
4/9 星期五	4/10 星期六	4/11 星期日	4/12 星期一	4/13 星期二	4/14 星期三
4/15 星期四	4/16 星期五	4/17 星期六	4/18 星期日	4/19 星期一	4/20 星期二
4/21 星期三	4/22 星期四	4/23 星期五	4/24 星期六	4/25 星期日	4/26 星期一
4/27 星期二	4/28 星期三	4/29 星期四	4/30 星期五	5/1 星期六	5/2 星期日
5/3 星期一	5/4 星期二	5/5 星期三	5/6 星期四	5/7 星期五	5/8 星期六
5/9 星期日	5/10 星期一	5/11 星期二	5/12 星期三	5/13 星期四	5/14 星期五
5/15 星期六	5/16 星期日	5/17 星期一	5/18 星期二	5/19 星期三	5/20 星期四
5/21 星期五	5/22 星期六	5/23 星期日	5/24 星期一	5/25 星期二	5/26 星期三
5/27 星期四	5/28 星期五	5/29 星期六	5/30 星期日	5/31 星期一	6/1 星期二
6/2 星期三	6/3 星期四	6/4 星期五	6/5 星期六	6/6 星期日	6/7 星期一
6/8 星期二	6/9 星期三	6/10 星期四	6/11 星期五	6/12 星期六	6/13 星期日
6/14 星期一	6/15 星期二	6/16 星期三	6/17 星期四	6/18 星期五	6/19 星期六
6/20 星期日	6/21 星期一	6/22 星期二	6/23 星期三	6/24 星期四	6/25 星期五
6/26 星期六	6/27 星期日	6/28 星期一	6/29 星期二	6/30 星期三	7/1 星期四
7/2 星期五	7/3 星期六	7/4 星期日	7/5 星期一	7/6 星期二	7/7 星期三
7/8 星期四	7/9 星期五	7/10 星期六	7/11 星期日	7/12 星期一	7/13 星期二
7/14 星期三	7/15 星期四	7/16 星期五	7/17 星期六	7/18 星期日	7/19 星期一
7/20 星期二	7/21 星期三	7/22 星期四	7/23 星期五	7/24 星期六	7/25 星期日
7/26 星期一	7/27 星期二	7/28 星期三	7/29 星期四	7/30 星期五	7/31 星期六
8/1 星期日	8/2 星期一	8/3 星期二	8/4 星期三	8/5 星期四	8/6 星期五
8/7 星期六	8/8 星期日	8/9 星期一	8/10 星期二	8/11 星期三	8/12 星期四
8/13 星期五	8/14 星期六	8/15 星期日	8/16 星期一	8/17 星期二	8/18 星期三
8/19 星期四	8/20 星期五	8/21 星期六	8/22 星期日	8/23 星期一	8/24 星期二
8/25 星期三	8/26 星期四	8/27 星期五	8/28 星期六	8/29 星期日	8/30 星期一
8/31 星期二	9/1 星期三	9/2 星期四	9/3 星期五	9/4 星期六	9/5 星期日
9/6 星期一	9/7 星期二	9/8 星期三	9/9 星期四	9/10 星期五	9/11 星期六
9/12 星期日	9/13 星期一	9/14 星期二	9/15 星期三	9/16 星期四	9/17 星期五
9/18 星期六	9/19 星期日	9/20 星期一	9/21 星期二	9/22 星期三	9/23 星期四
9/24 星期五	9/25 星期六	9/26 星期日	9/27 星期一	9/28 星期二	9/29 星期三
9/30 星期四	10/1 星期五	10/2 星期六	10/3 星期日	10/4 星期一	10/5 星期二
10/6 星期三	10/7 星期四	10/8 星期五	10/9 星期六	10/10 星期日	10/11 星期一
10/12 星期二	10/13 星期三	10/14 星期四	10/15 星期五	10/16 星期六	10/17 星期日
10/18 星期一	10/19 星期二	10/20 星期三	10/21 星期四	10/22 星期五	10/23 星期六
10/24 星期日	10/25 星期一	10/26 星期二	10/27 星期三	10/28 星期四	10/29 星期五
10/30 星期六	10/31 星期日	11/1 星期一	11/2 星期二	11/3 星期三	11/4 星期四
11/5 星期五	11/6 星期六	11/7 星期日	11/8 星期一	11/9 星期二	11/10 星期三
11/11 星期四	11/12 星期五	11/13 星期六	11/14 星期日	11/15 星期一	11/16 星期二
11/17 星期三	11/18 星期四	11/19 星期五	11/20 星期六	11/21 星期日	11/22 星期一
11/23 星期二	11/24 星期三	11/25 星期四	11/26 星期五	11/27 星期六	11/28 星期日
11/29 星期一	11/30 星期二	12/1 星期三	12/2 星期四	12/3 星期五	12/4 星期六
12/5 星期日	12/6 星期一	12/7 星期二	12/8 星期三	12/9 星期四	12/10 星期五
12/11 星期六	12/12 星期日	12/13 星期一	12/14 星期二	12/15 星期三	12/16 星期四
12/17 星期五	12/18 星期六	12/19 星期日	12/20 星期一	12/21 星期二	12/22 星期三
12/23 星期四	12/24 星期五	12/25 星期六	12/26 星期日	12/27 星期一	12/28 星期二
12/29 星期三	12/30 星期四	12/31 星期五	1/1 星期六	1/2 星期日	1/3 星期一
1/4 星期二	1/5 星期三	1/6 星期四	1/7 星期五	1/8 星期六	1/9 星期日
1/10 星期一	1/11 星期二	1/12 星期三	1/13 星期四	1/14 星期五	1/15 星期六
1/16 星期日	1/17 星期一	1/18 星期二	1/19 星期三	1/20 星期四	1/21 星期五
1/22 星期六	1/23 星期日	1/24 星期一	1/25 星期二	1/26 星期三	1/27 星期四
1/28 星期五	1/29 星期六	1/30 星期日	1/31 星期一	2/1 星期二	2/2 星期三
2/3 星期四	2/4 星期五	2/5 星期六	2/6 星期日	2/7 星期一	2/8 星期二
2/9 星期三	2/10 星期四	2/11 星期五	2/12 星期六	2/13 星期日	2/14 星期一
2/15 星期二	2/16 星期三	2/17 星期四	2/18 星期五	2/19 星期六	2/20 星期日
2/21 星期一	2/22 星期二	2/23 星期三	2/24 星期四	2/25 星期五	2/26 星期六
2/27 星期日	2/28 星期一	2/29 星期二	2/30 星期三	3/1 星期四	3/2 星期五
3/3 星期六	3/4 星期日	3/5 星期一	3/6 星期二	3/7 星期三	3/8 星期四
3/9 星期五	3/10 星期六	3/11 星期日	3/12 星期一	3/13 星期二	3/14 星期三
3/15 星期四	3/16 星期五	3/17 星期六	3/18 星期日	3/19 星期一	3/20 星期二
3/21 星期三	3/22 星期四	3/23 星期五	3/24 星期六	3/25 星期日	3/26 星期一
3/27 星期二	3/28 星期三	3/29 星期四	3/30 星期五	3/31 星期六	4/1 星期日
4/2 星期一	4/3 星期二	4/4 星期三	4/5 星期四	4/6 星期五	4/7 星期六
4/8 星期日	4/9 星期一	4/10 星期二	4/11 星期三	4/12 星期四	4/13 星期五
4/14 星期六	4/15 星期日	4/16 星期一	4/17 星期二	4/18 星期三	4/19 星期四
4/20 星期五	4/21 星期六	4/22 星期日	4/23 星期一	4/24 星期二	4/25 星期三
4/26 星期四	4/27 星期五	4/28 星期六	4/29 星期日	4/30 星期一	5/1 星期二
5/2 星期三	5/3 星期四	5/4 星期五	5/5 星期六	5/6 星期日	5/7 星期一
5/8 星期二	5/9 星期三	5/10 星期四	5/11 星期五	5/12 星期六	5/13 星期日
5/14 星期一	5/15 星期二	5/16 星期三	5/17 星期四	5/18 星期五	5/19 星期六
5/20 星期日	5/21 星期一	5/22 星期二	5/23 星期三	5/24 星期四	5/25 星期五
5/26 星期六	5/27 星期日	5/28 星期一	5/29 星期二	5/30 星期三	5/31 星期四
6/1 星期五	6/2 星期六	6/3 星期日	6/4 星期一	6/5 星期二	6/6 星期三
6/7 星期四	6/8 星期五	6/9 星期六	6/10 星期日	6/11 星期一	6/12 星期二
6/13 星期三	6/14 星期四	6/15 星期五	6/16 星期六	6/17 星期日	6/18 星期一
6/19 星期二	6/20 星期三	6/21 星期四	6/22 星期五	6/23 星期六	6/24 星期日
6/25 星期一	6/26 星期二	6/27 星期三	6/28 星期四	6/29 星期五	6/30 星期六
7/1 星期日	7/2 星期一	7/3 星期二	7/4 星期三	7/5 星期四	7/6 星期五
7/7 星期六	7/8 星期日	7/9 星期一	7/10 星期二	7/11 星期三	7/12 星期四
7/13 星期五	7/14 星期六	7/15 星期日	7/16 星期一	7/17 星期二	7/18 星期三
7/19 星期四	7/20 星期五	7/21 星期六	7/22 星期日	7/23 星期一	7/24 星期二
7/25 星期三	7/26 星期四	7/27 星期五	7/28 星期六	7/29 星期日	7/30 星期一
7/31 星期二	8/1 星期三	8/2 星期四	8/3 星期五	8/4 星期六	8/5 星期日
8/6 星期一	8/7 星期二	8/8 星期三	8/9 星期四	8/10 星期五	8/11 星期六
8/12 星期日	8/13 星期一	8/14 星期二	8/15 星期三	8/16 星期四	8/17 星期五
8/18 星期六	8/19 星期日	8/20 星期一	8/21 星期二	8/22 星期三	8/23 星期四
8/24 星期五	8/25 星期六	8/26 星期日	8/27 星期一	8/28 星期二	8/29 星期三
8/30 星期四	8/31 星期五	9/1 星期六	9/2 星期日	9/3 星期一	9/4 星期二
9/5 星期三	9/6 星期四	9/7 星期五	9/8 星期六	9/9 星期日	9/10 星期一
9/11 星期二	9/12 星期三	9/13 星期四	9/14 星期五	9/15 星期六	9/16 星期日
9/17 星期一	9/18 星期二	9/19 星期三	9/20 星期四	9/21 星期五	9/22 星期六
9/23 星期日	9/24 星期一	9/25 星期二	9/26 星期三	9/27 星期四	9/28 星期五
9/29 星期六	9/30 星期日	10/1 星期一	10/2 星期二	10/3 星期三	10/4 星期四
10/5 星期五	10/6 星期六	10/7 星期日	10/8 星期一	10/9 星期二	10/10 星期三
10/11 星期四	10/12 星期五	10/13 星期六	10/14 星期日	10/15 星期一	10/16 星期二
10/17 星期三	10/18 星期四	10/19 星期五	10/20 星期六	10/21 星期日	10/22 星期一
10/23 星期二	10/24 星期三	10/25 星期四	10/26 星期五	10/27 星期六	10/28 星期日
10/29 星期一	10/30 星期二	10/31 星期三	11/1 星期四	11/2 星期五	11/3 星期六
11/4 星期日	11/5 星期一	11/6 星期二	11/7 星期三	11/8 星期四	11/9 星期五
11/10 星期六	11/11 星期日	11/12 星期一	11/13 星期二	11/14 星期三	11/15 星期四
11/16 星期五	11/17 星期六	11/18 星期日	11/19 星期一	11/20 星期二	11/21 星期三
11/22 星期四	11/23 星期五	11/24 星期六	11/25 星期日	11/26 星期一	11/27 星期二
11/28 星期三	11/29 星期四	11/30 星期五	12/1 星期六	12/2 星期日	12/3 星期一
12/4 星期二	12/5 星期三	12/6 星期四	12/7 星期五	12/8 星期六	12/9 星期日
12/10 星期一	12/11 星期二	12/12 星期三	12/13 星期四	12/14 星期五	12/15 星期六
12/16 星期日	12/17 星期一	12/18 星期二	12/19 星期三	12/20 星期四	12/21 星期五
12/22 星期六	12/23 星期日	12/24 星期一	12/25 星期二	12/26 星期三	12/27 星期四
12/28 星期五	12/29 星期六	12/30 星期日	12/31 星期一	1/1 星期二	1/2 星期三
1/3 星期四	1/4 星期五	1/5 星期六	1/6 星期日	1/7 星期一	1/8 星期二
1/9 星期三	1/10 星期四	1/11 星期五	1/12 星期六	1/13 星期日	1/14 星期一
1/15 星期二	1/16 星期三	1/17 星期四	1/18 星期五	1/19 星期六	1/20 星期日
1/21 星期一	1/22 星期二	1/23 星期三	1/24 星期四	1/25 星期五	1/26 星期六
1/27 星期日	1/28 星期一	1/29 星期二	1/30 星期三	1/31 星期四	2/1 星期五
2/2 星期六	2/3 星期日	2/4 星期一	2/5 星期二	2/6 星期三	2/7 星期四
2/8 星期五	2/9 星期六	2/10 星期日	2/11 星期一	2/12 星期二	2/13 星期三
2/14 星期四	2/15 星期五	2/16 星期六	2/17 星期日	2/18 星期一	2/19 星期二
2/20 星期三	2/21 星期四	2/22 星期五	2/23 星期六	2/24 星期日	2/25 星期一
2/26 星期二	2/27 星期三	2/28 星期四	2/29 星期五	2/30 星期六	3/1 星期日
3/2 星期一	3/3 星期二	3/4 星期三	3/5 星期四	3/6 星期五	3/7 星期六
3/8 星期日	3/9 星期一	3/10 星期二	3/11 星期三	3/12 星期四	3/13 星期五
3/14 星期六	3/15 星期日	3/16 星期一	3/17 星期二	3/18 星期三	3/19 星期四
3/20 星期五	3/21 星期六	3/22 星期日	3/23 星期一	3/24 星期二	3/25 星期三
3/26 星期四	3/27 星期五	3/28 星期六	3/29 星期日	3/30 星期一	3/31 星期二
4/1 星期三	4/2 星期四	4/3 星期五	4/4 星期六	4/5 星期日	4/6 星期一
4/7 星期二	4/8 星期三	4/9 星期四	4/10 星期五	4/11 星期六	4/12 星期日
4/13 星期一	4/14 星期二	4/15 星期三	4/16 星期四	4/17 星期五	4/18 星期六
4/19 星期日	4/20 星期一	4/21 星期二	4/22 星期三	4/23 星期四	4/24 星期五
4/25 星期六	4/26 星期日	4/27 星期一	4/28 星期二	4/29 星期三	4/30 星期四
5/1 星期五	5/2 星期六	5/3 星期日	5/4 星期一	5/5 星期二	5/6 星期三
5/7 星期四	5/8 星期五	5/9 星期六	5/10 星期日	5/11 星期一	5/12 星期二
5/13 星期三	5/14 星期四	5/15 星期五	5/16 星期六	5/17 星期日	5/18 星期一
5/19 星期二	5/20 星期三	5/21 星期四	5/22 星期五	5/23 星期六	5/24 星期日
5/25 星期一	5/26 星期二	5/27 星期三	5/28 星期四	5/29 星期五	5/30 星期六
5/31 星期日	6/1 星期一	6/2 星期二	6/3 星期三	6/4 星期四	6/5 星期五
6/6 星期六	6/7 星期日	6/8 星期一	6/9 星期二	6/10 星期三	6/11 星期四
6/12 星期五	6/13 星期六	6/14 星期日	6/15 星期一	6/16 星期二	6/17 星期三
6/18 星期四	6/19 星期五	6/20 星期六	6/21 星期日	6/22 星期一	6/23 星期二
6/24 星期三	6/25 星期四	6/26 星期五	6/27 星期六	6/28 星期日	6/29 星期一
6/30 星期二	7/1 星期三	7/2 星期四	7/3 星期五	7/4 星期六	7/5 星期日
7/6 星期一	7/7 星期二	7/8 星期三	7/9 星期四	7/10 星期五	7/11 星期六
7/12 星期日	7/13 星期一	7/14 星期二	7/15 星期三	7/16 星期四	7/17 星期五
7/18 星期六	7/19 星期日	7/20 星期一	7/21 星期二	7/22 星期三	7/23 星期四
7/24 星期五	7/25 星期六	7/26 星期日	7/27 星期一	7/28 星期二	7/29 星期三
7/30 星期四	7/31 星期五	8/1 星期六	8/2 星期日	8/3 星期一	8/4 星期二
8/5 星期三	8/6 星期四	8/7 星期五	8/8 星期六	8/9 星期日	8/10 星期一
8/11 星期二	8/12 星期三	8/13 星期四	8/14 星期五	8/15 星期六	8/16 星期日
8/17 星期一	8/18 星期二	8/19 星期三	8/20 星期四	8/21 星期五	8/22 星期六
8/23 星期日	8/24 星期一	8/25 星期二	8/26 星期三	8/27 星期四	8/28 星期五
8/29 星期六	8/30 星期日	8/31 星期一	9/1 星期二	9/2 星期三	9/3 星期四
9/4 星期五	9/5 星期六	9/6 星期日	9/7 星期一	9/8 星期二	9/9 星期三
9/10 星期四	9/11 星期五	9/12 星期六	9/13 星期日	9/14 星期一	9/15 星期二
9/16 星期三	9/17 星期四	9/18 星期五	9/19 星期六	9/20 星期日	9/21 星期一
9/22 星期二	9/23 星期三	9/24 星期四	9/25 星期五	9/26 星期六	9/27 星期日
9/28 星期一	9/29 星期二	9/30 星期三	10/1 星期四	10/2 星期五	

圖 04 為我們食用食品前後所記錄的血糖值

(五)、將所得到的數據，輸入電腦，然後用 Excel 統計分析。

肆、研究結果

一、原型食物：

(一)、白米飯：如下表 05 為食用前後的血糖紀錄。(一碗重量約 100 公克)

受測人員	食品狀況	空腹 8 小時	食用後 45 分	食用後 90 分	食用後 135 分
學生甲	未冷凍	98	141	127	112
	冷凍一天	99	121	123	104
	冷凍三天	95	157	135	113
	冷凍七天	100	140	99	97
學生乙	未冷凍	93	94	117	108
	冷凍一天	103	113	109	103
	冷凍三天	97	110	109	115
	冷凍七天	88	116	94	92
學生丙	未冷凍	112	123	109	113
	冷凍一天	103	111	171	107
	冷凍三天	115	127	149	102
	冷凍七天	102	107	109	104
老師(DM)	未冷凍	134	301	316	224
	冷凍一天	134	318	255	266
	冷凍三天	131	324	305	227
	冷凍七天	123	297	284	257

表 05 為食用白米飯前後的血糖值變化紀錄

(二)、紫米飯：如下表 06 為食用前後的血糖紀錄。(一碗重量約 70 公克)

受測人員	食品狀況	空腹 8 小時	食用後 45 分	食用後 90 分	食用後 135 分
學生甲	未冷凍	100	140	115	104
	冷凍一天	88	134	121	104
	冷凍三天	94	154	106	98
	冷凍七天	78	140	111	101
學生乙	未冷凍	100	111	107	97
	冷凍一天	98	134	105	97
	冷凍三天	94	126	111	101
	冷凍七天	102	124	121	111
學生丙	未冷凍	98	111	141	106
	冷凍一天	104	121	124	109
	冷凍三天	116	146	115	98
	冷凍七天	98	142	121	108
老師(DM)	未冷凍	121	329	244	221
	冷凍一天	97	314	251	178
	冷凍三天	112	289	244	204
	冷凍七天	113	291	263	194

表 06 為食用白米飯前後的血糖值變化紀錄

(三)、玉米：如下表 07 為食用前後的血糖紀錄。(一支玉米可食用重量約 110 公克)

受測人員	食品狀況	空腹 8 小時	食用後 45 分	食用後 90 分	食用後 135 分
學生甲	未冷凍	102	139	91	89
	冷凍一天	97	143	87	94
	冷凍三天	93	135	87	88
	冷凍七天	97	140	94	90
學生乙	未冷凍	95	113	95	94
	冷凍一天	93	106	85	91
	冷凍三天	91	113	85	90
	冷凍七天	90	121	112	111
學生丙	未冷凍	110	135	99	96
	冷凍一天	101	116	93	97
	冷凍三天	99	134	89	94
	冷凍七天	102	124	90	91
老師(DM)	未冷凍	132	189	176	154
	冷凍一天	127	201	199	167
	冷凍三天	119	189	203	187
	冷凍七天	120	201	222	197

表 07 為食用玉米前後的血糖值變化紀錄

二、初級食物：

(一)、饅頭：如下表 08 為食用前後的血糖紀錄。(一個饅頭重量 60 公克)

受測人員	食品狀況	空腹 8 小時	食用後 45 分	食用後 90 分	食用後 135 分
學生甲	未冷凍	101	102	141	116
	冷凍一天	93	164	100	82
	冷凍三天	101	172	117	87
	冷凍七天	103	145	104	103
學生乙	未冷凍	91	94	108	97
	冷凍一天	84	112	94	87
	冷凍三天	95	166	126	91
	冷凍七天	87	123	101	105
學生丙	未冷凍	110	104	116	98
	冷凍一天	97	109	110	95
	冷凍三天	110	119	115	106
	冷凍七天	111	106	129	107
老師(DM)	未冷凍	124	324	253	172
	冷凍一天	116	309	256	187
	冷凍三天	123	317	244	198
	冷凍七天	124	221	224	204

表 08 為食用饅頭前後的血糖值變化紀錄

(二)、麵條：如下表 09 為食用前後的血糖紀錄。(一碗重量 50 公克)

受測人員	食品狀況	空腹 8 小時	食用後 45 分	食用後 90 分	食用後 135 分
學生甲	未冷凍	100	131	111	102
	冷凍一天	103	127	109	98
	冷凍三天	99	128	117	104
	冷凍七天	102	132	121	101
學生乙	未冷凍	91	123	111	97
	冷凍一天	92	121	99	93
	冷凍三天	97	104	94	96
	冷凍七天	93	110	109	91
學生丙	未冷凍	98	110	109	91
	冷凍一天	94	104	96	98
	冷凍三天	100	101	105	108
	冷凍七天	94	102	100	94
老師(DM)	未冷凍	113	170	189	176
	冷凍一天	118	224	207	178
	冷凍三天	120	231	198	178
	冷凍七天	109	187	176	160

表 09 為食用麵條前後的血糖值變化紀錄

(三)、炸地瓜：如下表 10 為食用前後的血糖紀錄。(重量 110 公克)

受測人員	食品狀況	空腹 8 小時	食用後 45 分	食用後 90 分	食用後 135 分
學生甲	未冷凍	97	108	99	104
	冷凍一天	101	114	131	81
	冷凍三天	106	134	106	104
	冷凍七天	108	110	120	88
學生乙	未冷凍	85	89	92	92
	冷凍一天	99	96	110	92
	冷凍三天	87	102	102	97
	冷凍七天	90	112	105	89
學生丙	未冷凍	107	117	104	98
	冷凍一天	113	103	113	98
	冷凍三天	108	119	104	106
	冷凍七天	100	121	118	106
老師(DM)	未冷凍	116	187	164	154
	冷凍一天	142	201	197	164
	冷凍三天	132	197	200	194
	冷凍七天	124	178	164	165

表 10 為食用炸地瓜前後的血糖值變化紀錄

三、簡單加工食物：

(一)、吐司：如下表 11 為食用前後的血糖紀錄。(二片重量約 100 公克)

受測人員	食品狀況	空腹 8 小時	食用後 45 分	食用後 90 分	食用後 135 分
學生甲	未冷凍	110	109	132	120
	冷凍一天	97	161	107	101
	冷凍三天	100	142	108	108
	冷凍七天	98	140	106	89
學生乙	未冷凍	93	129	103	101
	冷凍一天	93	125	130	101
	冷凍三天	97	106	123	104
	冷凍七天	106	147	109	124
學生丙	未冷凍	97	161	107	101
	冷凍一天	110	109	132	120
	冷凍三天	108	123	104	113
	冷凍七天	112	109	134	116
老師(DM)	未冷凍	113	278	264	254
	冷凍一天	134	301	298	264
	冷凍三天	124	268	240	189
	冷凍七天	119	256	301	266

表 11 為食用吐司前後的血糖值變化紀錄

(二)、蜂蜜蛋糕：如下表 12 為食用前後的血糖紀錄。(一片重量約 100 公克)

受測人員	食品狀況	空腹 8 小時	食用後 45 分	食用後 90 分	食用後 135 分
學生甲	未冷凍	103	152	116	95
	冷凍一天	101	147	105	109
	冷凍三天	90	105	161	108
	冷凍七天	94	107	143	105
學生乙	未冷凍	107	126	125	103
	冷凍一天	98	141	113	95
	冷凍三天	101	148	131	94
	冷凍七天	94	146	127	109
學生丙	未冷凍	111	109	103	110
	冷凍一天	98	131	88	103
	冷凍三天	114	138	102	112
	冷凍七天	97	143	121	94
老師(DM)	未冷凍	132	388	304	267
	冷凍一天	124	379	299	254
	冷凍三天	128	316	289	264
	冷凍七天	117	307	276	267

表 12 為食用蜂蜜蛋糕前後的血糖值變化紀錄

伍、討論

- 一、在我們開始要研究抗性澱粉（英語：**Resistant starch**，簡稱 **RS**）時，我們有請教過患有糖尿病老師的家醫科醫師，也查閱過網路的資料，也參考過烹飪的書籍。對於 **Resistant starch** 的翻譯(稱呼)有抗性澱粉、抗解澱粉、限制澱粉、老化澱粉。在我們的討論之後，在我們的這篇報告中，統一稱呼為『**抗性澱粉**』。
- 二、我們討論要如何排列食品食用的順序時，我們討論過主食類、副食類、加工食品、為加工食品、烹飪方式分類、澱粉百分比分類.....等。最後我們決定要符合以下條件：
 - (一)、經費有限，以經濟實惠為主，尤其是學校營養午餐可以取得的。所以白米飯、紫米飯上榜了。
 - (二)、最好是全澱粉，包括米澱粉、玉米澱粉、地瓜澱粉、小麥澱粉。所以玉米、饅頭、麵條上榜了。
 - (三)、可以輕微烹飪加工的。所以蜂蜜蛋糕、吐司、炸地瓜上榜了。
- 三、血糖機很貴，試紙片是消耗品也很貴。每增加一種食品，就要增加 **64** 片的試紙片。感謝學校和家長會的支持，最後的我們精算之後，可以實驗八種食材。而這八種食材我們將其分為三大類，分別是**原型**食物(白米飯、紫米飯、玉米)、**初級**食物(麵條、饅頭、油炸地瓜)、簡單加工(**發酵**)食物(蜂蜜蛋糕、吐司)。
- 四、冷凍後的抗性澱粉，資料上顯示說，只要超過 **24** 小時就可以，但沒有說冷凍時間越長是否效果越好。資料上也只顯示那些食物在最初的抗性澱粉的好壞，也沒有說抗性澱粉在冷凍後的效果好壞。所以我們討論後決定將冷凍時間也納入操作變因之一，包括：冷凍 **1** 天、冷凍三天、冷凍 **7** 天。當然這也要配合學校的上課時間而討論決定的。
- 五、食物的**重量**要控制到很精密，在操作上真的好困難。就像每一片吐司會有 **1** 到 **3** 公克的誤差；地瓜、饅頭不好切；米粒、玉米誤差幾顆還要夾來夾去。因為時間實在非常緊迫，所以食材的重量，我們雖然也要求準確，但在 **2** 到 **3** 公克的誤差，我們就視為誤差值之內。
- 六、因為我們的糖尿病受測人只有我們老師一人，所以樣本空間太小太小。又加上一開始實驗時，老師被自己的血糖值嚇到，之後積極的改變自己生活方式和遵守醫囑。這種種都是會讓這項實驗誤差的。但由我們所收集的數據中可以明顯的發現，冷凍所產生的抗性澱粉，對糖尿病的影響幾乎微乎其微。

陸、結論

一、以下為我們三位同學，在食用八種食物之後的血糖平均折線圖，如下圖 13 所示。

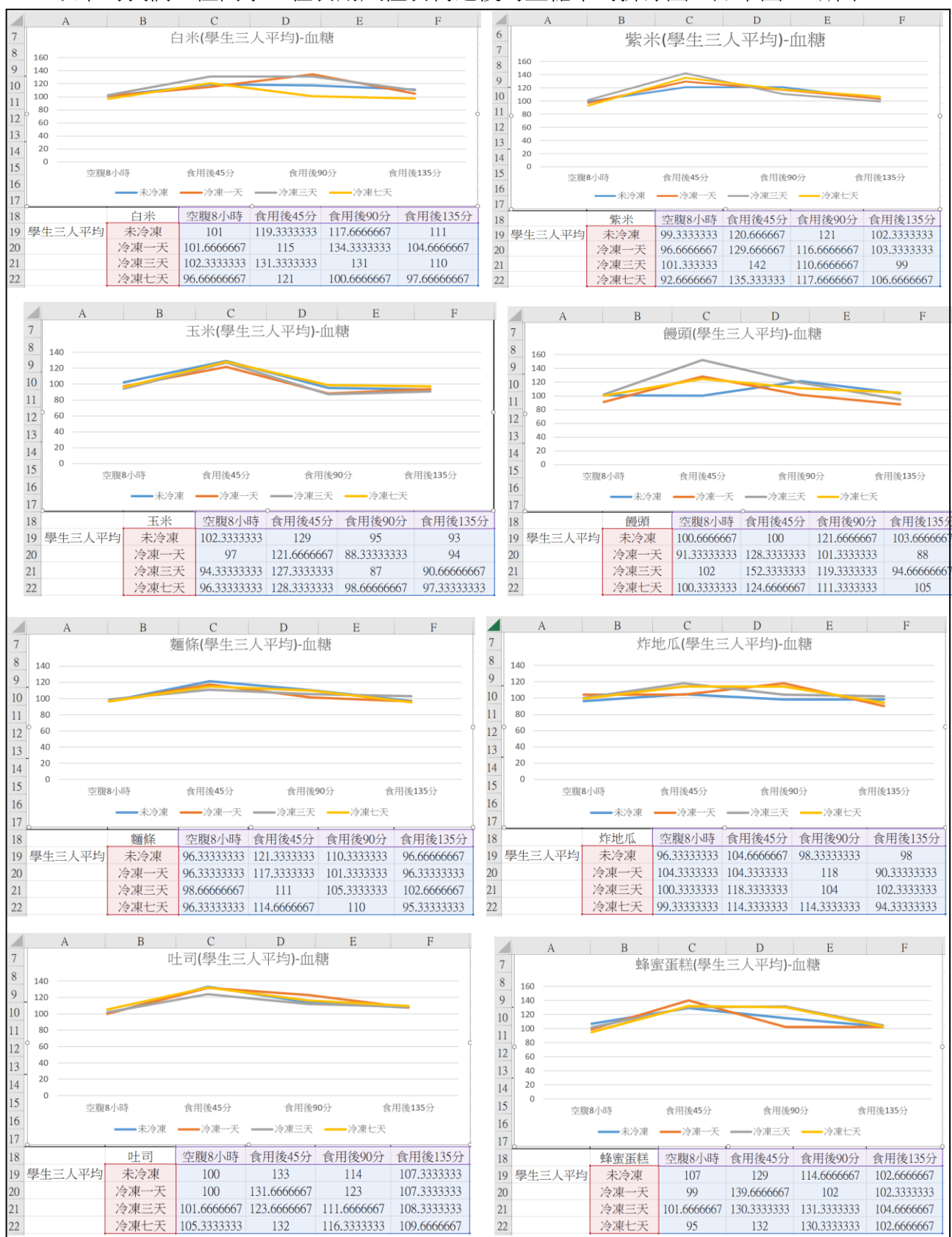


圖 13 為三位同學食用八種食物之後的血糖平均折線圖

由以上圖 13 我們得到以下幾個結論：

- (一)、**食品和冷凍時間比較沒有關係的食物**，就是冷凍時間長短和血糖的變化沒有太大的波動的食物分別有：玉米、麵條和吐司。因為無論冷凍七天、三天、一天還是未冷凍，從三人的血糖波動，折線圖的一致性很高。
- (二)、由血糖的波動高低來判斷，我們發現高低差最小的是麵條和炸地瓜。因為我們三人的平均血糖最高點和最低點相差最小，代表這兩種食物在**冷凍後的抗性澱粉增加**，導致血糖的波動變化不大。
- (三)、由白米的血糖折線圖，我們發現，白米在**冷凍七天之後，抗性澱粉的轉換較佳**，導致血糖在食用後較不易上升，而且血糖下降也較快較平穩。有同樣表現的還有饅頭。
- (四)、由紫米的血糖折線圖，我們發現，紫米在**冷凍之後**，反而在食用後的 45 分鐘時，血糖上升較未冷凍的紫米高。這代表 45 分鐘內反而吸收更多的葡萄糖，冷凍反而使紫米在短時間內更**容易被分解吸收**。有相同表現的還有饅頭和炸地瓜。
- (五)、由實驗圖表中，我們可以發現，無論哪一種食物，在食用後 135 分鐘之後，幾乎血糖都回到正常值了。但有些食物的血糖回復更快，有玉米、饅頭和麵條，大約在食用後 90 分鐘，血糖就回復到正常值了。這可能是澱粉的分解速度極快，或是抗性澱粉的轉換率高。
- (六)、蜂蜜蛋糕是八種食物中，在食用後 45 分鐘血糖飆最高的，可能在烘培時有添加其他的糖類，導致此現象的發生和其他七種食品的差異。
- (七)、前 45 分鐘血糖的變化，我們有一**重大發現**，麵條、玉米這兩種食品，三位同學均明顯的表現出冷凍後的血糖比未冷凍的血糖低。代表冷凍確實可以將這兩種食品轉化的抗性澱粉，在食用後的前 45 分鐘表現出來。

二、我們將原型食物、初級食物、簡單加工(發酵)食品，分為三大類來比較，如下圖 14 所示。

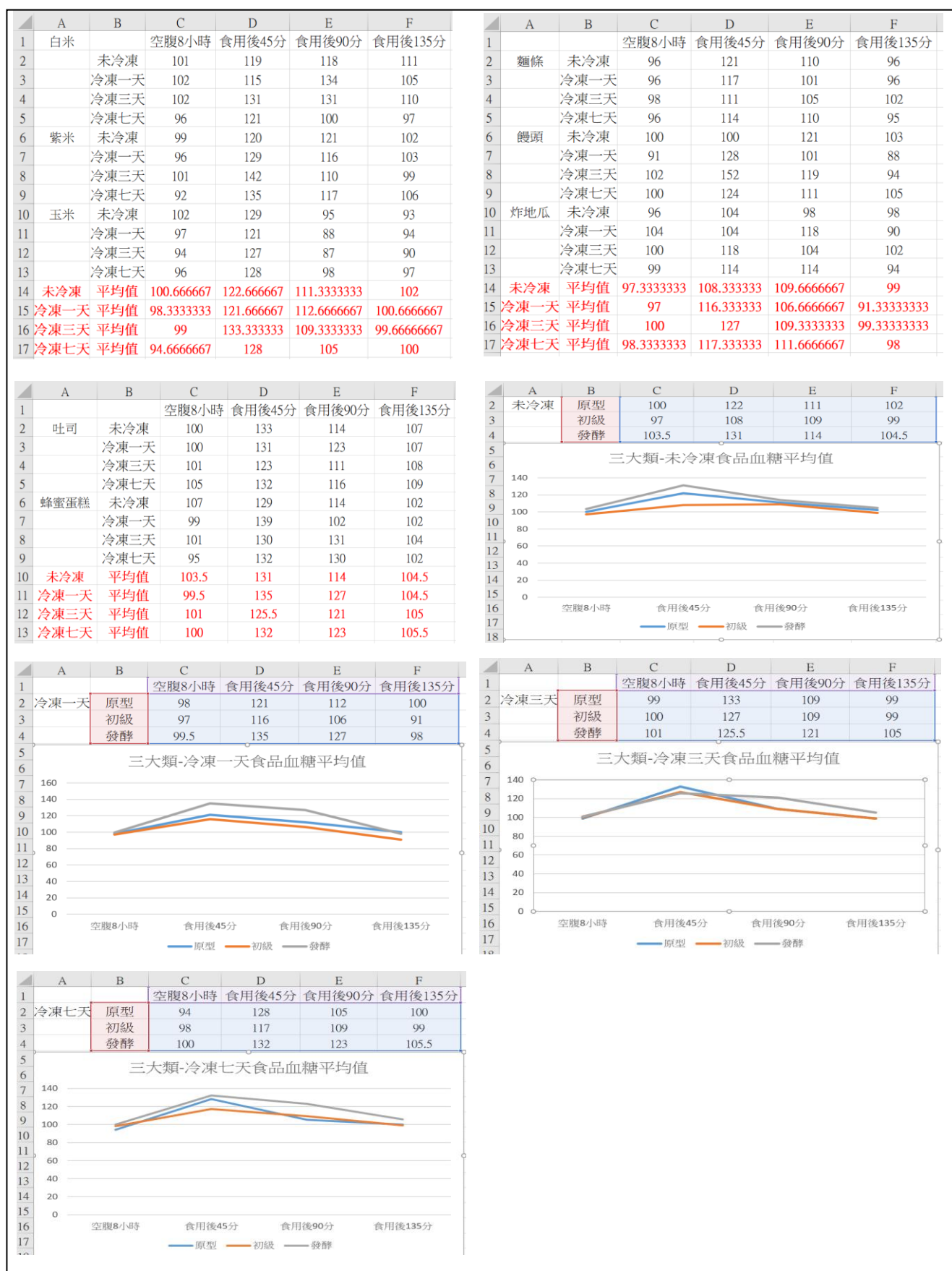


圖 14 為三大類食品冷凍對血糖的影響

由以上圖 14 我們得到以下幾個結論：

- (一)、簡單加工的發酵食品(土司和蜂蜜蛋糕)，無論是否經過冷凍，受測者的血糖值一直都處於最高，可能和食材本身所含的抗性澱粉就偏低有關。
- (二)、初級的食品(麵條、饅頭、炸地瓜)，無論是否經過冷凍，受測者的血糖值一直都偏低，可能和食材本身所含的抗性澱粉就居高有關。
- (三)、用原型食物、初級食物、簡單加工(發酵)食品，分為三大類來比較看不出有明顯的特性。

三、以下是我們老師(DM)，在食用八種食品之後的血糖平均值和折線圖，如下圖 15 所示。

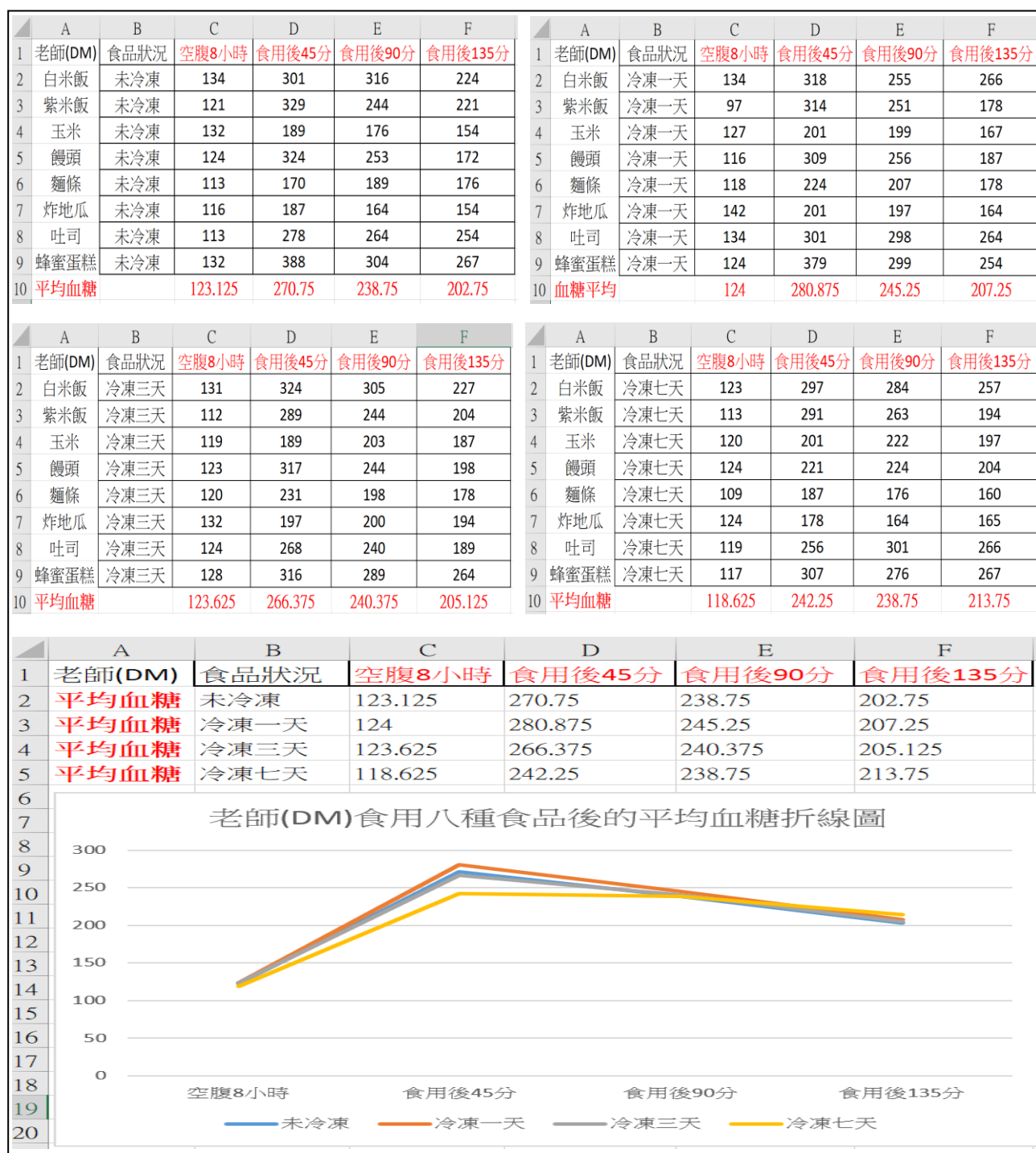


圖 15 為老師(DM)，在食用八種食品之後的血糖平均值和折線圖

由以上圖 15 我們得到以下幾個結論：

(一)、我們的血糖在食用後的 135 分鐘，幾乎都回復到正常血糖值。老師(DM)的血糖值幾乎還在兩百多一些。我們和老師討論後的結論有：

1. 主要是糖尿病，胰島素缺乏，導致血糖一直居高不下。
2. 年紀大，本身代謝緩慢，所以血糖下降緩慢。

(二)、由老師(DM)的血糖折線圖，我們發現食品冷凍七天，對老師(DM)的血糖波動才有明顯下降。但只有在前 45 分鐘才明顯，可能因為胰島素和代謝的關係，在 90 分鐘後有大致相同了。所以我們的結論是，抗性澱粉對糖尿病的患者只有初期的食物吸收有影響，使其不致上升太快。但整體而言影響不大，90 分鐘後還是和未冷凍食品的狀況相同。

(三)、老師(DM)的前 45 分鐘的血糖飆升值，大約在 150 左右。我們三人的前 45 分鐘血糖飆升平均值，大約在 30 左右。可見抗性澱粉對患有糖尿病的患者而言，其幫助非常微乎其微。

四、老師是我們這四人中，唯一有糖尿病¹的受測者，而且年齡是 55 歲的中老年人。所以針對我們的老師對這個實驗的受測結果，我們做了以下幾個結論：

(一)、在老師吃完食物之後，血糖的飆升非常明顯，下降卻非常緩慢。

(二)、在為期二個多月的實驗中，我們發現老師血糖值，在實驗前後期有些變化

1. 前期實驗(蜂蜜蛋糕、白米飯、紫米飯、饅頭)，常發現三百以上的血糖值，尤其第一次實驗的蜂蜜蛋糕，血糖值飆到三百八十八。
2. 後期實驗(玉米、炸地瓜、吐司、麵條)，則較少發現三百以上的血糖值，但也都在接近三百附近。

(三)、事後和老師做討論時，老師做了一些實驗誤差事實的澄清，如下：

1. 以前不知自己的血糖值在飯後未服藥，竟然可以飆到這麼高，自己都嚇一大跳。所以後來還很配合醫囑²，積極準時服藥。因為之前不是很積極，常有忘記服藥的情況發生。
2. 老師實驗前的體重在 83 公斤左右(BMI=30.9，屬於肥胖)，實驗的三個月後，老師的體重降到 72 公斤左右(BMI=27.1 屬於過重)。老師覆診時，醫師也說明了體重對糖尿病的影響。所以這也可能造成老師後期的血糖不再飆升的原因之一。(BMI 健康標準在 18.5 到 24 之間)

上。如下圖 16 所示。

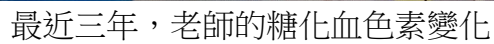


圖 16 為老師的最初血糖值和最近 3 年的糖化血色素的變化

方面都很重要，都有功勞。

柒、參考資料及其他

- 一、翰林出版社，自然科學第一冊，第 3 章-生物體的營養。
- 二、翰林出版社，自然科學第四冊，第 5 章-有機化合物。
- 三、南一出版社、自然科學第一冊，第 3 章-生物體的營養。
- 四、南一出版社、自然科學第一冊，第 5 章-有機化合物。
- 五、期刊，營養與代謝，10 種抗性澱粉！燃燒脂肪，越吃越瘦。
- 六、Uho 優活健康，白飯一定要熱熱吃？

取自：<https://www.uho.com.tw/article-62024.html>

- 七、WORLD GYM，抗性澱粉食物有哪些？

取自：<https://blog.worldgymtaiwan.com/resistant-starch-foods>

- 八、健康智庫，體重管理－吃對澱粉最“輕”鬆！認識「抗性澱粉」

取自：https://liansin.lianan.com.tw/05_healthy_info.asp?sn=72&page=1

- 九、元氣網，養生，靠冷飯、冰地瓜減肥？

取自：靠冷飯、冰地瓜減肥？

- 十、LOCA LOCA，抗性澱粉與冷凍麵包。

取自：

<https://www.localoca-baking.com/blog/posts/%E6%8A%97%E6%80%A7%E6%BE%B1%E7%B2%89%E8%88%87%E5%86%B7%E5%87%8D%E9%BA%B5%E5%8C%85>

- 十一、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>

- 十二、荳蔻國際生技，抗性澱粉是瘦身好夥伴？

取自：

https://www.yardley.tw/blog/posts/resistant-starch?srsId=AfmBOopBTx10m-lTst_6Rd8gd4fQF66o4z6j_fm1JYUPZnxdYtjIWrlq

- 十三、趙函穎營養師，減重怎麼吃？抗性澱粉料理幫你瘦。

取自：<https://chydiet.com/resistant-starch-recipe/>